



SİVİL HAVACILIK
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



Havaalanları Daire Başkanlığı

HAVAALANI ELEKTRİK SİSTEMLERİ

2. BASKI



T.C.
Ulaştırma Denizcilik ve
Haberleşme Bakanlığı
bağlı kuruluştur.

Yayın No: HAD/T-26



SİVİL HAVACILIK
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

HAVAALANI ELEKTRİK SİSTEMLERİ

2. BASKI



T.C.
Ulaştırma Denizcilik ve
Haberleşme Bakanlığı
bağlı kuruluştur.

SİVİL HAVACILIK GENEL MÜDÜRLÜĞÜ YAYINLARI

Yayın No : HAD/T-26

Yayın Türü : Çeviri

Konu : Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO) tarafından yayımlanan "Aerodrome Design Manual (Doc 9157), Part 5 Electrical Systems, Second Edition, 2017" dokümanının Türkçe'ye tercüme edilmiş halidir.

İlgili Birim : Havaalanları Daire Başkanlığı

2. Basım Tarihi Ekim 2017, Ankara

© 2016 Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
Telif Hakları Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'ne aittir. Her hakkı saklıdır. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından özel olarak izin verilmedikçe bu yayının kopyalanarak çoğaltılması, dağıtılması ve kullanılması yasaktır. İlk yayımlanma tarihi Eylül 2016'dır.

Bu yayın bilgilendirme amacıyla hazırlanmıştır. Yapılacak uygulamalarda ICAO tarafından yayımlanmış olan orjinal dokümanın son şeklinde yer alan hususlara uyulması.

www.shgm.gov.tr

Bu yayının basılı hâli Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, Havaalanları Daire Başkanlığından temin edilebilir.

ISBN : 978-92-9258-246-3

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü

Gazi Mustafa Kemal Bulvarı No: 128/A 06570 Maltepe/ANKARA

Telefon : +90 312 203 60 00

Fax : +90 312 215 81 30

Tasarım

Karma Tedarik (Murat Matbaası)

GSM : 0505 413 71 55

ÖNSÖZ

Görsel seyrüsefer yardımcılarına yönelik elektrik sistemlerinin doğru tasarlanması, kurulması ve bakımı sivil havacılık emniyeti, düzeni ve verimliliğinin ön koşullarındandır. Bu amaçla, bu el kitabı, havaalanı ışıklandırmasına yönelik elektrik sistemlerinin tasarımı ve kurulumu hakkında rehberlik sağlamaktadır.

Havaalanı ışıklandırmasına yönelik elektrik sistemleri, diğer elektrik tesisatlarında genelde bulunmayan özellikler içermektedir. Bu sebeple, bu el kitabında sadece elektrik uygulamalarının ve tesisatlarının genel özellikleri değil, aynı zamanda havaalanı tesisatları bakımından özel önem arz eden özellikleri de ele alınmaktadır. Bu el kitabının okuyucularının elektrik devrelerine ve genel tasarım kavramlarına aşina olacakları ancak havaalanı tesisatlarının diğer tesisatlarda nispeten daha az karşılaşılan belirli özellikleri hakkında bilgi sahibi olmayabilecekleri varsayılmaktadır. Bu el kitabında sunulan materyalin amacının, elektrik tesisatlarına ilişkin ulusal emniyet kurallarını tamamlamak olduğu unutulmamalıdır.

Havalimanındaki binaların elektrik sistemleri bu el kitabında ele alınmamaktadır. Aynı şekilde, elektrik sistemlerinin bakımı da bu el kitabının konusu değildir. Bu konu hakkında kılavuz bilgi için okuyucuların, Havalimanı Hizmetleri El Kitabı (Doc 9137), Kısım 9, Havalimanı Bakım Uygulamaları başlığına başvurmaları tavsiye edilmektedir.

Bu el kitabında ayrıca radyo/telsiz seyrüsefer yardımcıları da ele alınmamaktadır. Bu kolaylıkların elektrik sistemlerinin tasarımı ve kurulumu konusunda kılavuz bilgi ileri bir tarihte hazırlanacaktır.

UYGULAMA

Bu el kitabında sunulan materyalin amacı, Annex 14 – Havaalanları, Cilt I – Havaalanı Tasarım ve İşletme spesifikasyonlarının uygulanmasında Devletlere destek vererek, bu spesifikasyonların yeknesak bir şekilde uygulanmasına yardımcı olmaktadır. Bununla birlikte, tasarımı yapan taraf, yerel elektrik kurallarının öncelikli olabileceğinin bilincinde olmalıdır.

İLERİDEKİ GELİŞMELER

Bu el kitabının anlamını ve doğruluğunu korumak amacıyla, format, içerik veya sunum ile ilgili iyileştirme önerileri memnuniyetle karşılanmaktadır. Bu tür tavsiye veya öneriler incelenerek, uygun bulunmaları halinde el kitabının düzenli güncellemelerine dahil edileceklerdir. El kitabı düzenli olarak gözden geçirilerek, geçerliliğini ve doğruluğunu koruması sağlanacaktır. Bu el kitabı hakkındaki görüşler aşağıdaki adrese iletilmelidir:

The Secretary General
International Civil Aviation Organization
999 Robert-Bourassa Boulevard
Montréal, Québec H3C 5H7
Kanada

Bu el kitabının bir sonraki basımı, gelecek EC 61820 Standardının (havacılık yer ışıklandırmasında sabit akım seri devrelere ilişkin sistem tasarım ve kurulum gereklilikleri, 2018'de yayınlanması beklenmektedir) tavsiyelerini içerecek ve bu standarda uygun olacaktır.

İçindekiler

YAYINLAR	12
KISALTMALAR	13
1. BÖLÜM	19
GİRİŞ	19
1.1 AMAÇ	19
1.2 EL KİTABININ YAPISI	19
2. BÖLÜM	22
BÜTÜNLÜK VE GÜVENİLİRLİK SAĞLAMA YÖNTEMLERİ	22
2.1 TERİMLERİN AÇIKLAMASI	22
2.2 BÜTÜNLÜĞÜ VE GÜVENİLİRLİĞİ ARTIRMAYA YÖNELİK ARAÇ VE YÖNTEMLERİN ÖZETİ	22
3. BÖLÜM	28
ELEKTRİK KAYNAKLARI	28
3.1 GENEL	28
3.2 TİCARİ/KAMUSAL ŞEBEKE GÜÇ KAYNAĞINA İLİŞKİN HAVAALANI GÜÇ KAYNAKLARI	28
3.3 HAVAALANI GÖRSEL KOLAYLIKLARINA GÜÇ BESLEMESİ	29
3.4 KESİNTİSİZ GÜÇ BESLEMESİ	31
3.5 DONANIM	35
3.6 ELEKTRİK DONANIMLARI İÇİN DEPOLAR VE MUHAFAZA YERLERİ	38
4. BÖLÜM	46
GÜÇ DAĞITIMI	46
4.1 GENEL	46
4.2 BİRİNCİL GÜÇ BESLEME DEVRELERİ	46
4.3 YER ÜSTÜ (HAVAİ) BİRİNCİL DAĞITIM SİSTEMLERİ	47
4.4 HAT GERİLİM REGÜLATÖRLERİ	47
4.5 ELEKTRİK HATLARI	48
4.6 HAT DESTEK MALZEMELERİ	48
4.7 İLETKENLER	49
4.8 TRANSFORMATÖRLER	49
4.9 DEVRE KESME CİHAZLARI	50
4.10 YILDIRIMDAN KORUNMA	51
4.11 AÇIKLIK MESAFELERİ	52
4.12 TOPRAKLAMA	53
4.13 YERALTI DAĞITIM SİSTEMLERİ	55

5. BÖLÜM	58
ELEKTRİK DEVRELERİNİN TÜRLERİ	58
5.1 ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLER	58
5.2 SERİ DEVRELER	58
5.3 PARALEL (ÇOKLU) DEVRELER.....	60
5.4 SERİ VE PARALEL BAĞLI IŞIK DEVRELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	62
5.5 HAVAALANI IŞIKLANDIRMASINDA SERİ DEVRE ŞEMASI.....	62
5.6 TOPRAKLAMA	63
5.7 GERİLİM DÜŞÜREN TRANSFORMATÖRLER	63
5.8 SERİ DEVRE KESİCİ	63
6. BÖLÜM	68
DEVRE ŞEMASI	68
6.1 HAVAALANI IŞIKLANDIRMA DEVRELERİNİN SERPİŞTİRİLMESİ	68
6.2 ELEKTRİK DEPOSUNUN DÜZENİ	68
6.3 SERPİŞTİRME UYGULAMASI	68
6.4 SERPİŞTİRME UYGULAMASI YAPILABİLECEK KOLAYLIKLAR.....	73
6.5 TAKSİ YOLU DEVRELERİNİN SEÇİCİ ANAHTARLAMASI	75
7. BÖLÜM	78
SABİT AKIM REGÜLATÖRLERİ	78
7.1 SABİT AKIM REGÜLATÖRLERİNİN TÜRLERİ	78
7.2 SABİT AKIM REGÜLATÖRLERİNİN ÇALIŞMA ÖZELLİKLERİ	83
7.3 SABİT AKIM REGÜLATÖRLERİNİN ANMA DEĞERİ ÖZELLİKLERİ.....	84
7.4 AÇIK DEVRE VE AŞIRI AKIMDAN KORUNMA	85
8. BÖLÜM	88
YÜK HESAPLAMALARI/REGÜLATÖR BOYUTU	88
8.1 GENEL	88
8.2 YÜK TÜRLERİ.....	88
8.3 IŞIKLANDIRMA KOLAYLIĞININ YÜKÜNÜN HESAPLANMASI	90
8.4 ÖRNEK HESAPLAMA	90
8.5 DİĞER HUSUSLAR.....	92
9. BÖLÜM	98
HAVAALANI YER IŞIKLANDIRMASI SERİ TRANSFORMATÖRLERİ	98
9.1 İŞLEVLERİ	98
9.2 TRANSFORMATÖR TASARIMI.....	98
9.3 MAHFAZA.....	99
9.4 ORTAM SICAKLIĞI	99

9.5 TRANSFORMATÖR ANMA DEĞERLERİ	99
9.6 TEK TRANSFORMATÖRDEN BİRDEK ÇOK LAMBANIN BESLENMESİ	100
9.7 TRANSFORMATÖRLERİN AÇIK DEVRE İKİNCİL GERİLİMLERİNİN ETKİLERİ	100
9.8 LAMBA BY-PASS CİHAZLARI	100
9.9 TRANSFORMATÖR SEHPASI	101
9.10 DİĞER CİHAZLAR	101
10. BÖLÜM	106
HAVAALANI İŞIKLANDIRMA SİSTEMLERİNİN KUMANDASI VE TAKİBİ	106
10.1 APRON KUMANDA PANELİ	107
10.2 KUMANDA DEVRE ŞEMASI	107
10.3 UZAKTAN KUMANDA SİSTEMLERİNİN TÜRLERİ	107
10.4 TRANSFER RÖLESİ PANELİ	115
10.5 RÖLELERİN KULLANIMI	116
10.6 KUMANDALARIN ARA BAĞLANTILARI	117
10.7 OTOMATİK KUMANDALAR	119
10.8 ADRESLENEBİLİR İŞIKLAR	119
10.9 TEPKİ SÜRESİ	120
10.10 HAVAALANI İŞIKLANDIRMA DEVRELERİNİN İZLENMESİ	120
10.11 İZLEME CİHAZI SINIFLARI	121
10.12 İZLEME CİHAZINI GEÇERSİZ KILMA KUMANDALARI	122
10.13 İZOLASYON DİRENCİ İZLEME SİSTEMİ	122
10.14 HAVAALANI İŞIKLANDIRMA SİSTEMİNİN UÇAKTAN TELSİZ KUMANDASI (ARCAL)	122
11. BÖLÜM	128
AKKOR VE GAZLI DEŞARJ LAMBALARI	128
11.1 AKKOR LAMBALAR	128
11.2 GAZLI DEŞARJ LAMBALARI	132
12. BÖLÜM	136
KATI HAL TEKNOLOJİSİ	136
12.1 GİRİŞ	136
12.2 İŞIK YAYAN DİYOT (LED) İŞIK ÜNİTELERİ	136
12.3 RENK – CIE S 004/E-2001	136
12.4 YEŞİL TONLARININ SEÇİMİNİN SINIRLANDIRILMASI	138
12.5 ALTYAPI - SERİ DEVRE	138
12.6 DARBE GENİŞLİK MODÜLASYONU	140
12.7 ALTYAPI PARALEL DEVRE	141
12.8 ALTERNATİF ALTYAPI	141
12.9 PARLAKLIK AYARLARI	142

12.10 LED İŞIKLANDIRMA VE GECE GÖRÜŞ SİSTEMLERİ.....	146
12.11 HAT İŞIKLANDIRMA.....	148
12.12 FARKLI TEKNOLOJİLERİN BİR ARADA KULLANILMASI.....	148
12.13 ISITICILAR.....	153
12.14 BAKIM.....	153
13. BÖLÜM	158
YERALTI ELEKTRİK SİSTEMLERİ	158
13.1 GENEL.....	158
13.2 KABLONUN DOĞRUDAN GÖMÜLMESİ.....	163
13.3 KANALLARIN/ELEKTRİK BORULARININ DÖŞENMESİ	172
13.4 İNİŞ DELİKLERİ VE EL DELİKLERİ	177
13.5 YERALTI KABLONUN KANAL İÇİNDE DÖŞENMESİ.....	179
13.5.6 KABLO TOPRAKLAMA	180
13.6 AGL TRANSFORMATÖRLERİNİN DOĞRUDAN GÖMÜLMESİ.....	187
13.7 TRANSFORMATÖR MAHAZALARI / İŞIK KAİDELERİ	188
13.8 DÜZ İŞIK TABANLARININ DÖŞENMESİ	191
14. BÖLÜM	194
HAVAALANLARINDA YERALTI HİZMET KABLONUN	194
14.1 YERALTI HİZMET KABLONUN ÖZELLİKLERİ	194
14.2 KABLO KILIFLARI	195
14.3 KABLO ÖRTÜLERİ.....	196
14.4 EKSPANLI KABLONUN	196
14.5 KABLONUN ATEŞE DAYANIKLI HALE GETİRİLMESİ.....	196
14.6 KORONA HASARINA KARŞI KORUMA.....	196
14.7 KABLO İLETKENLERİ	196
14.8 SAĞLIK VE ÇEVRE İLE İLGİLİ HUSUSLAR.....	197
14.9 HİZMET SINIFLARI	197
14.10 TOPRAKLAMA TELLERİ	200
14.11 KABLO HASARININ NEDENLERİ	200
14.12 KABLO BAĞLANTILARI.....	203
14.13 HAVAALANI İŞIKLANDIRMASI BAĞLANTI KİTLERİ	206
14.14 İLETKENLERİN BAĞLANMASI	207
15. BÖLÜM	212
KABUL VE BAKIM TESTİ.....	212
15.1 UYGULAMA.....	212
15.2 GARANTİ SÜRESİ	212
15.3 KALİTE KONTROL USULLERİ.....	212

15.4 KABLO, BAĞLANTI ELEMANLARI VE AYIRMA TRANSFORMATÖRÜNÜN KONTROLÜ	212
15.5 SABİT AKIM REGÜLATÖRLERİNİN KONTROLÜ.....	213
15.6 IŞIK ARMATÜRÜ VE BİKİN MUAYENESİ.....	214
15.7 ÇEŞİTLİ PARÇALARIN MUAYENESİ.....	214
15. 8 SİSTEM ÇALIŞMA TESTİ	214
15.9 SERİ DEVRE DONANIM ÜZERİNDE YAPILAN ELEKTRİK TESTLERİ	214
15.10 DİĞER KABLolar ÜZERİNDE YAPILAN ELEKTRİK TESTLERİ	217
15.11 REGÜLATÖRLER ÜZERİNDE YAPILAN ELEKTRİK TESTLERİ	218
15.12 DİĞER DONANIMLAR ÜZERİNDE YAPILAN ELEKTRİK TESTLERİ	219
15.13 İZLEME SİSTEMİ TESTLERİ	219
16. BÖLÜM	222
ARIZA TESPİT USULLERİ.....	222
16.1 GENEL.....	222
16.2 EMNİYET.....	222
16.3 İLK ARIZA İNCELEMESİ.....	222
16.4 SAHADAKİ TOPRAKLAMA ARIZALARININ TESPİTİ	226
16.5 AÇIK DEVRE ARIZALARININ TESPİTİ.....	229
16.6 ARA BAĞLANTILI (ENTERKONNEKTE) DEVRE ARIZALARI	230
16.7 İSTEMLİ TOPRAKLAMA TESTİ.....	233
16.8 AÇIK DEVRELERİN TESPİTİ İÇİN TOPRAKLAMA ÇIKIŞ TESTİ	237
16.9 TOPRAKLAMA ARIZALARININ TESPİTİ İÇİN ISI SENSÖRLÜ CİHAZ KULLANIMI	238
16.10 TOPRAKLAMA ARIZALARININ TESPİTİNDE KABLO ARIZASI TESPİT CİHAZLARININ KULLANIMI	239
17. BÖLÜM.....	242
ELEKTRİK TEST MALZEMELERİ	242
17.1 GENEL	242
17.2 AKIM-GERİLİM-DİRENÇ ÖLÇER (VOM)	242
17.3 DİJİTAL AVOMETRE (DMM)	243
17.4 İZOLASYON DİRENCİ TEST CİHAZI (MEGOHMMETRE)	244
17.5 İZOLASYON DİRENCİ TESTİ.....	245
17.6 YERALTI KABLO/ARIZA TESPİT CİHAZI.....	247
17.7 YÜKSEK DİRENÇLİ ARIZA TESPİT CİHAZI	248
17.8 PENS AMPERMETRE	249
17.9 KABLO GÜZERGAHI İZLEYİCİ.....	250
17.10 DARBE JENERATÖRÜ/DAYANIM TEST CİHAZI.....	250
17.11 AKUSTİK DETEKTÖR	251
17.12 YÖNLÜ DETEKTÖR.....	252
17.13 TOPRAK DİRENCİ TEST CİHAZI.....	253

YAYINLAR

Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO)

Annex 14 – Havaalanları, Cilt I – Havaalanı Tasarımı ve İşletimi

Havalimanı Hizmetleri El Kitabı (Doc 9137), Kısım 9 – Havalimanı Bakım Uygulamaları

Havalimanı Tasarımı El Kitabı (Doc 9157), Kısım 4 – Görsel Yardımcılar

Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC)

IEC 60228, Yalıtılmış kabloların iletkenleri

IEC 60364, Alçak gerilimli elektrik tesisatları

IEC 61000, Elektromanyetik uyumluluk (EMC)

IEC 61024–1, Yapıların yıldırımdan korunması – Kısım 1: Genel esaslar, (Yapıların yangın, patlama ve hayati tehlikelerden korunması)

IEC 61140, Elektrik çarpmasında karşı koruma – Tesisat ve donanım için ortak özellikler

IEC 61200–52, Elektrik tesisatı kılavuzu – Kısım 52: Elektrik donanımlarının seçimi ve kurulumu - Kablaj sistemleri

IEC 61820, Havaalanı ışık ve bükünlerinin elektrik tesisatları - Havacılık yer ışıklandırmasında sabit akım seri devreler: Sistem tasarım ve kurulum gereklilikleri

IEC 61821, Havaalanı ışık ve bükünlerinin elektrik tesisatları - Havacılık yer ışıklandırma sabit akım seri devrelerin bakımı

IEC 61822, Havaalanı ışık ve bükünlerinin elektrik tesisatları - Sabit akım regülatörleri

IEC 61823, Havaalanı ışık ve bükünlerinin elektrik tesisatları - AGL seri transformatörleri

IEC 62144, Havaalanı ışık ve bükünlerinin elektrik tesisatları - Havacılık Yer Işıklandırma (AGL) kumanda ve izleme sistemlerine ilişkin teknik gereklilikler

IEC 62294, Havacılık yer ışıklandırma elektrik tesisatı ön standardı – Bağlantı cihazları - Donanım spesifikasyonları ve testleri

IEC/TS 61827, Havaalanı ışık ve bükünlerinin elektrik tesisatları - Havaalanlarında ve heliportlarda kullanılan gömme ve yükseltilmiş aydınlatma armatürlerinin özellikleri

IEC/TS 62143, Havaalanı ışık ve bükünlerinin elektrik tesisatları – Havacılık yer ışıklandırma sistemleri - Emniyetli kullanım ömrü metodolojisinin geliştirilmesine yönelik kılavuz ilkeler

IEC 60664–1, Alçak gerilim sistemlerinde donanımların yalıtım koordinasyonu – Kısım 1: Esaslar, gereklilikler ve testler

IEC 60364-4-44, Alçak gerilimli elektrik tesisatları- Kısım 4-44: Emniyet koruması - Gerilim bozulmalarına ve elektromanyetik bozulmalara karşı koruma

IEC 60332-3-24, Elektrik kablolarının ve optik fiber kabloların yangın performans testleri – Kısım 3-24: Dikey döşenmiş demet tel veya kablolarda dikey alev yayılma testi - Kategori C

IEC 60754-1, Kablolardan alınan malzemelerin yanması sırasında açığa çıkan gazlar üzerinde yapılan testler- – Kısım 1: Halojen asit gaz miktarının tayini

IEC 60754-2, Kablolardan alınan malzemelerin yanması sırasında açığa çıkan gazlar üzerinde yapılan testler- – Kısım 2: Asitlik (PH ölçümüyle) ve iletkenlik tayini

IEC 61034, Belirli şartlar altında yanan kabloların duman yoğunluğunun ölçümü – Kısım 1: Test cihazı

IEC 61400-24, Rüzgar türbinleri – Kısım 24: Yıldırımdan korunma – Kısım 2: Test prosedürü ve gereklilikleri

Avrupa Topluluğu (AT)

2011/65/EU sayılı Direktif, Elektrikli ve elektronik eşyalarda bazı tehlikeli maddelerin kullanımının sınırlandırılması

2002/96/EC sayılı Direktif, Atık elektrikli ve elektronik eşya (WEEE) direktifi

Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE)

CIE S 004/E-2001, Işıklı Sinyallerin Rengi

CIE 2.2-1975, Işıklı Sinyallerin Renkleri

Diğer dokümanlar

ANSI/IEEE Std 81-1983, Bir Topraklama Sisteminin Toprak Direncinin, Topraklama Empedansının ve Yüzey Gerilimlerinin Ölçülmesine ilişkin IEE Kılavuzu

Katı Hal Aydınlatma Sistemleri ve Teknolojileri Birliği (ASSIST). ASSIST tavsiyesi: Genel Işıklandırmada LED Ömrü. Cilt 1 Konu 1-7. Troy, NY: Lighting Research Center.

KISALTMALAR

AC	Alternatif akım
ACMU	Adreslenebilir kumanda ve izleme ünitesi
AGL	Yer üstü seviyesi
AGL	Havaalanı yer ışıklandırma
ALCS	Havaalanı ışıklandırma bilgisayar sistemi
ANVIS/NVG	Havacı gece görüş görüntüleme sistemi / gece görüş gözlükleri
ARCAL	Havaalanı ışıklandırılmasının uçaktan telsiz kumandası
AT-VASI	Kısa T görerek yaklaşma eğim gösterge sistemi
CCR	Sabit akım regülatörü
CIE	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
CTAF	Müşterek trafik danışma frekansı
DMM	Dijital avometre
DSP	Dijital sinyal işlemcisi
DSP	Alana özgü bağlantı noktası (port)
EMC	Elektromanyetik uyumluluk
EMI	Elektromanyetik parazit
EPR	Motor basınç oranı
EPR	Etilen propilen kauçuk
FEC	Saha elektrik merkezi
FEC	Gönderme yönünde hata düzeltimi
FLIR	Kızılötesi ileri görüş radarı
HMI	İnsan/makine ara yüzü
HUD	Baş üstü gösterge
IEC	Uluslararası Elektroteknik Komisyonu
IFR	Aletli uçuş kuralları
IGBT	Yalıtılmış kapılı çift kutuplu transistörler
ILS	Aletli iniş sistem
IPU	Kesintisiz güç ünitesi
IR	Kızılötesi
IRC	Kızılötesi kaplamalı

LDT	Yük ayırma ve test
LED.....	Işık yayan diyot
LPS	Yıldırımdan korunma sistemi
MCP	Mikro kanal plaka
MCP	Mod kontrol paneli
MDT	Ortalama arıza süresi
MR	Çok yüzeyli reflektör
MTBF	Arızalar arası ortalama süre
PAPI	Hassas yaklaşma yolu göstergesi
PCB	Poliklorobifenil
PM	Önleyici bakım
PPE	Kişisel koruyucu ekipman
PUR	Poliüretan
PVC	Polivinil klorür
PWM	Darbe genişlik modülasyonu
RETIL	Hızlı çıkış taksi yolu gösterge ışıkları
RF	Telsiz frekansı
RGL	Pist koruma ışıkları
RMS	Etkin değer
RTIL	Pist eşiği tanıtma ışıkları
RUPU	Dinamik kesintisiz güç ünitesi
RVR	Pist görüş mesafesi
RWSL	Pist durumu ışıkları
SAW	Yüzey akustik dalgası
SCR	Silikon kontrollü doğrultucu, tristör
SMGCS	Yüzey hareketi rehberlik ve kontrol sistemi
SUPU	Statik kesintisiz güç ünitesi
TPE	Termoplastik elastomer
UPS	Kesintisiz güç kaynağı
VA	Voltamper
VASI	Görerek yaklaşma eğim göstergesi
VOM	Akım-Gerilim-Direnç ölçer / Akım-gerilimölçer
XLP	Çapraz bağlı polietilen





BÖLÜM
1

GİRİŞ

1. BÖLÜM

GİRİŞ

1.1 AMAÇ

1.1.1 Havacılık emniyetini sağlamak için havaalanı ışıklandırmasının bütünlüğünün ve güvenilirliğinin yüksek düzeyde olması gerekmektedir. İyi tasarlanmış ve bakımı iyi yapılan bir ışıklandırma sisteminin kritik bir anda arızalanma olasılığının son derece düşük olduğunu düşünülmektedir.

1.1.2 Aşağıdaki materyalin, havaalanı sabit ışıklandırmasında yeni sistemlerin tasarım ve tesisatı ile mevcut sistemlerde değişiklik yapılmasına ilişkin tavsiye edilen elektrik mühendisliği uygulamaları hakkında rehberlik sağlaması amaçlanmaktadır. Bu, mevcut tesisatların farklı olması durumunda yanlış olduğu ve otomatikman değiştirilmesi gerektiği anlamına gelmemektedir. Sadece, kullanılan daha eski tasarımların bazılarının yerine daha yenileri geldiğinden bunların tekrarlanmasının tavsiye edilmediği anlamına gelmektedir. Çeşitli Devletlerdeki mühendislik stillerinin ve teçhizatın farklılık göstermesi nedeniyle, bu materyalde sadece temel tasarım esasların belirlenmesi amaçlanmaktadır. Herhangi bir Devlete özgü sistemlerin veya teçhizatın detay tasarımını veya belirli parçalarını özel olarak göstermek amaçlanmamıştır.

1.1.3 Havaalanı görsel kolaylıklarının elektrik sistemleri, kaliteli tesisatın yanı sıra normalde diğer elektrik tesisatlarında bulunmayan özelliklerin göz önünde bulundurulmasını gerektirir. Bu el kitabında, havaalanı işletmede daha az yer verilen veya özel önem arz eden bu özellikler üzerinde durularak, elektrik uygulamalarının ve tesisatlarının genel özellikleri ele alınmaktadır. Bu el kitabının kullanıcılarının elektrik devrelerine ve genel uygulamalara aşina olacakları, ancak havaalanı seri devre tesisatlarının diğer elektrik sistemlerinde nispeten daha az karşılaşılan belirli özellikleri hakkında bilgi sahibi olmayabilecekleri varsayılmaktadır. Bu özelliklerden bazıları, elektrik devrelerinin çoğunun yeraltına döşenmesi, ışıklandırma sistemlerinin çoğunda seri devreler kullanılması, giriş güç kaynaklarında daha yüksek güvenirliliğin gerekmesi ve güç kesintisi durumunda ikincil güce hızlı otomatik geçiştir. Her havaalanı farklı olup, elektrik tesisatının ekonomik, emniyetli, güvenilir ve bakımı kolay güç ve kumanda sağlayacak şekilde tasarlanması gerekmektedir.

1.2 EL KİTABININ YAPISI

Bu el kitabı aşağıdaki şekilde yapılandırılmıştır. 2. ila 14. bölümlerde, havaalanı elektrik sistemleri hakkında tasarım bakımından bilgi verilmektedir; 15. bölümde kurulumu yapılmış olan sistemlerin kabul testi ele alınmaktadır; 16. ve 17. bölümlerde ise sırasıyla seri ışık devrelerinde arıza tespit usulleri ve ilgili test teçhizatı üzerinde durulmaktadır.





BÖLÜM
2

**BÜTÜNLÜK VE GÜVENİRLİK
SAĞLAMA YÖNTEMLERİ**

2. BÖLÜM

BÜTÜNLÜK VE GÜVENİLİRLİK SAĞLAMA YÖNTEMLERİ

2.1 TERİMLERİN AÇIKLAMASI

2.1.1 Havaalanı ışıklandırma sistemlerinin tasarımcısının belki de en önemli amacı, bütünlük ve güvenilirlik düzeyi yüksek bir tesisat geliştirmektir. Ancak bunlar, havaalanı ışıklandırması bağlamında kolayca tanımlanabilen veya ölçülen net terimler değildir. Bu terimlerin tanımlanmasına yönelik geçmiş çalışmalar sonucunda, güvenilirliğin, bileşen arızaları arasındaki ortalama süre (MTBF) meselesi, bütünlüğün ise söz konusu arızayı müteakiben sistemin genelinin ayakta kalabilmesi gibi hususlarla ilgili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Görsel kolaylıkların, görsel olmayan kolaylıklardakine benzer bir bütünlüğe ve güvenilirliğe sahip olması gerektiği düşünülmektedir. Dolayısıyla güvenilirlik bileşenlerin seçiminden ve operasyonel kullanımdan, bütünlük ise sistemlerin tasarım ve kurulumundan ve donanım bakımdan etkilenir. Genel olarak, iyi tasarlanmış ve iyi bakılmakta olan görsel kolaylıkların bütünlüğünün çok yüksek seviyede olduğu ve kritik bir anda arıza meydana gelme olasılığının son derece düşük olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, bütünlüğü ve güvenilirliği artırmak için makul olan her türlü çaba sarf edilmelidir.

2.1.2 Bütünlüğü ve güvenilirliği etkileyen elektrik faktörleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- a) devre arızası
- b) güç kaynağı kesintisi ve
- c) kumanda devresi arızası.

2.2 BÜTÜNLÜĞÜ VE GÜVENİLİRLİĞİ ARTIRMAYA YÖNELİK ARAÇ VE YÖNTEMLERİN ÖZETİ

Çoklu devreler

2.2.1 Bir devre arızalandığında bütün ışıklandırma sisteminin gitmemesi için birkaç devre birden kullanmak standart bir uygulamadır. Kimi durumlarda, yaklaşma ve eşik ışıklandırmasında, biri eşik ışıkları, diğer üçü ise yaklaşma ışıklandırma sistemi için olmak üzere dört devre kullanılmaktadır. Bu son üç devre, içlerinden birinin bozulması durumunda, her üç baretten veya bir baretteki her üç ışıktan sadece üçüncüsü çalışmayacak şekilde tasarlanmaktadır. Pist ve taksi yolu ışıklandırma sistemleri için, ışık armatürleri, kurulan iki devreye değişimli olarak bağlanmaktadır (serpiştirilmektedir).

2.2.2 Her bir devrenin ışıklandırma sisteminin belli bir bölgesini beslediği bir ışıklandırma düzeni tavsiye edilmektedir çünkü bu durumda bir devrenin gitmesi sistemi pilotu yönlendirmek için gerekli seviyenin altına çekebilir. Örneğin, birinci ve ikinci kısımları besleyen iki devreden oluşan bir yaklaşma ışıklandırma sisteminde, devrelerden birinin arızalanması üzerine, sistemin ini sırasında

gerekli olan kritik bir yarısı gidebilir. Aynı şekilde, pistin iki yarısına iki devre tesis edildiğinde ise, arıza durumunda, inişin konma veya pistte ilerleme aşamasında pilota yol gösterecek bir kılavuz kalmayacaktır. Birden çok devre kullanılmaktaki amaç devre arızası durumunda yeterince fark edilebilir bir düzeni muhafaza etmektir.

Çoklu güç kaynakları

2.2.3 Güç kaynağının güvenilirliği, normal gücün kesilmesi durumunda otomatik olarak devreye girebilen alternatif bir kaynak kullanılarak sağlanır. Güç kesintisi ile alternatif sistemden akımın gelmesi arasındaki süreyi çok kısa bir zaman aralığına indirecek donanım geliştirilmiştir. Hassas yaklaşma pistleriyle bağlantılı olarak kurulan donanımlarda 0,3 ila 0,5 saniyeyi bulan geçiş hızları sağlanmaktadır. Diğer sistemlerdeki geçiş hızları ise 10 ila 20 saniye arasında değişiklik göstermektedir. Bir diğer usul ise, düşük görüş koşulları veya fırtına beklenmesi gibi kritik zamanlarda normal besleme jeneratörü olarak ikincil jeneratörü çalıştırmaktır. Jeneratörün arızalanması durumunda, birincil güç kaynağına geçiş yapılır. Bu sistemler ve düzenekler 3. bölümde ele alınmaktadır.

Alternatif kumanda paneli

2.2.4 Işıklıdırma devrelerine ve bu devrelerin alternatif güç kaynaklarına çoğunlukla büyük ihtimam gösterilmesine karşın, ışıklandırma sistemlerinin kontrol kulesinden kumandası için alternatif devrelerin sağlanması zaman zaman ihmal edilmektedir. Kumanda devresinin arızalanma olasılığı, ışıklandırma devresinin arızalanma olasılığına eşit olabilecek olup, çift kumanda devreleri veya haberleşme bağlantıları sağlanmalıdır.

Bütünlüğe ve güvenilirliğe yönelik tasarım

2.2.5 Havaalanı ışıklandırma sistemlerinin tasarımı ve kurulumu, bütünlüğü ve güvenilirliği, bileşenlerin seçilmesi ve devrelerin serpiştirilmesinden başka yollarla da etkileyebilmektedir. Bu özellikler çoğu zaman bakımı azaltmak ve sadeleştirmek için kullanılanlarla aynıdır. Tasarım kararlarında belirlenen özelliklerden bazıları şunlardır:

- kabloların doğrudan gömmek yerine elektrik borularının (kanalların) içinden çekilmesi;
- yüzey trafiğinin ışık armatürleriyle sık sık çakıştığı yerlerde yükseltilmiş ışıklar yerine gömme ışıkların kullanılması;
- yıldırım düşmesine bağlı yüksek gerilim darbelerinin etkilerini azaltmak için sistem genelinde topraklama devrelerinin bulunması ve
- nem yoğuşması ve buzlanma gibi problemleri ortadan kaldırmak için ışık armatürlerinin ısıtma elemanlarıyla donatılması.

2.2.6 Güvenilirlik seviyesinin yüksek olması için, tasarımı yapan tarafın kurulacak sistemin bileşenlerini göz önünde bulundurması gerekir; örneğin çalışma aralığı +0 ila +50 santigrat derece olan bir donanım kapalı mekanlara kurulmalıdır. Elektrik deposunda sabit akım regülatörü veya

kesintisiz güç kaynağı gibi elektronik ekipmanların bulunması durumunda, havalandırmayı artıracak araçlara ihtiyaç duyulabilir. Kablonun çok düşük sıcaklıklara uygun olduğunun belirtildiği durumlarda dahi, kışın don sebebiyle yer hareketi olasılığı göz önüne alınarak, kabloları doğrudan gömmek yerine kanal kullanılması düşünülebilir.

Kullanıma hazırlığın tasarlanması

2.2.7 Bütünlüğü ve güvenilirliği etkileyen tasarım kararları ayrıca, sistemin kullanıma hazırlığı (A) ile de ilgili olabilir; kullanıma hazırlık, beklenen çalışma süresinin beklenen arıza süresine oranı olarak ifade edilebilir. Operasyonel kullanıma hazırlık (A_0), arızalar arasındaki ortalama sürenin (MTBF), MTBF ile ortalama arıza süresinin (MDT) toplamına eşit olan toplam süreye oranı şeklinde ifade edilir. Bu oran, yeterli malzeme, araç-geçer ve eğitimli malzeme sağlamak suretiyle MDT'yi asgari düzeye indirerek en iyi seviyeye getirilebilir. Kısacası, havalimanı ışıklandırma tesisini asgari sürede tekrar çalışır duruma getirecek şekilde onarım yapmaya hazırlıklı olmalıdır.

$$A = \frac{E[\text{uptime}]}{E[\text{uptime}] + E[\text{downtime}]}$$
$$A_0 = \frac{MTBF}{MTBF + MDT}$$





BÖLÜM
3

ELEKTRİK KAYNAKLARI

3. BÖLÜM

ELEKTRİK KAYNAKLARI

3.1 GENEL

3.1.1 Havaalanı ışıklandırma tesisatlarının tasarımına başlanmadan önce, havaalanının güç beslemesi tespit edilmelidir. Görsel kolaylıkları ışıklandırma tesisleri için gereken elektrik gücü, genellikle havaalanında kullanılan toplam elektrik gücünün sadece küçük bir bölümüdür. Görsel kolaylıklar ister yeni bir havaalanı için isterse mevcut havaalanının modernizasyonu ve büyütülmesi için kuruluyor olsun, güç kaynaklarının kullanıma hazır olma durumu, kapasite, güvenilirlik, önerilen tesisat için ve ileride yapılabilecek büyütme çalışmaları açısından kullanılabilirlik gibi özelliklerinin analiz edilmesi gerekmektedir. Bu analiz sırasında, normal güç beslemesinin kesilmesi veya arızalanması durumunda kullanılmak üzere Annex 14, Cilt I, Tablo 8-1'deki gereklilikler göz önünde bulundurulmalıdır.

3.2 TİCARİ/KAMUSAL ŞEBEKE GÜÇ KAYNAĞINA İLİŞKİN HAVAALANI GÜÇ KAYNAKLARI

3.2.1 Çoğu havaalanı, havaalanı dışında ağ tipi (enterkonnekte) bir elektrik şebekesinden gelen besleme hatları aracılığıyla güç temin etmektedir. Büyük havalimanlarında, havaalanı dışındaki elektrik şebekesinin geniş bir mesafeyle ayrılmış bölümlerinden gelen, her biri havalimanı arazisi üzerinde ayrı şalt sahalarını besleyen iki ayrı güç kaynağının bulunması makbuldür. Dış şebeke genellikle ağ şebeke olduğundan, gerçekte tam anlamıyla bağımsız bölümlerin tespit edilmesi mümkün olmayabilir. Bu nedenle, her iki kaynağın aynı anda kesilme ihtimalinin en düşük olması ihtimaline göre seçim yapılır.

3.2.2 Havaalanının ana güç trafo merkezine güç beslemesi genellikle yüksek gerilimle (5000 volt) yapılmaktadır. Bu gerilim, havaalanı bünyesinde dağıtılmak üzere havaalanı şalt sahasında orta gerilime (2000 - 5500 volt) düşürülür. Görsel kolaylık teçhizatı için gerekli giriş gerilimine uyumu sağlamak için gerilimin bir kademe daha düşürülmesi gerekebilmektedir.

3.2.3 Havaalanı bünyesinde, istasyonların her birine gelen güç beslemesinin güvenilirliği, kapalı halka (ring) yüksek gerilim giriş devresi kullanılarak dağıtım transformatörleri üzerinde dengeli bir gerilim korumasıyla veya her istasyonda iki transformatörden beslenen açık halka (ring) şeklinde çalışan bağımsız birincil güç kaynaklarından çift devre sistemi kullanılarak artırılabilir. Kaçak akımların merkezi takibinden faydalanarak ve böylelikle devredeki aktarma anahtarlarının çalıştırılmasıyla güç kesintilerinin etkisi asgari düzeye indirilebilir. Daha küçük havalimanlarında nispeten düşük güvenilirlik sağlayan daha basit düzenlemeler kullanılabilir.

Bağımsız yerel güç kaynağı

3.2.4 Bazı havaalanlarında, ekonomik nedenlerden ötürü, kamusal güç kaynağına ek olarak güç

kaynağı için havaalanının kendi santral tesisleri bulunabilmektedir. Bu yerel elektrik kaynağı, dizel jeneratör ünitesi, gaz motoru, türbin jeneratör ve hatta Şekil 3-1’de gösterilen şekilde güneş enerjisi santrali şeklinde olabilir. Yapıları gereği havaalanlarında genellikle kullanılmayan geniş açık araziler bulunmaktadır. Güneş enerjisi santralleri, pilotların gözünü kamaştırabilecek veya kontrol kulesini etkileyebilecek olası ışık parlamalarını ve havaalanındaki elektronik seyrüsefer kolaylıklarıyla etkileşimi önleyecek şekilde tasarlanmalıdır/konumlandırılmalıdır.



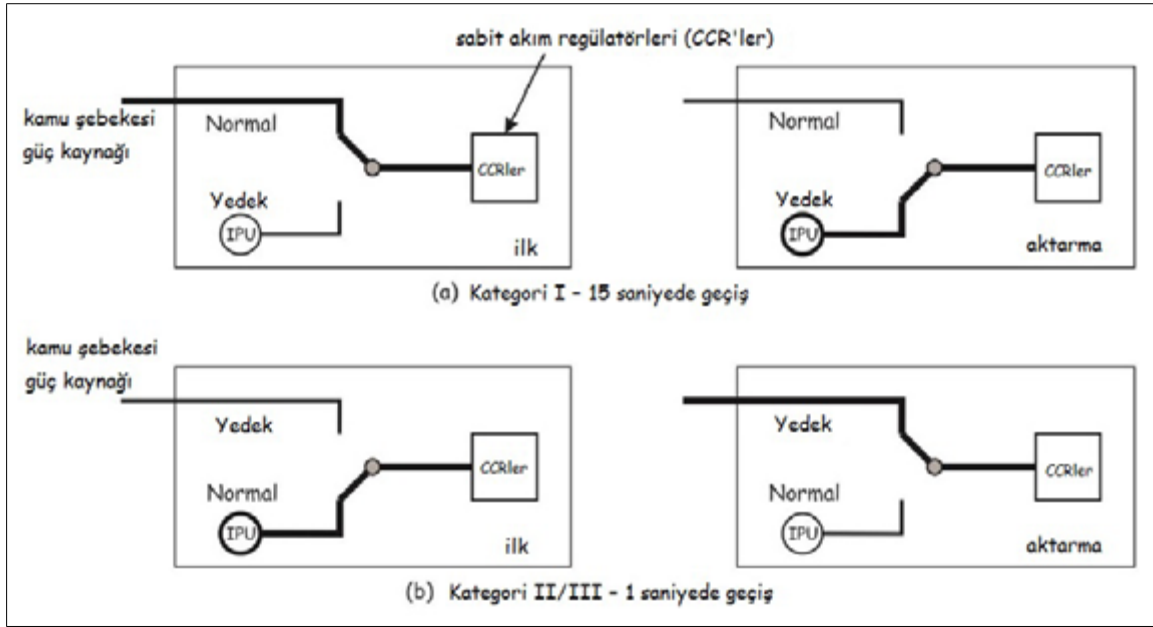
Şekil 3-1. Güneş enerjisi santrali – Neuhardenberg Havalimanı, Almanya, 1.4 megawatt
(fotoğraf kaynağı: power-technology.com)

3.3 HAVAALANI GÖRSEL KOLAYLIKLARINA GÜÇ BESLEMESİ

3.3.1 Annex 14, Cilt I’deki Tablo 8-1’den çoğaltılmış olan Tablo 3-1’de, belirli havaalanı ışıklandırma kolaylıkları için (örneğin hassas olmayan yaklaşma, hassas yaklaşma Kategori 1, hassas yaklaşma Kategori II / III ve pist görüş mesafesi 800 metrenin altında olan şartlarda kalkış için kullanılan pistler) yedek güç beslemesi temini sıralanmaktadır. Işıklıdırma sisteminin tasarımında amaç “normal” beslemenin kesilmesi veya arızalanması durumunda, belirli bir süre içinde “yedek” beslemeye kendiliğinden geçilmesidir.

3.3.2 “Normal” besleme ve “yedek” besleme tabirlerinin sadece operasyon şekline ve kesinti süresine uygun olarak güç kaynaklarına uygulanan etiketler olduğunu önemle belirtmek gerekir. Genellikle bir havaalanında ışıklandırma sistemi için bir kamusal güç kaynağı ile bir dizel jeneratör ünitesi veya kesintisiz güç ünitesi (IPU) bulunur. Şekil 3-2’de görüldüğü gibi, hassas olmayan

yaklaşma ve hassas yaklaşma Kategorisi I'de, IPU "yedek", kamusal güç kaynağı ise "normal" olarak etiketlenilmektedir, bunun sebebi IPU'nun azami 15 saniye içinde çalıştırılarak stabil hale gelebilmesidir. Hassas yaklaşma Kategori II/III'de ve pist görüş mesafesinin 800 metrenin altında olduğu kalkışlarda ise, öngörülen 1 saniyelik aktarma süresi öncelikle IPU'nun çalışır duruma getirilmesini, dolayısıyla da "normal" olarak etiketlenmesini, kamusal güç kaynağının ise "yedek" olarak etiketlenmesini gerektirmektedir. Diğer seçenekler arasında, azami kesintisinin 1 saniye olması gereken ışıktandırmalarda statik bir kesintisiz güç kaynağından (SUPU) güç sağlama yöntemi yer almaktadır. Bu yöntem, yakıt maliyeti ve çevresel fayda açısından, öncelikle IPU'nun devreye alındığı yöntemle göre daha makbuldür. Havalimanının, güç besleme koşullarını ve maliyet-performans oranını göz önüne alarak tesis için en uygun yöntemi seçmesi gerekir.



Şekil 3-2. Normal ve yedek güç beslemesi

3.3.3 Burada kolaylık sağlamak adına, "besleme" sözcüğü elektriğin kendisi, "kaynak" sözcüğü ile ise beslemenin çıkış noktası olarak düşünülmelidir. Hangi beslemenin (normal veya yedek) hangi kaynaktan çıktığı Tablo 3-1'de gösterilen operasyon şekline bağlıdır. Genel olarak, "birincil" ve "ikincil" sözcükleri belirli donanımları tanımlamak için kullanılan kalıcı etiketler olarak düşünülürken, bu terimlerin operasyonel kullanımı olan "normal" ve "yedek" ise donanımın operasyonel kullanıma işaret ettiğinden daha uygun olabilmektedir.

Operasyon	Normal besleme	Yedek besleme
Kategori I	kamu şebekesi güç kaynağı	yerel jeneratör
Kategori II/III	yerel jeneratör	kamu şebekesi güç kaynağı

Tablo 3-1. Besleme - Operasyon Şekli karşılaştırması

3.3.4 Yedek besleme olarak hizmet vermek üzere ikinci bir kamu şebekesi güç kaynağı tayin edilebilir. Ancak bu tür bir tasarım yaklaşımı yüksek hizmet düzeyi gerektirir. Bağımsız kamu şebekesi güç kaynaklarının operasyon bütünlüğü; bu kaynakların birbirinden ayrılmasına ve bağımsız

olmasına bağlıdır. Bu iki kaynağın, ağ tipi (enterkonnekte) dağıtım şebekelerinden gelmesi durumunda, şebeke arızası her iki kaynağın da kesilmesine neden olabilir. Ayrıca, bu diğer güç kaynakları sadece yedek durumunda olmayabilir ve havaalanındaki diğer kolaylıklara elektrik gücü sağlıyor olabilir. Bu ikinci durumda, güç kaynağının gerektiğinde zaruri havaalanı ışıklandırma kolaylıklarına güç sağlayacak yeterli kapasitede olması gerekir. Ayrıca, zaruri olmayan bir yükün kesilmesinin görsel kolaylıklara giden besleme de dahil olmak üzere beslemenin tümüyle gitmesine yol açmaması için koruyucu cihazların koordine edilme özen gösterilmelidir.

3.3.5 İkinci bir kamu şebekesinin veya yerel bağımsız güç kaynağının kullanılması mümkün olmakla birlikte, havaalanı görsel kolaylıklarının motor jeneratör grubu şeklinde, kapasitesi 50 ila 1000 kVa arasında değişen kendi yerel güç kaynağının olması tercih edilmektedir. Bu yerel güç kaynağı, birincil kaynaktan gelen gücün arızasının giderilmesi için gereken azami süreden daha uzun süre güç besleme kapasitesine sahip olmalıdır. Motor jeneratör gruplarının genelde yakıt ikmali yapılmaksızın 24 ila 72 saat çalışması beklenir.

Senkronizasyon

3.3.6 Normal ve yedek güç beslemelerinin ayrı ayrı geçişlerine alternatif olarak, acil durum güç ünitesi (IPU) kamu şebekesi güç kaynağıyla senkronize olmayabilir yani şekil 3-3'te görüldüğü gibi uyum içinde çalışacak şekilde eşleştirilmiş olmayabilir. Böylece üretilen güç daha verimli olmakta ve sabit akım regülatörlerine (CCR'ler) güç beslemesinde kesinti ortadan kalmaktadır. Bu durumda, "normal" veya "yedek" besleme etiketi kullanılmamaktadır zira bir bakıma her iki etiket de geçerlidir.

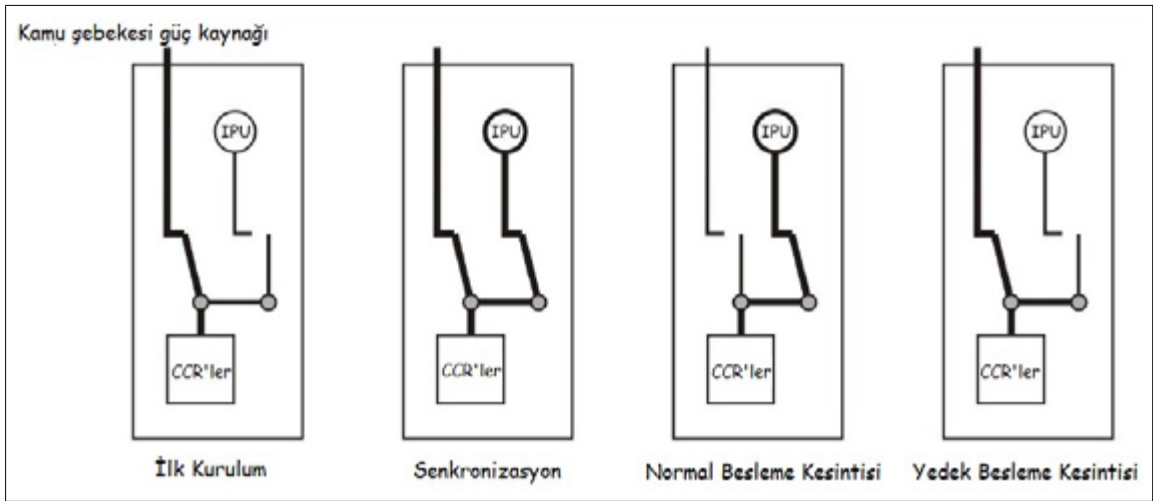
3.4 KESİNTİSİZ GÜÇ BESLEMESİ

3.4.1 Bir diğer yöntem de, kesintisiz güç beslemesi (UPS) (zaman zaman kesintisiz güç kaynağı veya kesintisiz güç sistemi olarak da adlandırılmaktadır) kullanılmaktadır. Şekil 3-4'te görüldüğü gibi, ilk çalıştırmada, sabit akım regülatörlerinde (CCR'ler) normal besleme kamu şebekesi güç kaynağından sağlanmaktadır. Kamu şebekesi güç kaynağının kesilmesiyle, iki aşamalı bir süreç gerçekleşir. Birinci aşamada, UPS, CCR'lere güç sağlar. Bu aşama 15 ila 30 dakika veya akülerin büyüklüğüne bağlı olarak daha uzun sürebilir. Aküler bitmeden önce, 2. aşamada yükü devralmaya hazır olması için IPU çalıştırılır.

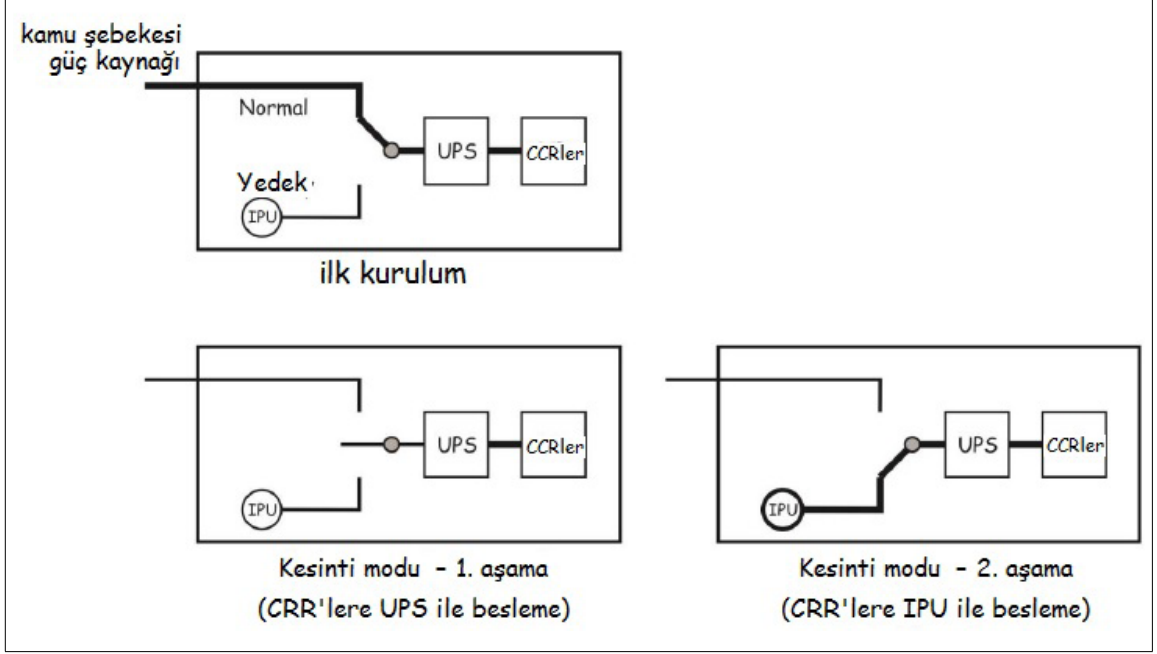
3.4.2 CCR'ler yedek beslemenin başlatılmasında kesintiye maruz kalmadığı sürece, bu işlem Kategori II/III operasyonlara için de aynı şekilde uygulanabilir. Bu, havalimanına iki tür fayda sağlar. IPU, Kategori II/II operasyonlarda yedek besleme olacağından, çalışma saatleri büyük ölçüde azalmakta, böylece yakıt tüketimi ve bakım ihtiyacı azaltılmaktadır. Ayrıca, 20 saniyenin altındaki kamu şebekesi güç kaynağı kesintilerinde UPS güç sağlayabildiğinden, bu azalma Kategori I operasyonlarında da görülmektedir. Bu uygulama, IPU'nun çalışma saatlerinin azalmasıyla birlikte emisyonlar, dolayısıyla da havalimanının karbon ayak izi de azalacağından çevresel bir fayda da sağlanmaktadır.

3.4.3 Gereken kesinti süresine uymak için daha iyileştirilmiş bir yöntem ise, pist kenarı ve pist merkez hattı/konma bölgesi ışıklandırması gibi belirli ışıklandırma kolaylıklarını, Şekil 3-5'te gösterilen şekilde, bunlardan ikincisine UPS ile besleme yapılacak şekilde ayırmaktır. Bu şekilde, IPU, Annex 14, Cilt 1, Tablo 8-1'e göre Kategori II operasyonların kapsamına giren tüm kolaylıklar için yedek besleme görevi görür. Aktarma gerçekleştiğinde, UPS pist merkez hattı/konma bölgesi ışıklandırmasına 1 saniye şartına uyacak şekilde güç sağlarken, pist kenar ışıkları, IPU'nun 15 saniyelik çalışma süresi boyunca bekler.

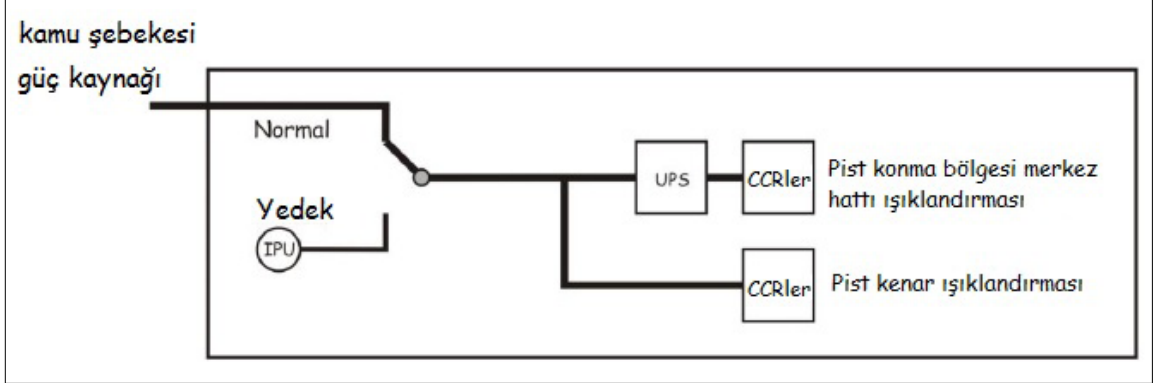
3.4.4 UPS'ler genellikle, enerjinin depolandığı bir akü grubu bulunan elektronik bir paket şekilde olup, bunlara statik kesintisiz güç ünitesi (SÜPU) olarak anılmaktadır. Bir motor ve elektriği depolamak için volanlı bir elektrik jeneratöründen oluşan UPS'ler ise dinamik kesintisiz güç ünitesidir (RÜPU). Birçok havalimanında kullanılan RÜPU, teknolojideki gelişmelerin etkisiyle günümüzde daha çok itibar görmeye başlamış olmasına rağmen, çeşitli sorunlar nedeniyle popülerliğini kaybetmiştir.



Şekil 3-3. Kaynakların senkronizasyonu



Şekil 3-4. UPS ile Operasyon



Şekil 3-5. Işıklandırma kolaylıklarının ayrılması

Pist	Güç isteyen ışıklandırma yardımcıları	Azami geçiş süresi
Hassas olmayan yaklaşma	Yaklaşma ışıklandırma sistemi	15 saniye
	Görerek yaklaşma eğim göstergeleri (a) (d)	15 saniye
	Pist kenarı (d)	15 saniye
	Pist eşiği (d)	15 saniye
	Pist sonu	15 saniye
	Mania (a)	15 saniye
Hassas yaklaşma Kategori I	Yaklaşma ışıklandırma sistemi	15 saniye
	Pist kenarı (d)	15 saniye
	Görerek yaklaşma eğim göstergeleri (a) (d)	15 saniye
	Pist eşiği (d)	15 saniye
	Pist sonu	15 saniye
	Zaruri taksi yolu (a)	15 saniye
	Mania (a)	15 saniye
Hassas yaklaşma Kategori II/III	Yaklaşma ışıklandırma sisteminin içten 300 metresi	1 saniye
	Yaklaşma ışıklandırma sisteminin diğer kısımları	15 saniye
	Mania (a)	15 saniye
	Pist kenarı	15 saniye
	Pist eşiği	1 saniye
	Pist sonu	1 saniye
	Pist merkez hattı	1 saniye
	Pist konma bölgesi	1 saniye
	Bütün durdurma çubukları	1 saniye
	Zaruri taksi yolu	15 saniye
800 m değerinin altındaki pist görüş mesafesi şartlarında kalkış amaçlı pist	Pist kenarı	15 saniye (c)
	Pist sonu	1 saniye
	Pist merkez hattı	1 saniye
	Bütün durdurma çubukları	1 saniye
	Zaruri taksi yolu (a)	15 saniye
	Mania (a)	15 saniye

Tablo 3-2. Görsel kolaylıklarda ikincil güç beslemesi gereklilikleri
(Temmuz 2016 tarihli Annex 14, Cilt I, 7. basım, Tablo 8-1'den alıntıdır)

(a) Çalışmalarının uçuş operasyonunun emniyeti açısından şart olduğu durumlarda ikincil güçle beslenir.

(c) Pist merkez hattı ışıklarının bulunmadığı durumlarda bir saniye

(d) Tehlikeli veya dik arazi üzerindeki yaklaşımlarda bir saniye.

Aktarma (geçiş) süresi gereklilikleri

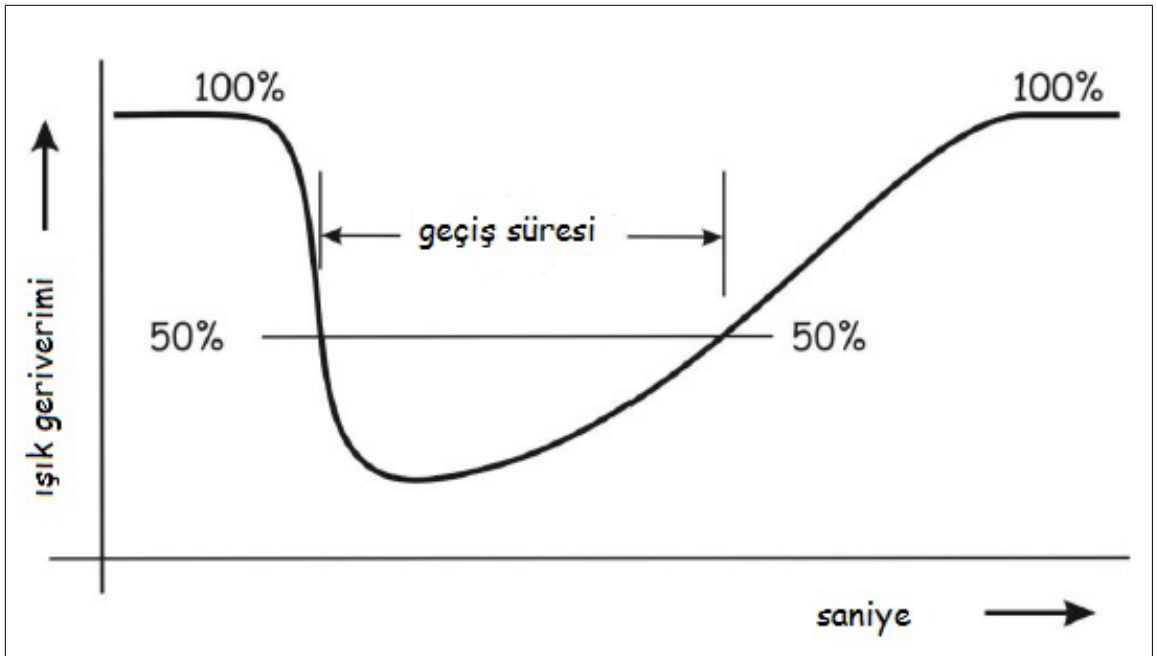
3.4.5 Kritik görsel kolaylıklarda normal güç kaynağının kesilmesi durumunda, yük yedek güç kaynağına aktarılmalıdır. Dizel elektrik jeneratörü ünitesi gibi yerel bir güç kaynağı söz konusu ise, bu güç kaynağı çalıştırılarak hazır duruma getirilmeli ve yük transfer edilmeden önce gerilim çıkışı sabit hale getirilmelidir.

3.4.6 Şekil 3-6'da gösterilen "azami geçiş süresi", yüzde 25 veya üzeri yeğinlik değerlerinde çalıştırılan bir ışığın ölçülen yeğinliğinin ilk değerin yüzde 50'sine düşüp, güç besleme değişikliği sırasında tekrar yüzde 50'ye çıkması süresi olarak tanımlanmaktadır. Depo odasında elektrik transferinin gerçekleşme süresi değildir. Dolayısıyla, geçiş süresi aslında elektrikten ziyade ışık geriveriminin kesilme süresidir. Bu süre, sahadaki bir ışıktan veya depoya kurulan örnek bir ışıktan elde edilen fotometrik geriverim ölçülerek doğrulanabilir. Geçiş işlemi, lamba filamanının ısı ataleti sebebiyle akkor lambanın çıkışının aslında sıfırlanmadığını belirtmek gerekir. Bu durum, LED ışıklandırılarda geçerli olmayıp, LED ışıklarda devredeki indüktans daha önemli bir rol oynayabilir.

3.5 DONANIM

Bileşenler

3.5.1 Elektrik gücü sisteminin bileşenleri, ilgili kolaylık için ihtiyaç duyulan güvenilirlik, kullanıma hazır olma, gerilim ve frekans özelliklerini sağlayacak kalitede olmalıdır. Havaalanı ışıklandırılmasında yaygın olarak kullanılan donanımların başlıca unsurları motor jeneratörlerin çalıştırılması için güç sağlayan motor jeneratör grupları, güç aktarma anahtarlama cihazları ile bu donanımın muhafaza edildiği depolar veya muhafaza yerleridir.



Şekil 3-6. Aktarma (geçiş) süresi özelliği

Motor jeneratör grubu

3.5.2 Temel ikincil güç kaynağı, bir ana itici güç, bir jeneratör, bir yol verme cihazı, yol verme kumandaları ve yakıt deposundan oluşan motor jeneratör grubudur. İkincil güç ünitesi olarak kullanılan motor jeneratör grupları genellikle 100 - 500 kVA kapasitesindedir ancak kapasiteleri 50 ila 1000 kVA arasında değişebilmektedir.

- a) Ana itici güç. Çoğu ikincil güç ünitesi için kullanılan ana itici güç yakıtların maliyetine ve bulunurluk durumuna bağlı olarak tercih edilen benzin, dizel veya gaz motorlar veya gaz türbinlerdir. Bu ana itici güç, genellikle standart ölçülerde olup, jeneratörün kilovolt-amper anma değerini kaldırmaya yetecek güçtedir. Büyük havaalanlarının çoğunda kullanılan ana itici güçler, otomatik çalışabilme, hız sabitleme ve 15 saniye içinde yüke bağlanabilme kapasitesine sahip olan hızlı yol verme özellikli türlerdir.
- b) Jeneratörler Genellikle alternatör olan jeneratörler mekanik olarak ana itici güce bağlıdır ve ünitenin frekans, gerilim ve güç anma değerinde ikincil elektrik gücü sağlar. Jeneratörler tek fazlı veya üç fazlı olabilir. Mekanik enerjiyi elektrik enerjiye dönüştürmede yüksek verimliliğe sahip olmaları gerekmektedir (bkz. Şekil 3-7).
- c) Yol verme cihazları. Çoğu ikincil güç motor jeneratör gruplarında motora yol vermek için gereken enerjisi depolamak için akü grupları kullanılır. Kullanım sıklığının az olması, çalışma sürelerinin kısalığı, yüksek yol verme akımı istemesi ve maliyeti nedeniyle, kurşunasit aküler bu ünitelere yol vermek için en sık kullanılan akülerdir. Akü grubu (çoğunlukla seri ve/veya paralel bağlantılı akülerden oluşan bir takım), ikincil güç ünitesinin çalışması beklenen en ağır koşullarda (genellikle -7°C gibi düşük bir sıcaklıkta) ve gereken zaman limitleri içerisinde motora yol vermek için gerekli gerilimi ve akımı sağlayabilecek kapasitede olmalıdır. Akülerde depolanan elektrik enerjisini idame ettirmek için, aşırı akım ve aşırı yük kontrollü bir akü şarj cihazı daima elektrik gücüne bağlıdır. Hidrojen gazı birikmesini önlemek için akü grubu iyice havalandırılmalıdır ve herhangi bir birikmiş gaz patlamasına neden olabilecek ark, kıvılcım veya alevlerden korunmalıdır. Özel koşullar gereği, yüksek başlangıç maliyetlerinin mazur görüldüğü durumlarda, nikel-kadmiyum bataryalar kullanılabilir. Volanlar, pnömatik basınçlı kaplar, akü dışındaki enerji depolama cihazları, güvenilir olmamaları veya maliyetleri nedeniyle motora yol vermede seyrek olarak kullanılmaktadır.
- d) Yol verme kontrolleri Motor jeneratör grubunun kumandaları genel olarak otomatik başlatma ile birlikte aktarma anahtarlama cihazının bir parçası olan birincil güç kesintisi sensörüdür. Kritik gereklilikleri düşük olan kolaylıklar için zaman zaman manuel veya uzaktan kumandalar kullanılmaktadır. Çalıştırıldığında, hız ve güç motor tarafından otomatik olarak düzenlenmektedir ve elektrik yükü aktarma anahtarıyla bağlanmaktadır. Motor jeneratör herhangi bir ayar veya başka bir müdahale gerektirmeden otomatik olarak çalışmalıdır. Gücün tekrar kamu şebekesi kaynağına aktarılması ve motorun durdurulması otomatik olarak veya uzaktan kumanda ile sağlanabilir.
- e) Yakıt ikmali. IPU için gereken sıvı yakıt genellikle motor jeneratörünün bulunduğu yerin

yakınlarındaki depolarda depolanır. Yakıt depolarının kapasitesi, motor jeneratörden beklenen azami çalışma süresi için yeterli olmalıdır. Bazı otoriteler asgari 72 saatlik ikmal koşulu getirmektedir. Bazıları ise daha kısa süreli tasarımlar öngörmektedir ancak söz konusu süre genellikle ikincil gücün kullanılmasını gerektirecek koşulların yaşanması beklenen azami sürenin en az iki katı olmalıdır. Tesiste kimi zaman bir dış deponun içinde daha küçük bir “günlük depo” bulunur. Yakıt depoları ve bağlantıları tüm emniyet gerekliliklerine uygun olmalı ve yakıt ikmali için uygun erişim imkanı sağlamalıdır. Bu depolarda ayrıca yakıt kontaminasyon testleri, özellikle de yakıt deposunda su birikme testi için gerekli düzenlemelerin sağlanması tasarlanmalıdır.



Şekil 3-7. Dizel elektrik jeneratör grubu (kaynak: Toronto Uluslararası Havalimanı)

Güç aktarma anahtarlama

3.5.3 Gücün normal beslemeden yedek beslemeye aktarılması için uygun bir aktarma cihazına ihtiyaç duyulmaktadır. Manuel yol verme ve kumanda durumunda bu cihaz, yükü bir kaynaktan ayırıp diğerine bağlayan basit bir anahtar veya röle olabilir. Otomatik aktarma için ise ilave kumandalara ihtiyaç vardır. Bunlar genellikle tek bir kumanda ünitesi veya kumanda dolabı içerisinde bir araya toplanmıştır. Bu ünite, normal beslemenin kesildiğini algılayarak, yedek üniteye yol vermeyi başlatma, jeneratörün geriliminin ve frekansının yeterli bir şekilde sabitlendiğini tespit etme ve yükü jeneratöre bağlama özelliklerine sahip olmalıdır. Bu ünite aynı zamanda, yedek beslemeden enerji sağlanmayacak olan zaruri olmayan yükleri ve kolaylıkları devreden ayırarak,

normal besleme düzeldikten sonra bu yükleri tekrar normal beslemeye aktarabilir. Yükü ayırmaya ve bağlamaya yarayan anahtarlar veya röleler, jeneratörünün anma yükünü kaldırarak kapasitede olmalıdır. Bu anahtarların veya rölelerin işleyişi, 15 saniyelik veya 1 saniyelik transfer sürelerinin her biri için benzerdir fakat en kısa aktarma süresi için daha hızlı etkili rölelere ihtiyaç duyulabilir. 15 saniyelik aktarma da, sensorlar 3 saniyeden daha kısa sürede yanıt vermelidir çünkü motorları hızlı başlatmak için en az 10 saniyelik yol verme ve stabilizasyon süresine ihtiyaç duyulur (bkz. Şekil 3-8).



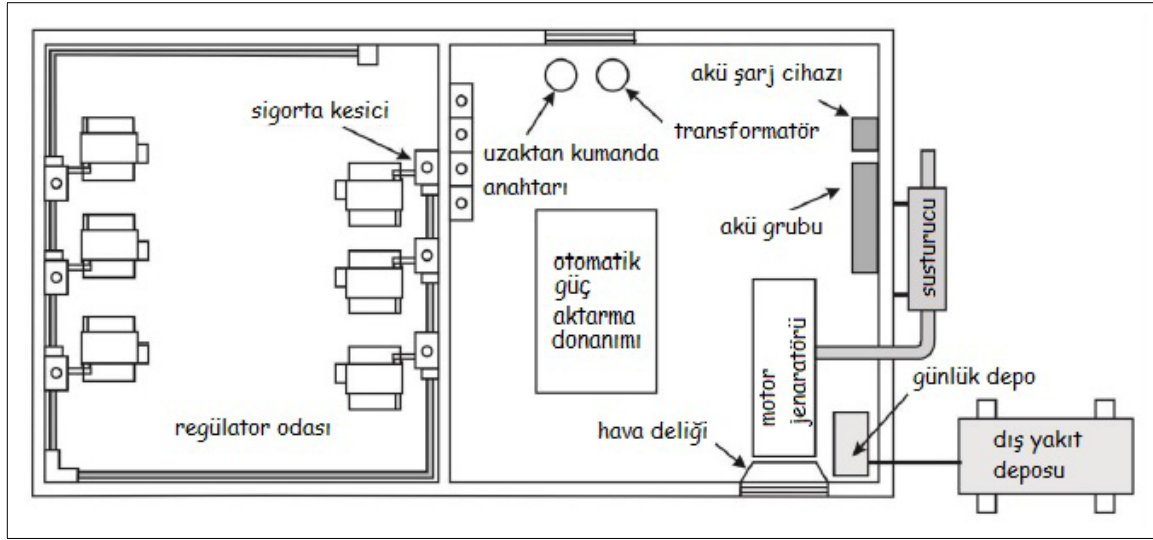
Şekil 3-8. Aktarma panosu (kaynak: Toronto Uluslararası Havalimanı)

3.6 ELEKTRİK DONANIMLARI İÇİN DEPOLAR VE MUHAFAZA YERLERİ

Muhafaza yerleri

3.6.1 Havalimanı ışıklandırma ve diğer kolaylıklar için kullanılan elektrik donanımının çoğu hava şartlarından korunmak ve daha yüksek güvenlik sağlamak için özel depolarda veya muhafaza yerlerinde bulunur. Yüksek gerilim şalt sahaları genellikle açık havada bulunur; orta gerilim dağıtım transformatörleri ise çoğunlukla çitlerle çevrili transformatör altlıkları üzerinde yerleştirilir. Elektrik depolarının çoğu yer üstündedir ve ateşe dayanıklı malzemelerden yapılmıştır. Bu depolarda en çok kullanılan malzemeler, zeminde kullanılan betonarme ve beton ile duvarlarda kullanılan beton veya cüruf briketi ve/veya tuğladır. Bu malzemelerin kullanılması, elektrik

çarpması, elektrik devrelerinin kısa devre yapması ve yangın riski gibi tehlikeleri azaltmaktadır. Transformatörlerin ve motor jeneratör setlerinin muhafazası için zaman zaman prefabrik metal yapılar da kullanılmaktadır. Güç dağıtım ve kumanda teçhizatı, ikincil güç donanımı ve havaalanı ışıklandırma sistemlerine güç vermek ve bu sistemleri kumanda etmek için kullanılan çeşitli cihazlar bu depolarda tutulmaktadır. Depolar, kabalık yapmadan gerekli teçhizat ve donanımı alacak büyüklükte olmalıdır ve donanım ve faaliyetlerin daha iyi ayrıştırılması için odalara bölünmüş olabilir. Şekil 3-9'da elektrik depolarının bir örneği verilmiştir.



Şekil 3-9. Elektrik odası (kaynak: UFC-3-535-01)

Konum

3.6.2 Elektrik depoları, mania sınırlandırma yüzeyleri üzerinde ihlal oluşturabilecekleri yerlerde kurulmamalıdır. Kontrol kulesi ile bu depolar arasındaki mesafeler kumanda kablolarında aşırı gerilim düşüşünü önleyecek kadar kısa olmalıdır. Bu kablolarda izin verilen uzunluk, kablo kesitine, kumanda gerilimine ve kullanılan kumanda rölelerinin türlerine göre değişiklik gösterir. Ancak daha uzun kumanda sistemlerinin bazılarında kumanda kablolarının uzunluğu yaklaşık 2250 metre ile sınırlanmıştır. Elektrik depolarına tüm hava durumlarında araçla erişim sağlanabilmesi gereklidir ve uçak trafiğiyle çakışmanın asgari seviyede olması tercih edilir. Odaların konumu, besleme kablosu uzunluklarının mümkün olduğunca kısa tutulurken uygun ışıklandırma devrelerine ve kolaylıklarına bağlamaya elverişli olmalıdır.

3.6.3 Elektrik depoları, yangınların ve patlamaların yayılmasını önlemek amacıyla, diğer binalardan ve kolaylıklardan ayrılmış olmalıdır; fakat ikincil motor jeneratör gruplarının muhafaza yerleri, kablo uzunluğunu ve kesitini azaltmak ve güç aktarma sistemini kolaylaştırmak için elektrik deposunun yakınında olabilir.

3.6.4 Yaklaşma ışıklandırma sistemleri bulunan havaalanlarında, her bir yaklaşma ışıklandırma sistemi için ayrı yaklaşma ışıklandırma depolarına ihtiyaç olabilir. Büyük havaalanlarında, bazı

otoriteler ışıklandırma devrelerinin daha kolay serpiştirilmesi ve sistemlerin bütünlüğünün artırılması için pistin veya yaklaşma ışıklandırma sisteminin her iki ucunda bir elektrik deposu kullanmaktadır.

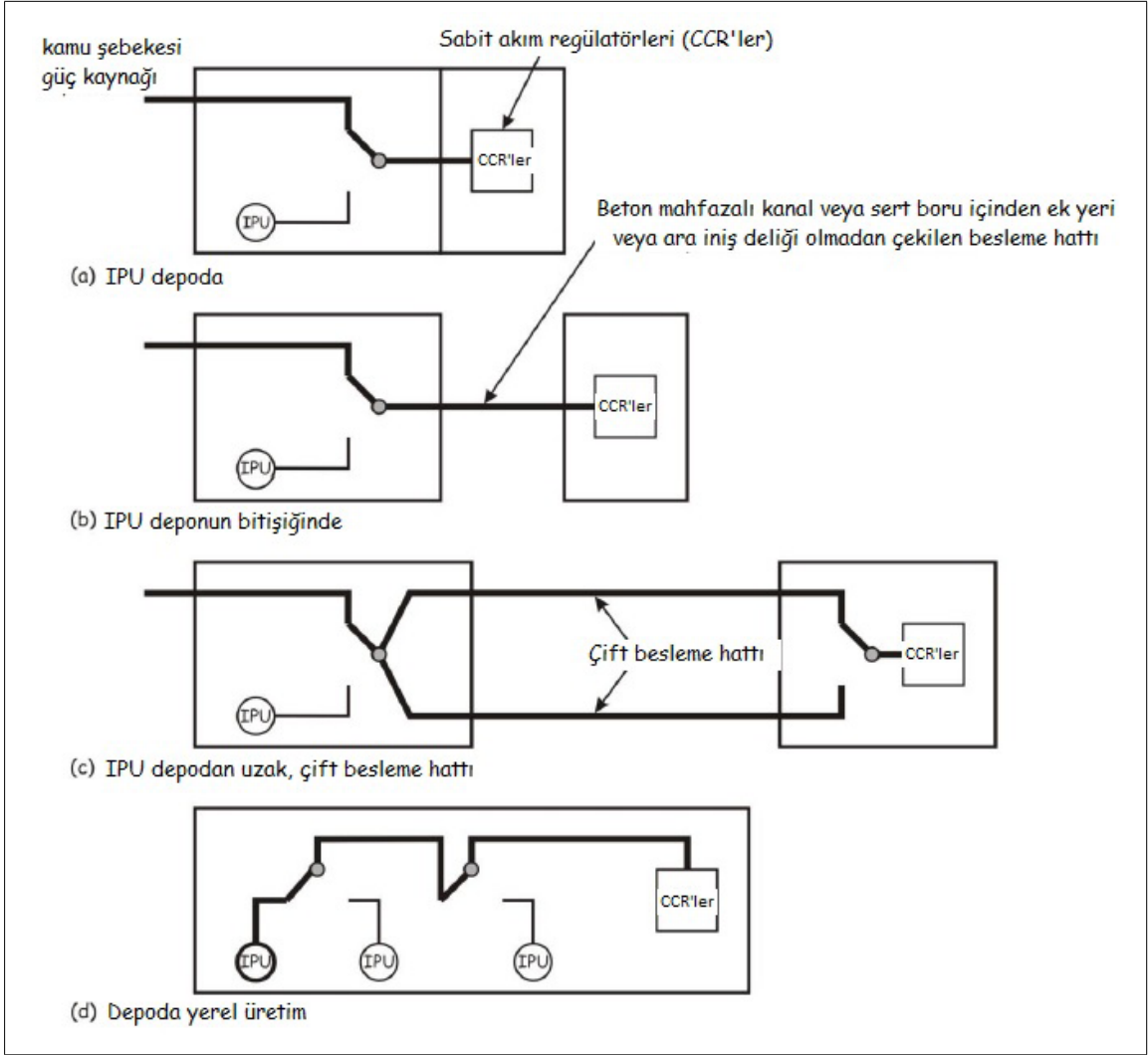
3.6.5 Bazı Devletlerde, saha elektrik merkezi (FEC) terimi kullanılmaktadır. Bu terim, havaalanı merkezinde veya yakınlarında ışıklandırma yüklerine giden besleme kablolarının uzunluğunun en kısa olacağı konumu ifade etmektedir.

Özel koşullar

3.6.6 Özel amaçlı binalarda olduğu gibi, elektrik depolarında da emniyeti ve güvenilir donanım performansı sağlamak için bazı özel özellikler gerekebilmektedir (bkz. Şekil 3-10). Bu özelliklerden bazıları şunlardır:

- a) Havalandırma. Transformatör sıcaklıklarının, donanım üreticisinin öngördüğü değerleri geçmesini önlemek için yeterli havalandırma sağlanmalıdır. Elektriksel ısı kayıplarının büyük bir bölümü havalandırma yoluyla giderilmelidir; sadece küçük bir bölümü ise deponun duvarlarıyla dağıtılabilir. Bazı elektrik kurallarında, her bir kVA transformatör kapasitesi için 20 cm²'lik açık ızgara alanı bulunması tavsiye edilmektedir. Tropik ve dönence altı iklimler gibi sıcaklık değerlerinin ortalamasının üzerinde seyrettiği yerel koşullarda, havalandırma ızgarasının alanı artırılmalı veya cebri havalandırma takviyesi yapılmalıdır.
- b) Erişim imkanı. Donanımın onarımı, bakımı, kurulumu ve sökülmesi için yeterli erişim imkanı sağlanmalıdır. Toplu yakıt dağıtımı için yeterli erişim sağlanmalıdır (örneğin; yakıt tankeri)
- c) Drenaj. Bütün elektrik depolarında drenaj sistemi bulunmalıdır. Normal drenajın mümkün olmadığı durumlarda, taşınır pompa kullanılabilmesi için bir drenaj çukuru bulunmalıdır.
- d) Güvenlik. Elektrik depolarının her biri, yetkili olmayan kişilerin yanlışlıkla veya kasten erişimini önleyecek şekilde donatılmalıdır. Bu güvenlik uygulaması, donanımın çalışmasına müdahaleyi önlemek ve bu kişileri olası elektrik çarpması risklerinden korumak açısından gereklidir. Kullanılan bazı yöntemler arasında, demir parmaklıklı ve tel kafesli pencereler, asma kilitli ağır metal kapılar ve güvenlik çiti/duvarı yer almaktadır.
- e) Depo ışıklandırması. Elektrik depoları, gece ve gündüz kullanım için iyi aydınlatılmış olmalıdır. Bu ışıklandırma genellikle tüm alanlarda iyi bir görüş imkanı sağlayacak boyutta, türde veya konumdaki iç ışıklarla sağlanmaktadır. Düşük görüş imkanı, kaza potansiyelini artırarak elektrik çarpması veya yanlış kumanda ve ayar gibi sonuçlar doğurabilir. Depoda ana güç beslemesinin kesildiğinde çalışacak acil durum ışıklandırması tesis edilmelidir.
- f) Yerel haberleşme. Elektrik depolarının çoğunda, kontrol kulesi, diğer elektrik depoları ve belki diğer tesisler veya ofisler ile rahat ve güvenilir haberleşme imkanı sağlanmalıdır. Özel telefon ve dahili haberleşme sistemlerinin kullanılması bu devrelere dış kaynaklı girişimi önleyebilir; ancak bunun için diğer güvenilir düzenlemelerden de yararlanılabilir.

- g) Elektrik boruları. Elektrik depolarında, ileride ilave giriş veya çıkış devrelerinin döşenmesi için yapılması gerekebilecek yapısal değişikliklerin önüne geçmek amacıyla yeterli sayıda kablo borusu ve kablo giriş erişimi sağlanmalıdır. Bu kablo girişleri genellikle mevcut kablo kanallarına bağlanabilen yer altı boruları, doğrudan gömme kablolar veya ilerideki genişletme çalışmaları için sağlanmış mevcut kullanılmayan kanal boruları üzerindedir. Kullanılmayan kablo borularının uçları tıkanmalıdır; kablo olan kanalların ucu kapatılmalıdır.
- h) Donanım kurulumu. Donanım özellikle de regülatör, dağıtım transformatörleri, kumanda panoları ve devre seçici veya kumanda cihazları gibi büyük parçalar sade ve düzenli bir plan oluşturacak şekilde düzenlenmelidir. Bu düzenleme yapılırken, emniyet, özellikle de yüksek gerilimli elektrik bağlantıları ile birlikte teçhizata ve kumandalara erişim hususları dikkate alınmalıdır. Ayrıca elektrik devreleri mümkün olduğunca sade bir şekilde düzenlenmelidir. Bütün elektrik devrelerinin ve kumandalarının kurulumuna ilişkin geçerli elektrik emniyet kurallarına uyulmalıdır. Dizel jeneratörlerde bakım yapılmasını kolaylaştırmak için havai bir raya monteli kaldıraç temin edilmelidir.
- i) Motor jeneratörün ve şalt tesisinin sabit akım regülatörlerinden ayrı bir kapalı alan içerisinde bulunduğu durumlarda, beton mahfazalı kanal veya çelik boru içinde, ek yeri veya ara iniş delikleri olmadan besleme kabloları yerleştirmek suretiyle ara bağlantı sağlanmalıdır. Konumlarının nispeten uzak olması halinde, bağlantı çift besleme hattıyla kurulmalıdır.



Şekil 3-10. IPU konfigürasyonları

Kondansatörler

3.6.7 Kondansatör tipleri. Devrenin taşıdığı yükün güç katsayısını artıracak şönt kondansatörler kullanılmalıdır. Kondansatör uygulamalarında aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Sabit sığa. Sabit sığa, azalmış yükte aşırı gerilim yükselmesi olmadan sürekli uygulanabilecek sığa miktarıdır.
- Anahtarlamalı sığa. Anahtarlamalı sığa, uygulanan ilave miktarı talep azaldığında kapatma imkanı bulunduğu takdirde, uygulanabilecek ilave sığa miktarıdır.
- Kondansatör anahtarlama. Spesifik duruma uygun bir kondansatör anahtarlama türü seçilmelidir. Olası seçenekler arasında, kondansatör anahtarlama cihazının uzaktan kumandası, saatli kumanda, güç katsayısı röle kumandası veya gerilime duyarlı röle kumandası yer almaktadır.

3.6.8 Kondansatörlerin yeri. Kondansatörler, banklara, yer seviyesinde veya bağlantı işleminin gerekli olduğu durumlarda alanın ağırlık merkezine mümkün olduğunda yakın olacak şekilde bir şalt sahasına yerleştirilir.

3.6.9 Anahtarlar. Havai ve yeraltı devrelerin kusurlu kısımlarının yerini tespit etmek ve gerilimsiz devre çalışması yapmak için anahtarlar kullanılır. Aşağıdaki başlıca türlerden biri seçilir:

- a) Yüksüz devre ayırıcı anahtarlar. Yüksüz devre ayırıcı anahtarlar, sadece kayda değer bir yük taşımayan devrelerin kesilmesi için kullanılır. Devrenin önemine, yüküne, gerilimine ve arızalı devrenin görevine bağlı olarak uygulanacak tip seçilir. Mevcut tipler, porselen ayırıcı sigorta kesici, düz veya sigortalı tek kutuplu hava ayırma anahtarları ve çeşitli türlerde ayırıcı sigorta kesicilerdir. Ayırma ve ark boynuzu aralığı anahtarları da yüksüz devre ayırıcı anahtarlar olarak kullanılabilir. Bu yüksüz devre ayırıcı anahtarların hepsinde kapama anma değeri devredeki kısa devre akımından daha büyük olmalıdır.
- b) Yük ayırıcı anahtarlar. Yük ayırıcı anahtarlarda, yük altındaki devreleri ayırabilen bir kesici cihaz bulunmaktadır. Yük ayırıcı ve yük kesici anahtar olarak tasarlanmış olan sigorta kesicileri mevcuttur. Ayrıca vakumlu anahtarlar da yük ayırma özelliği sağlamaktadır.

3.6.10 Sayaçlar. Elektrik donanımlarında bakım aracı olarak olay sayaçları ve geçen zaman sayaçları takılabilir (bkz. Şekil 3-11).



Şekil 3-11. Geçen zaman sayacı





BÖLÜM
4

GÜÇ DAĞITIMI

4. BÖLÜM

GÜÇ DAĞITIMI

4.1 GENEL

Bu bölümde, havaalanı ışıklandırması için ana havaalanı şalt sahası/sahaları ile ışıklandırma depoları veya yerel tesis dağıtım transformatörleri arasındaki elektrik gücü iletiminde kullanılan donanımlar ele alınmaktadır. Donanım açıklamalarında genel özellikler ve ihtiyaçlar üzerinde durulmuş olup, bu açıklamalar genellikle herhangi bir özel donanım türüne veya parçasına ilişkin değildir. Donanım türleri ve cihaz sayısı havaalanının büyüklüğüne ve karmaşıklık düzeyine göre büyük ölçüde farklılık gösterecektir. Ekonomik boyut, tesisat kriterlerinin önemli bir unsurudur ve sadece performansa, emniyete, güvenilirliğe ve bütünlüğe katkı sağlayan donanımlar kullanılmalıdır. Kullanılan devreler ve donanım, kolaylıkların/tesislerin makul bir şekilde büyütülmesine imkan sağlamalıdır. Elektrik gücünün verimli kullanılması daima arzu edilen amaçlardan biridir ancak havaalanı ışıklandırmasında enerji maliyeti, genellikle havaalanının toplam enerji maliyetinin çok küçük bir bölümüdür ve tesisat masraflarını fazlasıyla artıracak veya performansı, emniyeti ya da güvenilirliği azaltacak kadar üzerinde durulmamalıdır. Yerel elektrik emniyet kurallarına uyulmalıdır (bkz. Şekil 4-1).

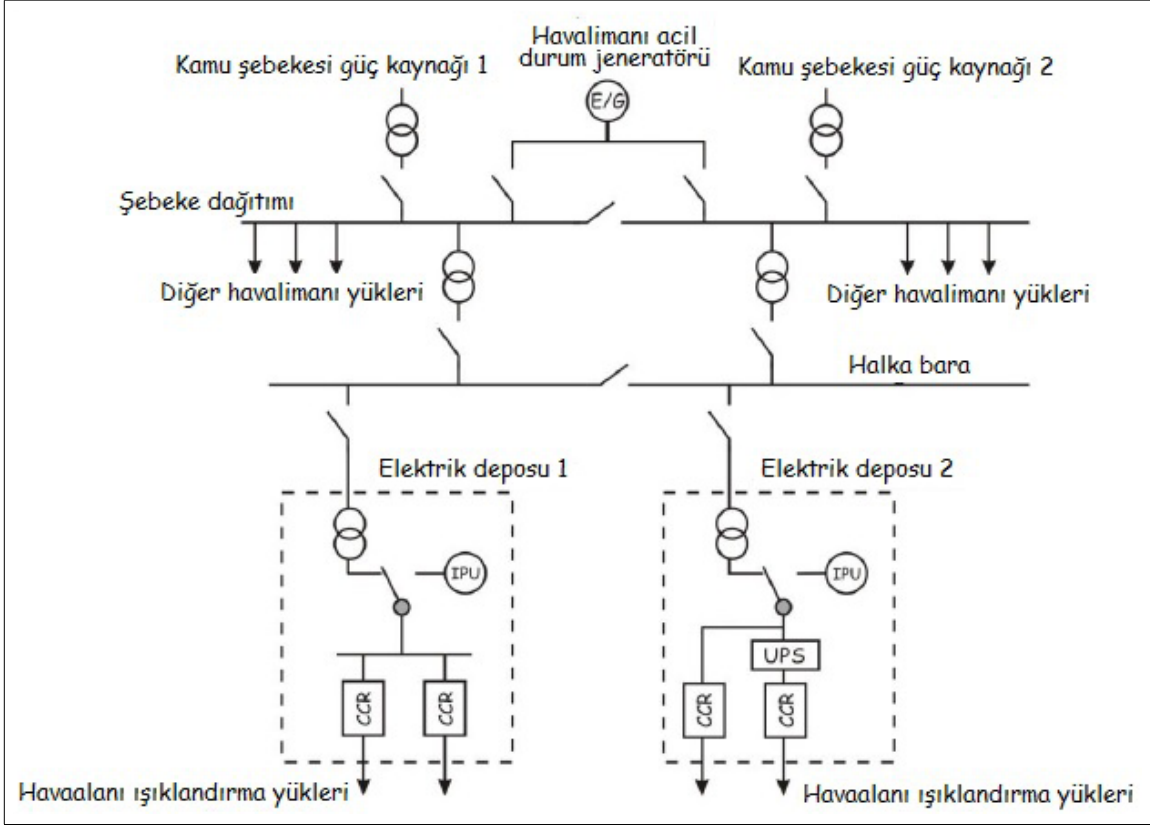
4.2 BİRİNCİL GÜÇ BESLEME DEVRELERİ

Birincil güç, genellikle havaalanının ana şalt sahasında gerilimi düşürüldükten sonra havaalanına dağıtılır. Büyük havaalanlarında ilk aşamada bu gücün gerilim seviyesi ortanın üzerinde (genelde 5.000 ila 20.000 volt) olabilir, ancak daha küçük, karmaşıklık düzeyi daha az olan havaalanlarında bu güç orta gerilimde dağıtılabilir (genelde 1.000 ila 5.000 volt). İletim gerilim seviyesinin belirlenmesinde mesafe ve devre üzerindeki toplam yük önemli faktörlerdir. Gerilim seviyesi ortanın üzerinde olan bir dağıtım sisteminde, elektrik gücü çoğu zaman şalt sahaslarına aktarılır ve burada yerel dağıtım için orta gerilime düşürülür. Bu gerilim dağıtım sistemleri kombinasyon halinde kullanılabilir. Birincil güç, genellikle yer üstü (havai) devreler, yeraltı devreler veya bunların birlikte kullanımı vasıtasıyla çok fazlı devreler şeklinde ana şalt sahasından yerel şalt sahasına veya dağıtım yerlerine iletilir. Yer üstü devrelerin döşenme maliyeti daha düşüktür ve uygulanabilirliği olan durumlarda genellikle yer üstü devreler kullanılmaktadır ancak bu devreler hasar görmeye daha açıktır ve bazı bölgelerde hava aracı için tehlike oluşturabilirler ve diğer teçhizat için elektromanyetik parazit yaratabilirler. Hareket sahasının içine veya yakınlarına uzanan elektrik hatlarının yer altına döşenmesi gereklidir. Yeraltı besleme kabloları genellikle kanal içine döşenir ancak zaman zaman doğrudan gömme yöntemi de kullanılmaktadır. İster yer üstü ister yeraltı olsun, bu iki devre türü de spesifik donanım ve tasarım türleri içermektedir.

4.3 YER ÜSTÜ (HAVAİ) BİRİNCİL DAĞITIM SİSTEMLERİ

Güç dağıtım sisteminin tasarımı sırasında aşağıdaki etkenler göz önünde bulundurulmalıdır:

- Uygulama. Uygulanabilirliği olan her durumda, yer altı dağıtım yerine havai dağıtım kullanılmalıdır. Havalimanı arazisi üzerindeki yerlerde havai dağıtımdan kaçınılmalıdır.
- Kapasite. Devrenin her kısmında yedek kapasite sağlanmalıdır. Puant yükler, yedek kapasite ile doğrudan ilgili değildir.



Şekil 4-1. Güç şeması

- Tel ölçüsü. Elektrik teli ölçüsü, gereken akım taşıma kapasitesine ve ilgili durumlarda gerilim düşüş sınırlandırmasına göre seçilmelidir.
- Uçak açısından tehlikesi. Havai dağıtım sistemlerinin tasarımında, mania sınırlama yüzeylerinin gerekliliklerine uyulmalıdır. Bazı durumlarda, helikopter operasyonları nedeniyle havai dağıtım kabul edilemeyebilir.

4.4 HAT GERİLİM REGÜLATÖRLERİ

Yük değişikliklerinden veya elektrik şirketinin giriş gerilimi değişikliklerinden kaynaklanan hat gerilim değişikliklerinin düzeltilmesi için regülatörler kullanılmaktadır. Bu regülatörler, gerilim-

deki aşırı düşüşleri düzeltmek için kullanılmamalıdır. Gerilimdeki düşüşü düzelten booster transformatorler sadece nadir durumlarda kullanılmalıdır zira çoğu durumda doğru tasarım gerilimde aşırı düşüşü ortadan kaldırmaktadır.

- a) Anma değeri. Düzenleyici (regülatör) cihazların anma değeri, gereken düzenleme miktarına uygun olarak seçilmelidir.
- b) Seçim. Sabit kondansatörler, anahtarlama kondansatörler, kademeli (motorlu kademe ayarlı) regülatörler ve endüksiyonlu (kademersiz gerilim değiştirme) regülatörler arasından uygun regülatör tipi seçilmelidir.
- c) Kademeli veya endüksiyonlu regülatörler. Bu regülatörlerin birden fazla kaynaktan kullanıldığı durumlarda veya tek bir devre üzerinde birden fazla regülatörün kullanıldığı durumlarda otomatik çalışma için hat düşüşünün dengelenmesi sağlanmalıdır.

4.5 ELEKTRİK HATLARI

Elektrik hatlarının türü, ilgili devre türüne ve aşağıda belirtilen maruz kalım koşullarına göre seçilmelidir:

- a) İzolatör üzerine açık tel (çıplak veya hava şartlarına dayanıklı)
- b) Kendinden destekli veya yüksek mukavemetli çelik (kılavuz) kabloyla desteklenen, yalıtımlı, demet, tek iletkenli kablodan veya çok iletkenli kablodan oluşan havai hat kablosu.

4.6 HAT DESTEK MALZEMELERİ

Burada bütünlüğü sağlamak adına direğe monte donanımlardan da bahsedilmektedir. Ancak, özellikle yaklaşma ve hareket sahalarının yakınında direğe montajdan kaçınılmalıdır.

- a) Direkler. Ahşap, betonarme veya metal (çelik veya alüminyum) malzeme kullanılabilir. Beton veya metal direkler, sadece daha ekonomik olmaları durumunda veya kullanılmalarının özel hususlar nedeniyle mazur görüldüğü durumlarda kullanılmalıdır.
- b) Ayaklar. Direğin dip kısmında temel koşullarının gerektirdiği şekilde ayaklar veya takviye sağlanmalıdır.
- c) Konfigürasyon. Havai hatlar için genellikle maliyeti travers yapısına göre daha düşük olan kolsuz yapının kullanılması tercih edilmektedir; aynı şekilde, ayrı ayrı destekli iletkenler yerine destek elemanı olarak büyük bir nötr iletkenin bulunduğu çok iletkenli ikincil kablo için de bu durum geçerlidir. Donanım desteği için ağırlıklı olarak traversler kullanılmalıdır.
- d) Gergiler ve ankrajlar. Direkleri veya hat kulelerini, hat açılı, köşeleri veya sonlarının neden olduğu yatay dengesiz yüklere karşı korumak için ve gerekli durumlarda aşırı rüzgar yükü nedeniyle gergiler ve ankrajlar temin edilmelidir. Yer ankraj elemanlarının türleri ve

tasarım verileri için üreticilerin kataloglarına başvurulmalıdır. Belirli toprak koşullarına ve kullanılacak olan inşaat yöntemine uygun malzemeler seçilmelidir.

- e) Hava işaretleri. Konuma bağlı olarak, yer üstü elektrik hatlarına Devlet mania ışıklandırma ve işaretleme standartları doğrultusunda küre gibi işaretler takılması gerekebilir.

4.7 İLETKENLER

4.7.1 Direk hattı iletkenleri, tesisat, çalışma ve bakım hususları göz önüne alınarak seçilmelidir. Bazı özel durumlarda, daha büyük iletkenler kullanılması gerekebilir. Her durumda, kullanılan iletkenlerin tipinin ve ölçüsünün mesafe uzunlukları ve yükleme koşulları için yeterli mukavemet sağladığından emin olunmalıdır.

4.7.2 Bazı özel durumlarda, birincil iletken için aşağıdaki iletkenlerin kullanılması uygun olabilir:

- a) Gerekli durumlarda, açık kablo tehlikelerine maruz kalmaktan kaçınmak amacıyla, örneğin yoğun fırtınalı bölgelerde yüksek güvenliğe sahip hizmet için yalıtımlı iletken, bakır veya alüminyum, ön montajlı ametal veya metal kılıflı, çelik kablo destekli (kılavuz kablo destekli) havai kablolar kullanılır.
- b) Yüksek mukavemet ve korozyon direnci sağlamak için bakır kaplama çelik, alüminyum kaplama çelik, galvaniz çelik veya bronz gibi maddelerden üretilen iletken malzemeler kullanılmaktadır.

Benzemez iletkenler

4.7.3 Alüminyum iletkenleri bakır iletkenlere bağlamak gerektiğinde, bu amaçla özel olarak tasarlanmış olan uygun iletkenler, üreticinin talimatlarına uygun şekilde döşenmelidir.

4.8 TRANSFORMATÖRLER

Transformatörlerin kurulumu

4.8.1 Transformatörler direklerin üstüne veya yer seviyesine monte edilmelidir. Sac metal kutular kurcalamaya dayanıklı değilse, yere monte ünitelerin etrafı çitlerle çevrilmelidir. Olumsuz hava koşulları nedeniyle tavsiye edilmesi durumunda beton veya tuğla yapılar kullanılmalıdır.

- a) Tek direğe montaj. Tek direğe montajda, tek fazlı veya üç fazlı ünitelerin boyutu onaylı uygulamalara göre sınırlandırılmalıdır.
- b) Direk platformuna montaj. Diğer yöntemlerin tatmin edici olmadığı durumlar hariç, direk platformu üzerine montaj (iki direkli yapılar) yöntemi kullanılmamalıdır. 225 veya 500 kVA döşemelerde, altlık üzerine monte, kompartıman tipi transformatörler direğe monte ünitelere kıyasla makbul ve ekonomik bir seçenek haline gelmektedir.

- c) Yere montaj. Yerde, beton taban üzerine monte etmek için kilovolt-amper limiti bulunmamaktadır. Genellikle 500 kVA üzerindeki anma değerleri için (altlık üzerine monte, kompartıman tipi üniteler olarak sınıflandırılan) kurcalamaya dayanıklı transformatörler belirtilmemelidir.

Anma Değerleri

4.8.2 Kilovolt-amper anma değeri standart olan, giriş ve çıkış gerilimi tek fazlı veya üç fazlı ünitelerden oluşan transformatörler seçilmelidir. En uygun giriş gerilimi seviyesini seçmek için giriş gerilim kademesi bulunan transformatörler bazı tesisatlar için tercih sebebi olabilir.

Kapalı alan tesisatları

4.8.3 Geçerli elektrik kurallarının gerekliliklerine uygun olan depolar haricindeki kapalı alanlara yağlı (yanıcı) transformatörler döşenmemelidir. Bu tür depolar, sadece diğer transformatör türlerinin daha az ekonomik olduğu veya özel hususlar nedeniyle yasaklandığı durumlarda temin edilmelidir. Bu tür bir deponun bulunmadığı durumlarda, kapalı alan tesisatları için aşağıdaki transformatörlerden biri seçilmelidir:

- yanma noktası yüksek, sıvıya daldırılmış transformatör;
- kuru tip, havalandırılmalı transformatör;
- kuru tip, sızdırmaz depolu transformatör ve
- tehlikeli olmayan gazlarla yalıtılmış transformatör.

Toksik yalıtım sıvıları

4.8.4 Transformatörlerde poliklorlu bifenil (PCB) veya diğer ileri derecede yüksek yalıtım sıvıları kullanılmamalıdır. Bu kimyasalların sızıntısı veya bakım testi sırasında yanlış kullanılması personel açısından tehlikeli olabilir.

4.9 DEVRE KESME CİHAZLARI

Sigortalar

4.9.1 Gerekli akım taşıma kapasiteleri, kesme görevleri ve zaman-akım ergime ve temizleme özellikleri göz önüne alındıktan sonra, aşağıdaki sigorta türlerinden biri seçilir:

- eriyen telli (buşonlu) sigortalar;
- patlamalı tip sigortalar;
- borik asitli sigortalar ve
- akım sınırlayıcı sigortalar

Devre kesiciler

4.9.2 Devre kesicinin anma değeri, yük kesme göreviyle ve devre kesicinin öncesindeki ve sonrasındaki sigortalar ve devre kesiciler ile koordine edilir.

Otomatik devre tekrar kapatıcıları

4.9.3 Otomatik tekrar kapatıcıların havai hat yükleri dışında kullanımı yüksek dirençli toprak kaçaklarından kaynaklanan problemlere neden olabilir. Otomatik devre tekrar kapatıcısı kullanılacak ise, hizmetin güvenilirlik ve süreklilik gereklilikleri göz önüne alınmalıdır. Tekrar kapatıcılar bir devre kesici ile birden çok anahtarlama cihazından oluşabilir. Tekrar kapatıcılar, arızalı bir devre açılıp ardından anlık olarak veya planlı bir süre gecikmeli olarak tekrar kapatılabilir. Çeşitli zaman aralıklarına sahip en fazla üç tekrar kapatıcı kullanılabilir. Otomatik devre tekrar kapatıcıları, aynı devre üzerindeki sigortalar ve devre kesicilerle koordine edilmelidir.

Anahtarlar

4.9.4 Havai ve yeraltı devrelerin kusurlu kısımlarının yerini tespit etmek ve gerilimsiz devre çalışması yapmak için anahtarlar kullanılır. Aşağıdaki başlıca türlerden biri seçilir:

- Yüksüz devre ayırıcı anahtarlar. Yüksüz devre ayırıcı anahtarlar, sadece kayda değer bir yük taşımayan devrelerin kesilmesi için kullanılır. Devrenin önemine, yüküne, gerilimine ve arızalı devrenin görevine bağlı olarak uygulanacak tip seçilir. Mevcut tipler, porselen ayırıcı sigorta kesici, düz veya sigortalı tek kutuplu hava ayırma anahtarları ve çeşitli türlerde ayırıcı sigorta kesicilerdir. Ayırma ve ark boynuzu aralığı anahtarları da yüksüz devre ayırıcı anahtarlar olarak kullanılabilir.
- Yük ayırıcı anahtarlar. Yük ayırıcı anahtarlarda, yük altındaki devreleri ayırabilen bir kesici cihaz bulunmaktadır. Yük ayırıcı ve yük kesici anahtar olarak tasarlanmış olan sigorta kesicileri mevcuttur. Ayrıca vakumlu anahtarlar da yük ayırma özelliği sağlamaktadır ancak bu anahtarlarda geçici rejimleri ortadan kaldırmak için darbe koruma cihazları gerekmektedir.

4.9.5 Arıza durumunda hızla değiştirilebilmesi için devre kesme cihazlar, fişe takılabilen geri çekmeli tip olmalıdır.

4.10 YILDIRIMDAN KORUNMA

4.10.1 Yıldırımdan korunma gereksinimlerini tespit etmek için, havai topraklama teli, açık aralıklar veya dışarı atma açıklıkları veya dağıtım tipi parafudrlar (paratonerler) değerlendirilmelidir. Hava koşulları da göz önünde bulundurulmalıdır. Yıldırım fırtınalarının yılda sadece birkaç kez görüldüğü yerlerde yıldırıma bağlı ani akımlara yönelik koruma gereksiz olabilir. Genel olarak idari politika veya yerel enerji şirketinin uygulaması takip edilmelidir. Devrenin kurulması için seçilmiş olan temel darbe yalıtım seviyesine göre uygun durdurucu cihazı seçiniz.

4.10.2 “Keraunik” seviye belli bir bölgedeki şimşek ve gök gürültüsü yoğunluğunu ifade eder. Bir yılda gök gürültüsü duyulan günlerin sayısı olarak tanımlanır. Bu sayı bazı bölgelerde önemli sevi-

yede değişmekte olup, keraunik seviye bu sayıların uzun vadedeki ortalamasıdır. Sıcak bölgelerde, bu değer 10 ila 30 arasındayken, Afrika yağmur ormanlarında 180'i aşan değerlere ulaşılabilir. Bir kilometre karelik yere bir yılda düşen yıldırım sayısı (N_g), sıcak bölgeler için aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanabilir:

$$N_g = 0.04 T_d^{1.25}$$

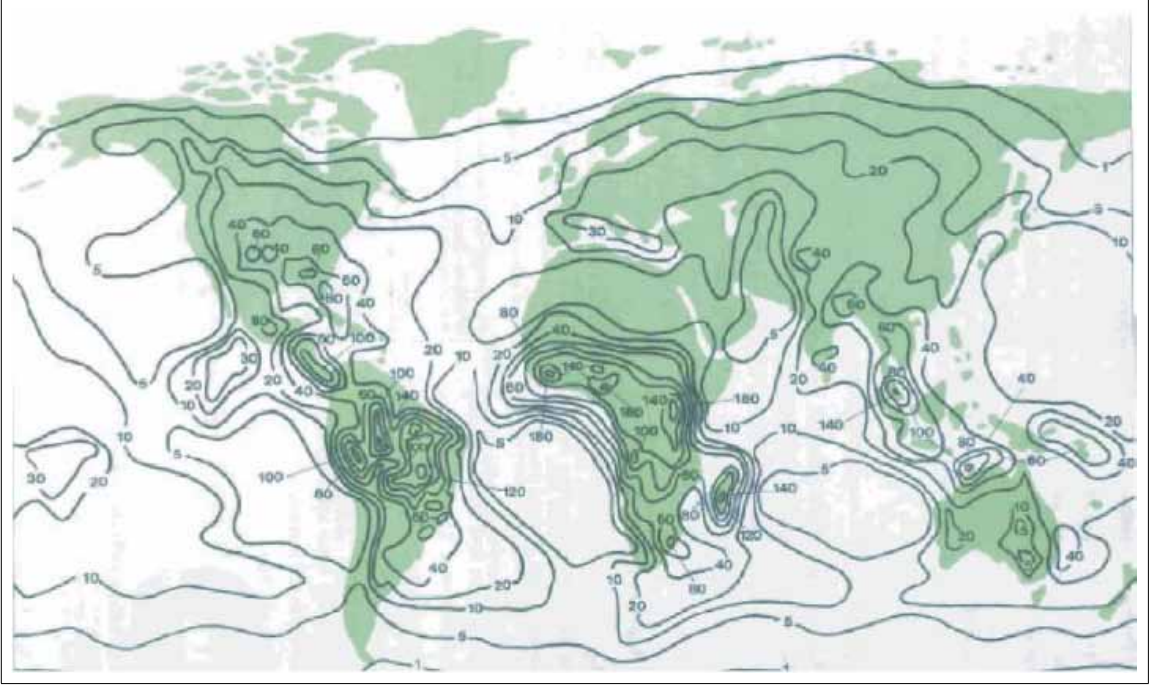
T_d = keraunik seviye

Not.: Uygulamada, keraunik seviye, yerel güç nakil şebekesine bağlı yapılarda elektrik sistemlerinin emniyetli tasarımına yönelik standartlar belirlemek için kullanılmaktadır. Kaynaklar: EN61400-24, IEC 60664-1 ve IEC 60364-4-44.

4.10.3 Bir yılda ne kadar çok şimşek çakarsa, hava tarafındaki kolaylıklara yıldırım düşme riski o kadar yüksektir; aşağıdaki şekilde, dünyanın izokeraunik hatları (yani bir yılda görülen şimşekli gün sayısının aynı olduğu hatlar) gösteren bir haritası yer almaktadır. Her alan için, ilgili Devletin meteoroloji kurumunda daha doğru bir haritanın bulunması gerekmektedir. Mevcut grafiklerden bazılarında, şimşek yoğunluğu veya yılda bir kilometrekareye düşen şimşek sayısı gösterilmektedir (bkz. Şekil 4-2).

4.11 AÇIKLIK MESAFELERİ

Binalar, yapılar ve diğer elektrik hatları gibi yakında bulunan fiziksel cisimler ile elektrik hatları arasında, geçerli elektrik emniyet kurallarında öngörülen yatay ve diğer açıklık mesafeleri bulunmalıdır. Direklerin kırılması, traverslerin kırılması veya devre iletkenlerinin kopması gibi beklenmedik engellere karşı hazırlıklı olunmalıdır. Direklerin çok amaçlı ortak kullanımından doğan açıklık mesafesi koşulları sağlanmalıdır. Tırmanma mesafesi açıklıkları, ortak kullanım ve besleme iletkeni koruması için geçerli elektrik emniyet kurallarına bakınız.



Şekil 4-2. İzo-Keraunik hatlar (Dünya Meteoroloji Örgütü'nün 21 sayılı yayınından uyarlanmıştır (1956))

4.12 TOPRAKLAMA

4.12.1 Havai dağıtım sistemlerinin topraklanması hakkında bilgi edinmek için, geçerli elektrik emniyet kurallarından veya idari politikadan yararlanılabilir. Ayrıca, IEC 60364, Binalarda elektrik tesisatı dokümanına başvurulabilir. Emniyet için, statik veya dinamik gerilimden elektrik çarpmasını önlemek amacıyla elektrik sistemleriyle ilişkili tüm donanım ve yapılar için topraklama yapılmalıdır. Azami toprak direnci, geçerli elektrik emniyet kurallarında belirtilen değerleri geçmemelidir. Elektrik gücünün kaynağı, kapasitesi, kaçak akımın büyüklüğü ve sistem topraklama yöntemi bu direnci etkilediğinden bu hususlar dikkate alınmalıdır.

Topraklama çubukları

4.12.2 Topraklama çubukları tek başına veya kümeler halinde kullanılabilir. Tesisatın etkin ve kalıcı olması için, topraklama çubukları yer altı suyu seviyesine çakılmalıdır. Uygun malzeme seçimiyle veya katodik koruma yoluyla korozyon önlemi alınmalıdır. Yeraltı suyu seviyesine ulaşamayan durumlarda, gerekirse toprağın iletkenliğini artırmak için magnezyum sülfat ($MgSO_4$) veya bakır sülfat ($CuSO_4$) gibi kimyasal maddeler kullanılabilir. Topraklama çubuklarının üreticilerinden bu uygulamaya ilişkin bilgiler temin edilebilir. Kolay bakım ve periyodik test imkanları sağlanmalıdır. Topraklama çubuklarının daha derine çakılması (kesitli tip) birden çok çubuk kullanımından daha etkili olabilmekte birlikte, çoğu durumda topraktaki değişimler ve ana kayaya denk gelme olasılığı nedeniyle ilave çubukların kullanılması daha düşük maliyetli olabilmektedir.

Topraklama şebekesi

4.12.3 Yeraltına gömülü bir topraklama iletkenleri şebekesi, zayıf toprak koşullarında etkili bir emniyet zemini sağlayarak, havaalanlarının kamu hizmet ara bağlantıları için şalt sahalarında büyük gerilim gradyanlarını ortadan kaldıracaktır. 3 ila 3,5 metrelik kafes aralıkları yaygın olarak kullanılmakta olup; genellikle bu aralıklarda toprak direnci nispeten yüksek olabilse bile, yüzey gerilim gradyanları kontrol edilebilmektedir.

Su borusu bağlantıları

4.12.4 Topraklama bağlantısı için su borularının kullanılması, boruların elektriksel özelliklerinin iyi tanımlanmış olmaması, kaçak akımların borularda paslanmaya yol açacak olması, tesisatta metal olmayan boru, katodik koruma veya yalıtıcı manşon kullanılan kısımlar varsa borularda ilerideki su sistemi yapım ve bakım çalışmalarıyla değişiklik yapılabilecek olması nedeniyle tavsiye edilmemektedir.

Topraklama yöntemlerinin bir arada kullanılması

4.12.5 Mevcut bir sistemde toprak direncinin yüksek olduğu durumlarda, iyileştirici etki için yukarıda belirtilen yöntemlerden ikisi veya daha fazlası bir arada kullanılabilir.

Topraklama bağlantıları

4.12.6 Koruyucu cihazlardan (örneğin boşalma aralıkları, korona halkaları, dışarı atma veya koruma tüpleri ve parafudrlar) toprağa giden teller mümkün olduğunca düz ve kısa olmalıdır. Bükülmelerin gerekli olduğu durumlarda, ani dalgalanma empedansını mümkün olduğunca düşük tutmak için yarıçapları geniş olmalıdır.

Havai topraklama telleri

4.12.7 Elektrik hatlarının korunması için havai topraklama tellerinin kullanıldığı durumlarda, her direğin tabanında, havai topraklama kablosundan mevcut toprak koşullarına bağlı olarak kablo devresine veya topraklama levhasına ya da çakılı topraklama çubuğuna bağlanan bir topraklama bağlantısı bulunmalıdır. Sadece toprak direnci çok düşük olan bölgelerde tel sargıların veya direk dip levhalarının kullanılmasına izin verilmektedir.

Toprak direncinin ölçümü

4.12.8 Toprak direncinin ölçümünde kullanılan iki yöntem şunlardır:

- a) Üç elektrotlu (probu) yöntem. Üç elektrotlu (probu) yöntemde, iki test elektrodu kullanılarak, topraklama noktası olan üçüncü elektrodun direnci ölçülmektedir. Doğrudan okuma sağlayan, bağımsız bir alternatif akım kaynağı veya pille çalışan bir titreşim kaynağı türünde bir cihaz mevcuttur.

- b) Potansiyel düşüş yöntemi. Potansiyel düşüş yöntemi, ölçülmüş akımı toprağa deveren eden topraklanmamış bir alternatif akım kaynağı içerir. Yardımcı topraklama bağlantısının gerilim ölçümlerinin alınmasıyla, Ohm kanunundan yararlanılarak yer direnci tespit edilebilmektedir.

4.13 YERALTI DAĞITIM SİSTEMLERİ

4.13.1 Havaalanlarındaki veya havaalanlarının yakınlarındaki bazı bölgelerde birincil güç dağıtım devreleri yeraltına döşenmelidir. Yeraltı tesisatlarının havai sistemlerden daha yüksek maliyetli olmasına karşın, radyo girişimi problemleri veya ışıklandırma kolaylıklarının hava aracı operasyonlarının yapıldığı alanlara yakın olması çoğu zaman yeraltı dağıtım sistemlerinin kullanılmasını gerektirmektedir. Yeraltı devreleri doğrudan gömme yoluyla veya kablo çekme yöntemiyle (kabloların elektrik borularının içinden çekilmesi) döşenebilir. Dağıtım devrelerinin doğrudan gömülmesi genellikle kanalların içine döşemeden (kablo çekme yöntemi) daha düşük maliyetlidir ancak korunaklılığı daha zayıf olduğundan, doğrudan gömme yöntemi genellikle sadece güvenilirlik gerekliliklerinin düşük olduğu küçük yükler için kullanılmaktadır. Orta gerilim doğrudan gömme kablolarında, mekanik yaralanmaya karşı koruyucu metal zırh kaplama veya kılıf bulunmalıdır. Korozyon direncinin önemli olduğu durumlarda, zırhlı kablolarında zırhın üzerine plastik veya suni kauçuk bir kablo kılıfı gerekebilir. Havaalanı ışıklandırmasında kullanılan yeraltı dağıtım devreleri, çekme kablolu devrelerdir.

4.13.2 Görsel kolaylık tesisleri için yeraltı dağıtım sistemlerinin döşenmesine ilişkin ayrıntılı bilgi 13. bölümde, yeraltı hizmetine uygun kablo özellikleri ise 14. bölümde verilmektedir.





BÖLÜM
5

ELEKTRİK DEVRELERİNİN TÜRLERİ

5. BÖLÜM

ELEKTRİK DEVRELERİNİN TÜRLERİ

Not.: Bu bölümde, geleneksel akkor lambalı ışık armatürleri için geçerli olan devre şeması ele alınmaktadır. LED (ışık yayan diyot) tasarımı kullanılan ışık armatürlerinin uygulanması durumunda burada yer alan bilgilerde değişiklikler olabilir (12. bölüme bakınız). IEC 61820'de havacılık yer ışıklandırmasında sabit akım seri devrelere ilişkin sistem tasarım ve kurulum gereklilikleri yer almaktadır.

5.1 ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLER

Havaalanı ışıklandırma yardımcılarının elektrik gücü, neredeyse tamamen alternatif akım (AC) olup 50 veya 60 hertz seviyesindedir. Işıklandırma tesisatlarında hem seri hem de paralel devreler kullanılmaktadır. Uzun pistlerin ve çok sayıda taksit yolunun bulunduğu büyük havaalanlarında, ışıklandırma tasarımı öncelikle seri devre şemasına dayanmaktadır. Kısa pistli daha küçük havaalanlarında ise, tesisat paralel devre şemasına dayalı olabilmektedir. Yaklaşma ışıklandırma sistemlerindeki sıralı yanıp sönen ışıklar için de paralel devre şeması kullanılmaktadır; ancak gerektiğinde bu ışıklara dönüştürme adaptörü yardımıyla seri devreden güç verilebilmektedir. Apron projektörleri ve mania ışıklandırması gibi kolaylıklar da ağırlıklı olarak paralel devre tasarımındadır.

5.2 SERİ DEVRELER

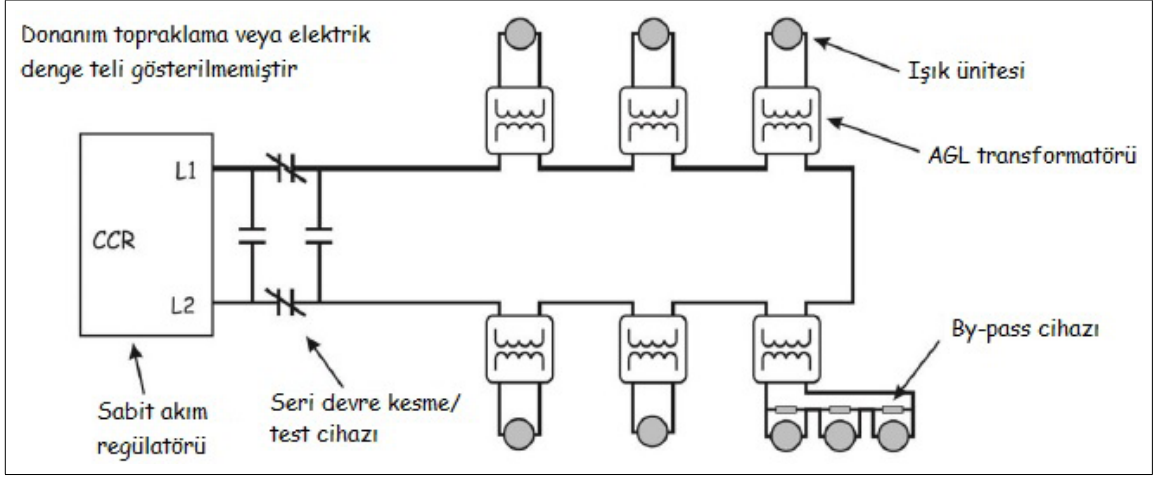
5.2.1 Seri devrelerin devre elemanları, her bir elemanın içinden geçen aynı akımla dizi halinde bağlanmıştır. Devre, sabit akım regülatörünün çıkış terminallerinde başlayıp biten sürekli bir dögüdür.

5.2.2 Paralel devre ve sabit giriş geriliminde, devredeki akım bağlanan yüklerle birlikte değişiklik gösterecektir. Seri devredeki sabit akım regülatörleri ise, devredeki yükten bağımsız, sabit bir akımı sürdürür. Dolayısıyla, aynı akım uzun bir devrede de daha kısa olan bir devredeki gibi akacak ve lambalardan bazıları bozulsa bile aynı kalacaktır. Sabit akım regülatörünün çıkışında kısa devre olması, bir tür yüksüz durum olup, açık devre aşırı yüküdür. Basit doğrudan bağlı seri devrede, lambanın bozulması açık devreye yol açar; dolayısıyla lamba arızası olan devrenin sürekliliğini korumak için devre tasarımı kapsamında bir havaalanı yer ışıklandırma (VAGL) transformatörünün bulunması gerekir. Şekil 5-1'de görüldüğü gibi, birden çok ışık ünitesini beslemek için tek bir transformatörün kullanıldığı durumlarda, ikincil tarafta sürekliliği sağlamak için bir by-pass cihazı eklenir.

Seri ışıklandırma devrelerinin avantajları

5.2.3 Havaalanı ışıklandırmasında seri devrelerin avantajlarından bazıları şunlardır:

- a) Bütün lambaların aynı akımda dolayısıyla da aynı yeğinlikte çalışması;
- b) Devre genelinde aynı iletken kesitinde ve anma yalıtım geriliminde olan tek bir iletken kablosunun kullanılabilmesi;
- c) Daha geniş bir aralıkta ışık yeğinliği kontrolü sağlanabilmesi;



Şekil 5-1. Seri ışıklandırma devresi

- d) Devre boyunca herhangi bir noktada olabilecek tek bir topraklama arızasının ışıkların çalışmasını etkilemeyecek olması ve
- e) Seri devrelerde kullanıma yönelik lambaların yüksek akım ve alçak gerilimli olması. Örneğin, bir pist kenar ışığında, 6,6 amperlik, 12 voltluk bir lamba bulunabilir. Alçak gerilim sayesinde, nokta kaynak görevi görerek cam aracılığıyla optik kontrolü kolaylaştıran kompakt filaman kullanılabilir.
- f) Seri devrelerde serpiştirme daha kolay uygulanabilir.

Seri ışıklandırma devrelerinin dezavantajları

5.2.4 Işıklıdırımda kullanıldığında seri devrelerin en büyük dezavantajları şunlardır:

- a) Kurulum maliyeti yüksektir; sabit akım regülatörü ve AGL transformatörleri bu maliyete hatırı sayılır bir katkı sağlamaktadır;
- b) Devrenin birincil tarafında herhangi bir yerde meydana gelen açık devre arızası bütün devrenin çalışmaz hale gelmesine yol açar ve kablo izolasyonuna veya sabit akım regülatörüne zarar verebilir ve
- c) Özellikle açık devre arızalarında, arızaların yerinin saptanması güç olabilmektedir.

5.3 PARALEL (ÇOKLU) DEVRELER

5.3.1 Aşağıdaki nedenlerden ötürü, havacılıkta büyük havaalanları ve/veya karmaşık ışıklandırma sistemleri için yer ışıklandırmasında paralel (çoklu) devrelerin kullanılması tavsiye edilmemektedir:

- a) paralel devreler genellikle yüksek gerilim seri devreden çok daha pahalı bir kablo tesisatı gerektirmektedir;
- b) belirli bir düzen içerisindeki tüm ışıkların hassas parlaklık dengesi kolayca sağlanamamaktadır ve
- c) Ortalama gerilim regülatörlerinin besleme tarafında yaşanan çok hızlı dalgalanmaları kontrol edememesi nedeniyle devredeki lambaların topluca bozulup sönme olasılığı çok daha fazladır.

5.3.2 Bakım hizmetinin elektrikçilerin seri devre tesisatları için gerekli özel eğitimi almamış olabileceği yerel toplumdan temin edildiği küçük havalimanlarında paralel devre avantajlı olabilir.

5.3.3 Bu hususlar göz önüne alındığında, paralel devreler tercihen devrede ancak birkaç tertibat mevcut olduğunda ve hassas yoğunluk dengesi kritik olmadığında (örneğin kısa bir taksi yolunda) kullanılmalıdır. Pistleri ve taksi yolları kısa olan daha küçük ölçekli havaalanlarında ışıklandırma için paralel gerilim kullanılabilir.

Arızaların etkileri

5.3.4 Paralel devrelerde, ışık armatürleri ışıklandırma iletkenlerine bağlıdır; açık devre arızası oluşturan bozuk bir lamba, genel ışıklandırma sistemini ciddi ölçüde etkilemez ancak kısa devre arızası bir tür aşırı yüklenme durumu olacaktır ve hangi koruyucu cihazın (sigortalı veya devre kesici) çalıştığına bağlı olarak, ışık sistemini çalışmaz hale getirir. Bu, kısa devrenin aşırı yüklenme durumu olmadığı seri devre üzerindeki etkinin tam tersidir.

Gerilim özellikleri

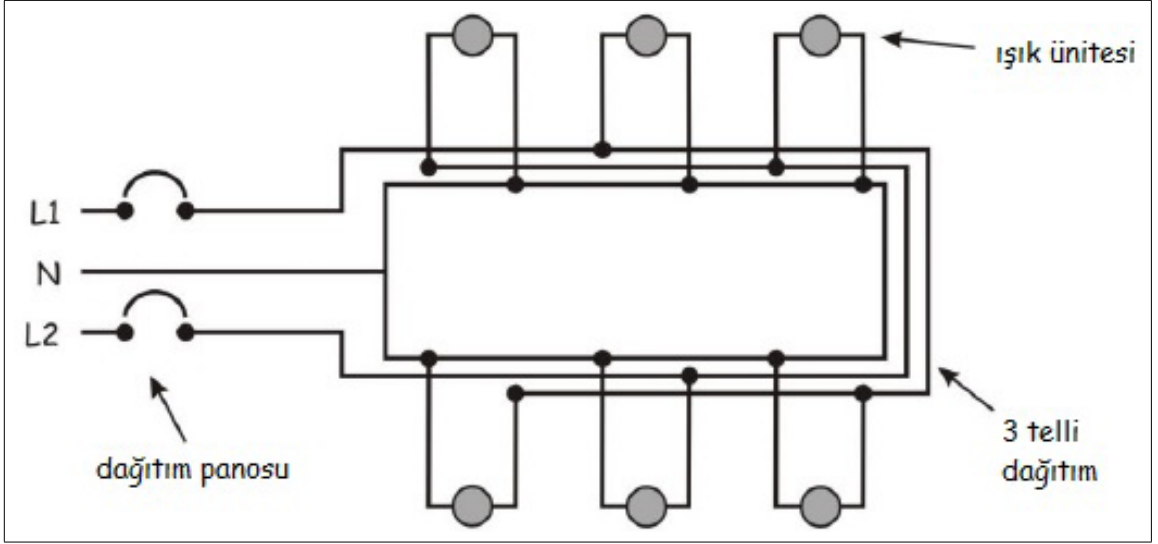
5.3.5 Çoğu paralel tip ışık armatürleri, alçak gerilim (300 voltun altı) için tasarlanmış olup, besleme kablolarının geriliminin daha yüksek olduğu durumlarda, depodan yük merkezine giden gerilim düşüşünü asgari düzeye indirmek için gerilim düşüren transformatörler kullanılabilir. Işıklar, hat ile nötr arasında bağlı tek bir devreden ya da 3 veya 4 telli bir dağıtım sisteminde nötr ile hat gerilimi arasında dönüşümlü olarak beslenebilir. Işıkların yeğnlik kontrolü genellikle kademeli transformatörler aracılığıyla yapılır.

Paralel ışıklandırma devrelerinin avantajları

5.3.6 Havaalanı ışıklandırmasında paralel devrelerin avantajlarından bazıları (bkz. Şekil 5-2) şunlardır:

- a) Özellikle gerilim düzenlemeye ve yeğnlik kontrolüne gerek yoksa, kurulum maliyeti daha düşüktür;

- b) Elektrik gücü daha verimli kullanılır;
- c) Mevcut devreye ekleme çıkarma yapmak kolaydır;
- d) Bu devreler çoğu kişi tarafından daha iyi bilinmektedir;
- e) Kablo arızalarının, özellikle de açık devre arızalarının yerinin saptanması daha kolay olabilmektedir ve
- f) Açık devre durumunda bütün devre, devre dışı kalmayabilir.



Şekil 5-2. Paralel devre

Paralel Işıklendirme devrelerinin dezavantajları

5.3.7 Havaalanı ışıklandırmasında paralel devrelerin başlıca dezavantajlarından bazıları şunlardır:

- a) Devrede hat gerilimi düşüşü olunca ışık yeğnliği azalır. Bu durum, bir ışık düzeninde fark edilebilir düzeyde olduğunda yanlış yorumlanabilir.
- b) Tüm devre boyunca iki iletken gerekmektedir ve hattaki gerilim düşüşünü azaltmak için daha büyük kesitli iletkenlere ihtiyaç duyulabilir;
- c) Lamba filamanları genelde daha uzun olup, daha geniş optik ve daha büyük ışık armatürleri gerektirebilir;
- d) Yeğnlik kontrolünün, özellikle de daha düşük yeğnliklerde doğru bir biçimde sağlanması daha zordur veya donanım maliyeti kurulum maliyetini hatırı sayılır ölçüde artırabilir;
- e) Yüksek gerilim besleme hattındaki tek bir topraklama kaçacağı devreleri devre dışı bırakır ve
- f) Topraklama kaçaklarının yerini tespit etmek zor olabilir.

5.4 SERİ VE PARALEL BAĞLI IŞIK DEVRELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Gerek seri gerekse paralel devrelerle kabul edilebilir düzeyde ışıklandırma sağlanabilmektedir. Işık yeğirliğinin daha yeknesak olması ve yeğirlik kontrolünün daha iyi olması nedeniyle, seri devreler genellikle havaalanı ışıklandırma sistemlerinde kullanılmaktadır. Bu sistemler arasında çoğu pist ve taksi yolu ışıkları ile yaklaşma ışıklandırma sistemlerindeki sabit yanan ışıkların çoğu yer almaktadır. Çoğu alanın aydınlatılması, münferit veya az sayıdaki görsel kolaylıklar ve güç dağıtımı için ise paralel devreler kullanılmaktadır. Genellikle paralel devrelerin kullanıldığı havaalanı ışıklandırma sistemleri, apron projeksiyonları, diğer apron ışıkları, sıralı yanıp sönen ışıklar, bıkınlar ve rüzgar yönü göstergeleri gibi özel amaçlı görsel kolaylıklar, bazı mania ışıkları ve elektrik dağıtım devreleridir.

5.5 HAVAALANI IŞIKLANDIRMASINDA SERİ DEVRE ŞEMASI

Dikkat edilmesi gereken faktörler

5.5.1 Seri devre kullanılacaksa, kullanılacak olan donanım ile ilgili belirli seçenekler değerlendirilmelidir. Bir seçim yapıldığında, genellikle diğer donanım seçenekleri azalmaktadır. Öncelikle, tüm devre kritik performans, güvenilirlik, tesisat ve çalışma ekonomisi, bakım kolaylığı ve bazı donanım türlerinin aralarındaki ilişki bakımından analiz edilmelidir. Tercihe bağlı faktörlerin bazıları aşağıdaki maddelerde belirtilmektedir.

Akım seçimi

5.5.2 Donanım gelişimi, belirli bir seri devrede kullanacak mevcut akım seçeneklerini sınırlandırmaktadır. Başka akımların da kullanılmakta olmasına rağmen, havaalanı ışıklandırmasında kullanılan seri devrelerin çoğu nominal tam yoğunlukta 6,6 veya 20 amperdir. 6,6 amper devrelerde sabit kablolu iletkenin hat gücü kaybı ve uzunluk 20 amper devrelerdekinin yaklaşık dokuzda biri kadardır. Bu iki akım da, aşırı sıcaklık artışı olmadan 4 mm çapında iletkenlerle 5000 voltluk izolasyon kablosunda taşınabilir.

5.5.3 Seri devrelerin regülatörü üzerindeki yük, anma kapasitesinin en az yüzde 80'i olmalıdır. Elektrik yükü daha az olan uzun devrelerde 6,6 amperlik akım yaygın olarak kullanılırken, 20 amperlik devreler ise daha büyük yüklerde ve daha kısa kablo uzunluklarında kullanılmaktadır. Regülatör anma değeri aralıklarına gelince, 30 kW veya daha düşük değerlerde 6,6 amper, 30 kW'ın üzerindeki değerlerde ise 20 amper kullanılmaktadır. Bu geçiş noktası, tam yük çalışma gerilimine dayalı olup, bu değerin 5000 voltu geçmemesi gerekmektedir. 30 kW'lık regülatörde gerilim 4545 volt, akım 6,6 amperdir.

5.5.4 Yukarıda da belirtildiği gibi, seri devrelerde sadece 6,6 amper kullanma yönünde bir eğilim söz konusudur. Bunun başlıca nedeni, çoklu devre ve serpiştirme uygulamasıdır. Örneğin, yaklaşma ışıklandırma sisteminin büyük bir bölümünde 70 kW'lık bir yük olabilir; bu durumda anma değeri 70 kW ve 20,0 amper olan tek bir sabit akım regülatörü kullanılabilir. Ancak, serpiştirme işlemi için devreler eklendiğinde, her bir devredeki yük 20 kW'tan az olabilmekte bu da, anma değeri 6.6

amper olan regülatörlerin kullanılmasına yol açmaktadır. Aynı şekilde, pist merkez hattı ve konma bölgesi ışıklandırması gibi iki veya daha fazla devreden oluşan daha büyük kolaylıklarda, anma değeri daha düşük olan sabit akım regülatörlerinin kullanıldığı da görülmektedir.

5.6 TOPRAKLAMA

Görsel yardımcı ışıklandırma kolaylıklarının tüm donanımları toprağa bağlanmalıdır. Personel güvenliği için öngörülen topraklamanın açıklaması için 13. bölüme bakınız.

5.7 GERİLİM DÜŞÜREN TRANSFORMATÖRLER

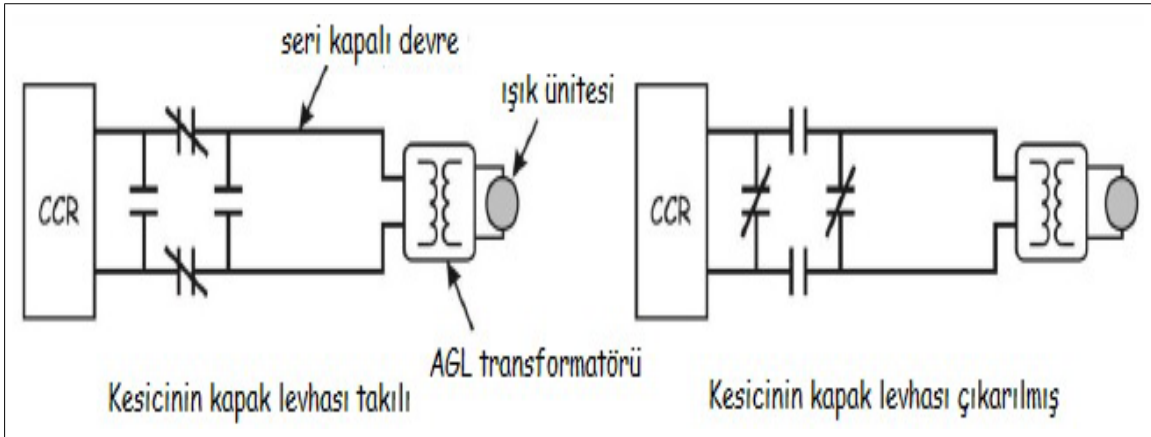
Gücü iletmek için yüksek gerilimlerin kullanılması hat gerilimi düşüşünü azaltır; ardından da gerilim düşüren dağıtım transformatörleri gerilimi yerel dağıtım için daha uygun olan düzeye düşürür. Benzer şekilde, havaalanı ışıklandırma devrelerine gelen güç, besleme devrelerinde daha yüksek gerilimde olabilir ve ışıklandırma devresinin başlangıcında gerilim düşürücü transformatör ile azaltılarak, istenen devre gerilimine uygun hale getirilebilir. Elbette, bu besleme kabloları, besleme gerilimi için yeterli düzeyde yalıtılmış olmalıdır. Zaman zaman besleme devreleri için uzun, alçak gerilim kablolar kullanılması tercih edilebilir (örneğin bu kabloların zaten döşenmiş ve mevcut olduğu durumlarda). Besleme hatlarındaki kablonun yalıtım sınırları dahilinde daha yüksek bir gerilim kullanılarak ve gerilimi devre girişinde veya her bir ışık armatürünün girişinde gerilim düşüren transformatörlerle düşürerek hat düşüşü azaltılabilir. Besleme kablolarında 480 volt gerilim kullanıp, ışıklandırma devresinde gerilimi 120 volta düşürmek de bu duruma bir örnektir. Havaalanı ışıklandırma armatürlerinde 6 ila 30 voltluk gerilim değerleri aralığındaki lambaların kullanılması genellikle 120 veya 240 voltluk lambaların kullanılmasından daha etkilidir. Dolayısıyla, her bir ışık için veya bir baret içerisindeki küçük bir grup için ayrı ayrı gerilim düşürme transformatörlerinin kullanılacağı durumlarda, alçak gerilimli lamba kullanılan ışıkların seçilmesi düşünülmelidir. Ayrı ayrı sigortalı olmadığı takdirde, yukarıda belirtilen şekilde kullanılan gerilim düşürme transformatörleri yüksek reaktans tipi olmalıdır böylece ışıklandırma sisteminin bir transformatör tarafından beslenen kısmında meydana gelen kısa devre bütün sistemin arızalanmasına neden olmayacaktır.

5.8 SERİ DEVRE KESİCİ

Seri devre şemasında, bakım ve arıza tespit çalışmalarını kolaylaştırmak amacıyla sabit akım regülatörünün (CCR) üzerine veya içine Şekil 5-3'te gösterilen şekilde seri devre kesici adı verilen bir cihaz takılabilir. Şekil 5-4'te gösterildiği üzere, kesicinin kapak levhası takıldığında, CCR seri kapalı devreye bağlanır. Kapak levhası çıkarıldığında ise, bakım personelinin emniyeti için CCR çıkışı, havaalanı seri döngüsünden izole edilir. CCR çıkışı ve kapalı devre girişi kısa devre yapar. İzolasyon direnci önlemleri almak için temas noktaları sağlamak üzere ikinci bir kapak levhası takılabilir.



Şekil 5-3. Seri devre kesme cihazının mahfazası (kaynak: Liberty Airport Systems)



Şekil 5-4. Seri kesme cihazı (şema)





BÖLÜM
6

DEVRE ŞEMASI

6. BÖLÜM

DEVRE ŞEMASI

6.1 HAVAALANI IŞIKLANDIRMA DEVRELERİNİN SERPİŞTİRİLMESİ

6.1.1 Annex 14, Cilt I, Madde 8.2'de 550 metre değerinin altında pist görüş mesafesi şartlarında kullanılması amaçlanan bir pistte, ışıklandırma sistemlerinin güç beslemesine, ışıklandırılmasına ve kumanda edilmesine ilişkin elektrik sistemlerinin, bir devre kesildiğinde pilota yetersiz görsel yönlendirme veya yanıtıcı bilgi sağlamayacak şekilde tasarlanması gerektiği belirtilmektedir. Buna göre, her yaklaşma ve pist ışıklandırma sistemi en az iki devre aralık bırakılarak serpiştirilmiş olmalıdır. Bütünlüğü artırmak için devre serpiştirme örnekleri Şekil 6-1 ile 6-5 arasında gösterilmektedir. Serpiştirilmiş sistemde her devre ilgili hizmetin bütününe yayılmalı ve devrelerin birinde veya daha fazlasında arıza olması durumunda dengeli simetrik bir ışıklandırma düzeninin devam edeceği şekilde düzenlenmiş olmalıdır.

6.1.2 Tesisatta serpiştirme uygulaması yapılan durumlarda, kabloların ve AGL transformatörlerinin gereken şekilde etiketlenmesine özen gösterilmelidir.

6.2 ELEKTRİK DEPOSUNUN DÜZENİ

6.2.1 Serpiştirme işlemi çoğu zaman sahada yapılan bağlantılar olarak düşünülmektedir. Serpiştirme ilkesinin elektrik deposuna ve daha da ileriye taşınması tavsiye edilmektedir. Şekil 6-1'de görüldüğü gibi, devreler ve bağlı oldukları regülatörler, her devre ayrı bir CCR'den beslenecek şekilde ayrı baralardan beslenmekte olup, asgari sürede çalışır duruma getirilecek yedek bir CCR hazır bulunacak şekilde düzenleme yapılmaktadır. Baralarda, kesinti durumunda kullanılmak üzere otomatik bağlantı kesiciler bulunmaktadır.

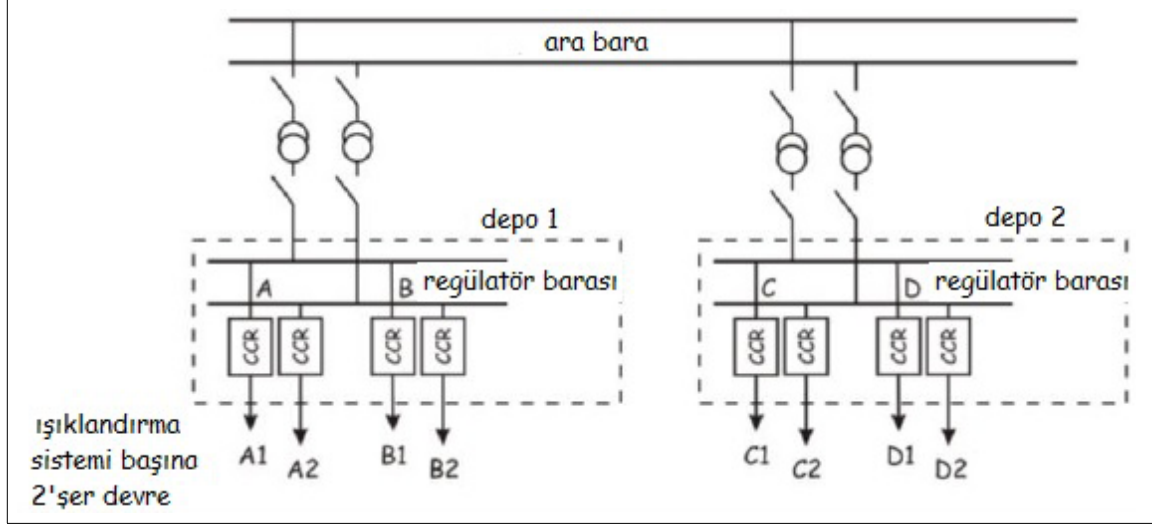
6.2.2 Kesinti durumunda kullanıma hazır olma güvencesi için bir diğer yöntem de, Şekil 6-2'de gösterilen şekilde, yedek regülatöre geçmeyi sağlayacak bir düzenleme yapılmasıdır. Düzenleyici bileşen ve giriş/çıkış transformatörlerinden oluşan regülatörlerde bu yöntem kullanılabilir. Sadece düzenleyici bileşenden oluşan regülatörlerde ise, rafa monte edilen veya fişe takmalı bir tasarım kullanılır ve bozulan regülatörün yerine kolaylıkla takılabilecek yedek bir regülatör kullanılarak kullanıma hazır olması sağlanır.

6.3 SERPİŞTİRME UYGULAMASI

Not: Annex 14, Cilt 1, Tablo 8-1'de sayılan ışıklandırma kolaylıkları için, Annex 14, Cilt I, 8.2.1'de belirtilen şekilde serpiştirme uygulaması yapılmalıdır.

Yaklaşma ışıklandırma sistemi

6.3.1 A Tipi (uzaklık kodlamalı merkez hattı) ve B Tipi (baret merkez hattı) yaklaşma ışıklandırma- larının serpiştirilmesi Şekil 6-3'te gösterilmektedir. Hem Kategori 1 sistemi hem de Kategori II/III operasyonlar için ek ışıklandırma gösterilmiştir.



Şekil 6-1. Serpiştirilmiş devrelerin bulunması

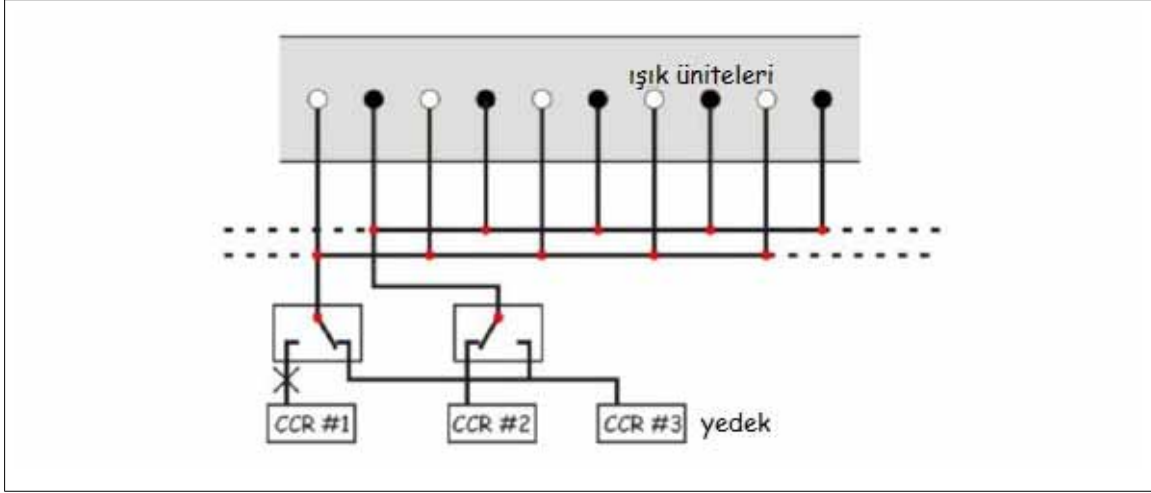
6.3.2 Eşik ışıkları, pist kenarı sistemine bağlı olan ışıklar ile yaklaşma ışıklandırma sistemine bağlı olan ışıklardan oluşmaktadır. Pistin eşik ışıkları, her ışık istasyonunda kırmızı ve yeşil (karşı karşıya bakan) sinyal veren pist sonu/eşik ışıklarıdır. Şekil 6-3'te Kategori 1 tesisatı için altı pist eşik ışığı gösterilmektedir. Kategori II/III kurulumda ilave pist sonu/eşik ışıkları olacaktır (Annex 14, Cilt I'deki Şekil 5-22'ye bakınız). Pist sonu/eşik ışıklarında serpiştirme genellikle pist sonu ışıklandırma sistemi kapsamında yapılmaktadır. Yaklaşma ışıklandırma sisteminde serpiştirme işlemi, tek yönlü yeşil eşik ışıkları ile kanat bar ışıklarını kapsar.

Pist merkez hattı ve konma bölgesi ışıklandırma sistemleri

6.3.3 Annex 14, Cilt I'e göre, pist merkez hattı ışıklarının eşikten 900 metre mesafeye kadar değişken beyaz, ardından pist sonundan (ya da pistin orta noktasından) 900 metre ila 300 metre arasında dönüşümlü olarak değişken beyaz ve kırmızı görünmesi, bu noktadan sonra ise pilota sadece kırmızı görünmesi gerekmektedir. Şekil 6-5(b) 'de sistemin sadece beyaz olan ilk kısmındaki serpiştirme gösterilmiştir. Tamamı kırmızı olan son kısımda da benzer bir serpiştirme uygulaması kullanılacaktır.

6.3.4 Şekil 6-4'te sistemin kodlamalı beyaz/kırmızı kırmızı bölümünde serpiştirme uygulaması için çeşitli yöntemler gösterilmekte olup, yerel otoritenin öngördüğü yöntem seçilmektedir. Renk kodlamasının korunması gereken durumlarda, Şekil 6-4(a) 'dan yararlanılmalıdır. Ancak, bu serpiştirme yöntemi, arızalı kısımlardaki aralık mesafesini normal değer in üç katına çıkaracaktır. Şekil 6-4(d) 'de ışıkların 7,5 metre aralıkla ve aynı renkte çift sıra halinde döşendiği serpiştirme düzeni gösterilmektedir. Şekil 6-4(b) 'de kodlama korunmamakta (devre arızasında ışıklar ya tamamen

kırmızı ya da tamamen beyaz olur) ancak merkez hattı kılavuzu olarak bir ışık düzeninin sağlanması için kabul edilebilir bir aralık korunmaktadır (devre arızasında aralık mesafesi iki katına çıkar).



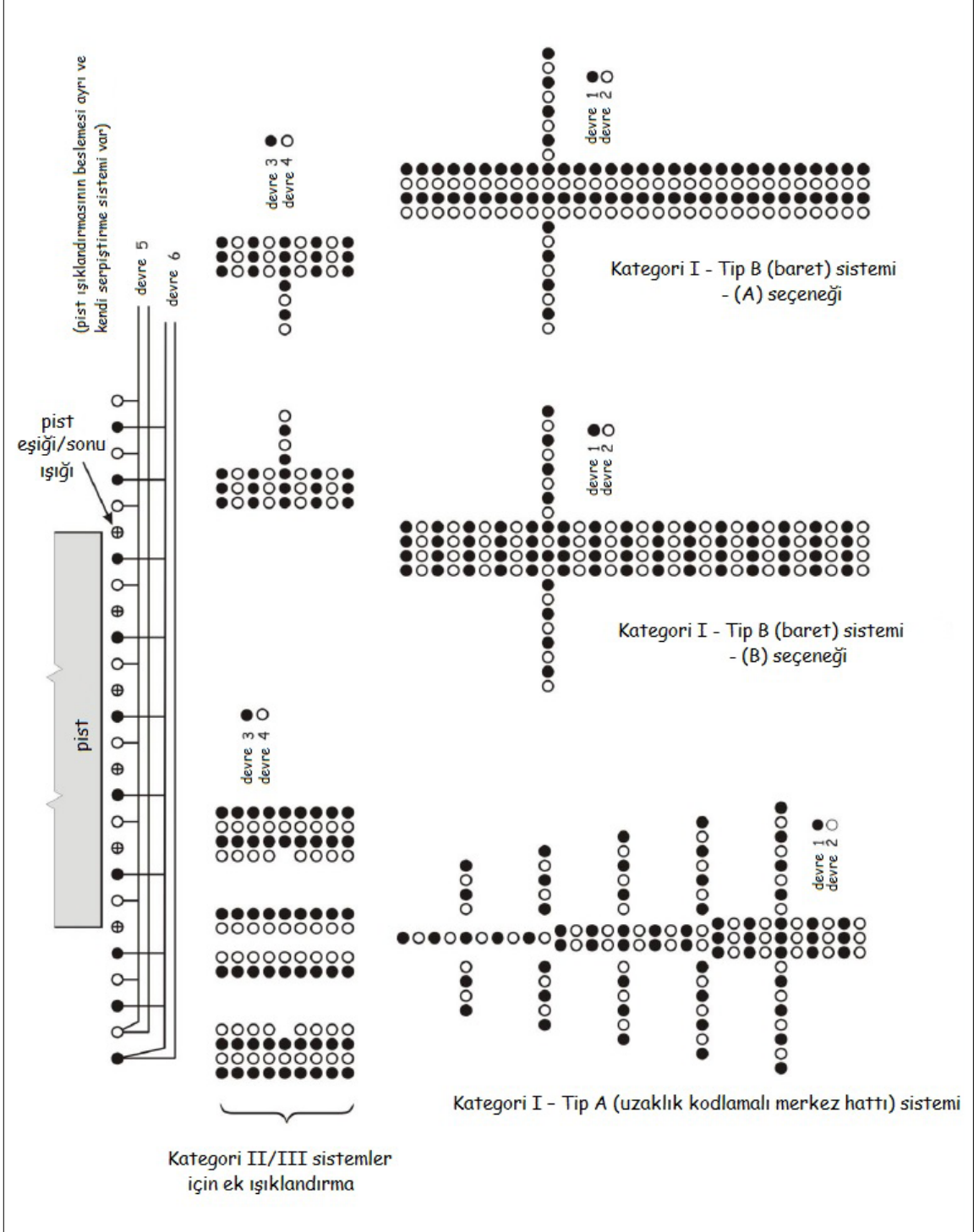
Şekil 6-2. Yedek regülatör kullanımı

6.3.5 Şekil 6-5'te de pist konma bölgesi ışıklarının serpiştirilmesi gösterilmektedir. Bir devrenin gitmesi durumunda baretler arasındaki boyuna mesafe korunduğundan Şekil 6-5(d) 'deki serpiştirme uygulaması tercih edilmektedir.

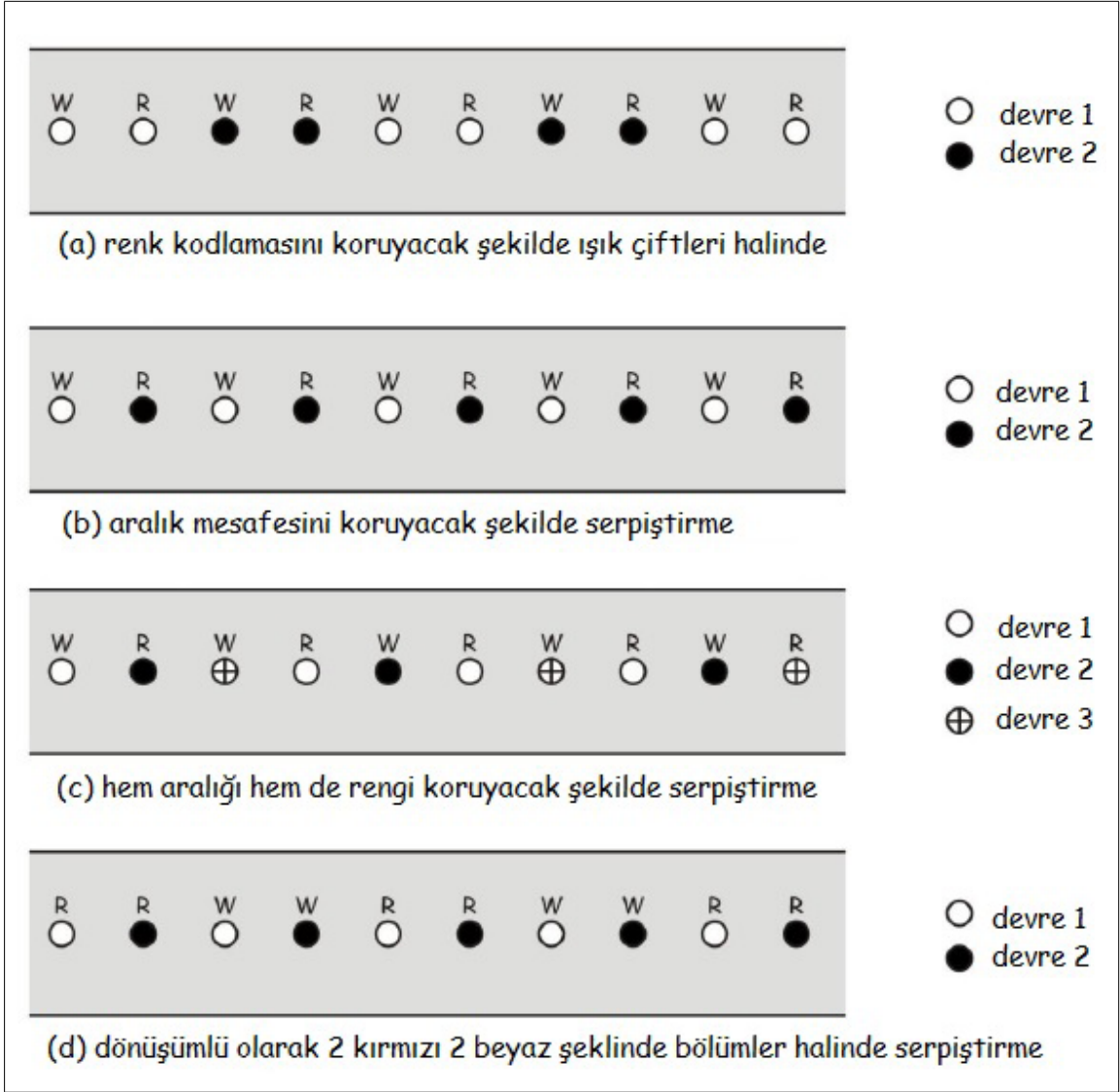
Taksi yolu merkez hattı ışıklandırması

6.3.6 Taksi yolu merkez hattı ışıklandırma devreleri, taksi yolu sisteminin kategori II/III koşullarında elzem olduğu düşünülen bölümlerinde serpiştirilmiş olmalıdır ancak ekonomik nedenlerden ötürü, diğer taksi yollarında tek bir devre kullanılabilir.

6.3.7 Taksi yolu merkez hattı ışıklandırmasının, pistten çıkış yapan uçağın ILS kritik alana mesafesini göstermek için yeşil/sarı renk kodlamalı olduğu durumlarda, sistemde yerel otoritenin talimatlarına göre, Şekil 6-4'te gösterilen yöntemlerden biriyle serpiştirme yapılabilir. Pist merkez hattı ışıklarında olduğu gibi, Şekil 6-4(a) 'da renk kodlaması korunmakta ancak arızalı kesimlerde aralık mesafesi normal ışık aralığının üç katına çıkmaktadır. Şekil 6-4(b) 'de, aralık mesafesi artarak standardın iki katına çıkmaktadır ancak aynı zamanda renk kodlaması pilotun ya bir sıra yeşil ya da bir sıra sarı ışık göreceği şekilde korunmamaktadır. Şekil 6-4(c) 'deki yöntemde aralık mesafesi en azdır ancak bu yöntem daha maliyetlidir. Şekil 6-4(d) 'deki yöntem, renk kodlamasının korunduğu ve ışıklar normalin yarısı kadar aralıklarla döşendiği (örneğin 15 metre yerine 7,5 metre) takdirde, normal aralık mesafesinin bırakıldığı bir alternatiftir.



Şekil 6-3. Hassas yaklaşma ışıklandırma sistemi serpiştirmesi



Şekil 6-4. Renk kodlamalı ışıkların serpiştirilmesi

Durdurma çubukları

6.3.8 Durdurma çubukları, birbirinden ve taksi yolu merkez hattı ışıklarından bağımsız olarak kumanda edilmelidir. Elektrik devreleri, bir durdurma çubuğundaki tüm ışıkların aynı anda bozulmama şeklinde serpiştirilmelidir.

6.3.9 Durdurma çubukları normalde taksi yolu merkez hattı devam (lead-on) ışıklarıyla bağlantılıdır. Yeşil devam (lead-on) ışığı, durdurma çubuğu söndükten sonra uçağın devam etmesi için verilen sesli talimatın teyit edilmesini sağlamaktadır. Durdurma çubuğu yandığında, durdurma çubuğunun ilerisinde döşenmiş olan taksi yolu merkez hattı ışıkları en az 90 metrelik bir mesafe boyunca sönecek, durdurma çubuğu söndüğünde ise bu ışıklar en az 90 metrelik bir mesafe boyunca yanacaktır. Devam (lead-on) ışıklarının kumandası ve takibi, adreslenebilir anahtarlar aracılığıyla yapılabilirken, güç kaynağı ve olası serpiştirme yöntemi, taksi yolu merkez hattı ışıklandırmasın-

dakiyle aynıdır. Devam (lead-on) ışıklarının ayrı bir devreden beslenmemesi durumunda, devam (lead-on) ışıklarının gerekli olduğu yerlerde, bu ışıkların bağlı olduğu devrelerin aktif olmasını sağlamak gerekmektedir.

6.3.10 Havaalanı Tasarım El Kitabı (Doc 9157), Kısım 4'te durdurma çubukları hakkında daha fazla bilgi verilmektedir.

6.4 SERPİŞTİRME UYGULAMASI YAPILABİLECEK KOLAYLIKLAR

Not: Aşağıdaki kolaylıklarda normal şartlarda serpiştirme yapılmamaktadır ancak yerel otorite tarafından zorunlu kılınması ihtimaline karşı olası serpiştirme işlemleri burada açıklanmaktadır.

Görerek yaklaşma eğim göstergesi sistemleri

6.4.1 Görerek yaklaşma eğim göstergesi sistemlerinde, ILS sistemiyle operasyon yapılan durumlarda pist sonlarında ikişer devre bulunması gerekmektedir.

6.4.2 Normalde, PAPI pistin sol tarafında kurulur. Görerek yaklaşma eğim göstergesi sistemi tam PAPI veya VASIS ise ve pistin her iki tarafına kurulmuşsa, pistin bir tarafındaki tüm ışık ünitelerine giden güç aynı devreden beslenmelidir. Bu düzenleme, bir devrenin bozulması durumunda pistin diğer tarafında tam bir düzenin sürdürülmesini sağlar.

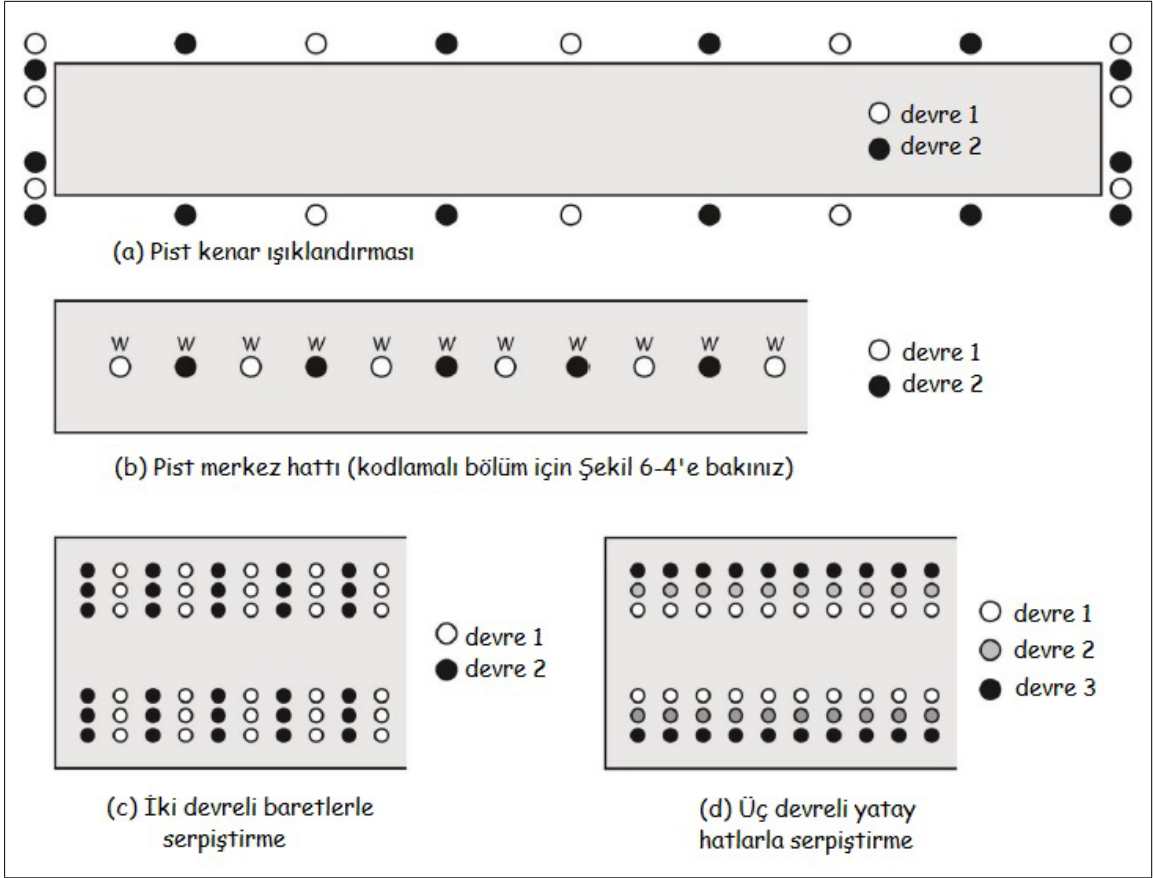
6.4.3 PAPI ve AT-VASIS'te olduğu gibi sadece pistin bir tarafında yaklaşma eğim göstergeleri döşendiğinde, her bir ışık ünitesindeki lambaların bir kısmı bir devreye geri kalanı ise başka bir devreye bağlanmalıdır böylece düzenin bütünlüğü korunmuş olacaktır. Bir ışık ünitesindeki lambalardan birinin gitmesi, yeğlinliğin azalmasına yol açacaktır. Herhangi bir ışık ünitesinin komple bozulması sonucu yanıtıcı bir işaret ortaya çıkarsa görerek yaklaşma eğim göstergesi sistemlerinin enerjisi kesilmelidir.

Pist bekleme pozisyonu işaretleri

6.4.4 Serpiştirme yapıldığında, pist bekleme pozisyonu işaretleri taksi yolunun her bir tarafında ayrı devreler kullanılacak şekilde kurulmalıdır.

Hızlı çıkış taksi yolu gösterge ışıkları

6.4.5 Hızlı çıkış taksi yolu gösterge ışıkları (RETIL) sistemi, pist çıkışına yaklaşmayı göstermek için kullanılan kaplama için armatür düzeninden oluşur. Sistemde az sayıda armatür bulunduğundan ve bunların her biri uzaklık kodlaması için gerekli olduğundan, RETIL sisteminde serpiştirme yapılmamakta, ayrı bir sabit akım regülatöründen beslenen tek bir devre bulunmaktadır.



Şekil 6-5. Pist kenar, merkez hattı ve konma bölgesi ışıklandırma sistemleri

6.4.6 RETIL sisteminin işlerliği, ardışık baretlerdeki ışık sayısına bağlı olup, bir baretteki ışıklardan birinin kesilmesi sistemin arızalanmasına yol açar. Bu nedenle, sistemde tek bir ışık ünitesinin gitmesi halinde tüm sistemi otomatik olarak kapatacak bir aracın temin edilmesi tavsiye edilmektedir.

Pist koruma ışıkları

6.4.7 Pist koruma ışıklarında(RGL), bağlı oldukları pistten veya taksi yolundan ayrı bir devre şeması bulunmalıdır. Bu ışıklar, parlaklık seviyesinde olası uyumsuzlukların yanı sıra pistin veya taksi yolunun aydınlatılmadığı zamanlarda pist koruma ışıklarına ihtiyaç duyulabilecek olması sebebiyle, yanlarındaki taksi yolu veya pist devresinden beslenecek şekilde bağlanmamalıdır.

6.4.8 Serpiştirme yapılan durumlarda, RGL A konfigürasyonu (yükseltilmiş) bekleme yerinin her bir tarafında tek bir devre kullanılacak şekilde serpiştirilmelidir.

6.4.9 Serpiştirme yapılan durumlarda, RGL A konfigürasyonu (kaplama içi), ışık çiftlerindeki bağlantı dönüşümlü yanıp sönmeye özelliği korunacak şekilde yapılarak serpiştirilir. (Örneğin c1, c1, c2, c2, c1, c1, c2, c2 şeklinde).

Taksi yolu / pist devam (lead-in) ışıkları

6.4.10 Yeşil taksi yolu/pist devam (lead-on) ışıklarının işlevi sesli olarak verilen ilerleme talimatının teyit edilmesini sağlamak olduğundan bu ışıkların serpiştirilmesine gerek yoktur. Ancak serpiştirilme yapılacak olduğu takdirde, Şekil 6-5(b) 'de gösterilen tek renkli pist merkez hattında olduğu gibi, iki devre tesis edilebilir.

6.4.11 Taksi yolu devam (lead-on) ışıklarında renk kodlaması varsa, devrenin kesilmesi durumunda renk kodlamasını korumak için ek devrelere ihtiyaç duyulabilir.

6.5 TAKSİ YOLU DEVRELERİNİN SEÇİCİ ANAHTARLAMASI

Pilotlara yönlendirme sağlamak amacıyla, taksi yolu merkez hattı ışıklandırmasında, havalimanındaki taksi yolu ışıklandırma sistemin segmentleri arasında seçici anahtarlama imkanı verecek şekilde devreleme yapılmalıdır. Bu özellik, her segment için bir sabit akım regülatörü kullanılarak veya çeşitli segmentleri tek bir regülatöre bağlayıp, arzu edilen segment(ler) e enerji vermek için sahada veya regülatör çıkışında röleler kullanılarak sağlanabilir. ATS için, segment anahtarlama yöntemleri çeşitli şekillerde gerçekleştirilebilir, örneğin:

- a) her segment için ayrı bir kumanda anahtarının/düğmesinin kullanılması. Kumanda anahtarları, havalimanının kumanda paneli üzerinde, ATC personelinin seçilen yolu görebileceği şekilde faksimile bir şemada yer almalıdır. Bu ayrıca havalimanı yol sisteminin şemasını gösteren dokunmatik bir ekran yardımıyla da gerçekleştirilebilir.
- b) kumandaların kumanda panelindeki tek bir anahtarın devreye alınmasıyla belirli bir güzergahdaki tüm segmentler aydınlanacak şekilde ara bağlantılı olması ve
- c) operatör kullanılacak pist çıkışını ve uçağın kapı güzergahını belirledikten sonra ideal rotayı otomatik olarak seçmek ve ışıklandırmak üzere programlanmış bir bilgisayarın kullanılması.





BÖLÜM
7

SABİT AKIM REGÜLATÖRLERİ

7. BÖLÜM

SABİT AKIM REGÜLATÖRLERİ

Not: Sabit akım regülatörleri, IEC 61822’de ele alınmaktadır.

7.1 SABİT AKIM REGÜLATÖRLERİNİN TÜRLERİ

7.1.1 Havaalanı pistlerinde olduğu gibi, uzun mesafeler boyunca sabit ışık geriverimini kolaylaştırdığından, çoğu havaalanı yer ışıklandırma devrelerindeki (seri devre) elektrik gücü sabit akım regülatörleriyle sağlanır. Bu regülatörler, devre yükünde ve güç kaynağının giriş gerilimindeki değişikliklerden bağımsız sabit akım çıkışı üretmek için tasarlanmıştır. Ayrıca, ışıkların kısılması gerektiğinde iki veya daha fazla çıkış akımı sağlayacak şekilde tasarlanmışlardır. Havaalanı ışıklandırmasında kullanılan bazı sabit akım regülatörü tipleri şu şekildedir:

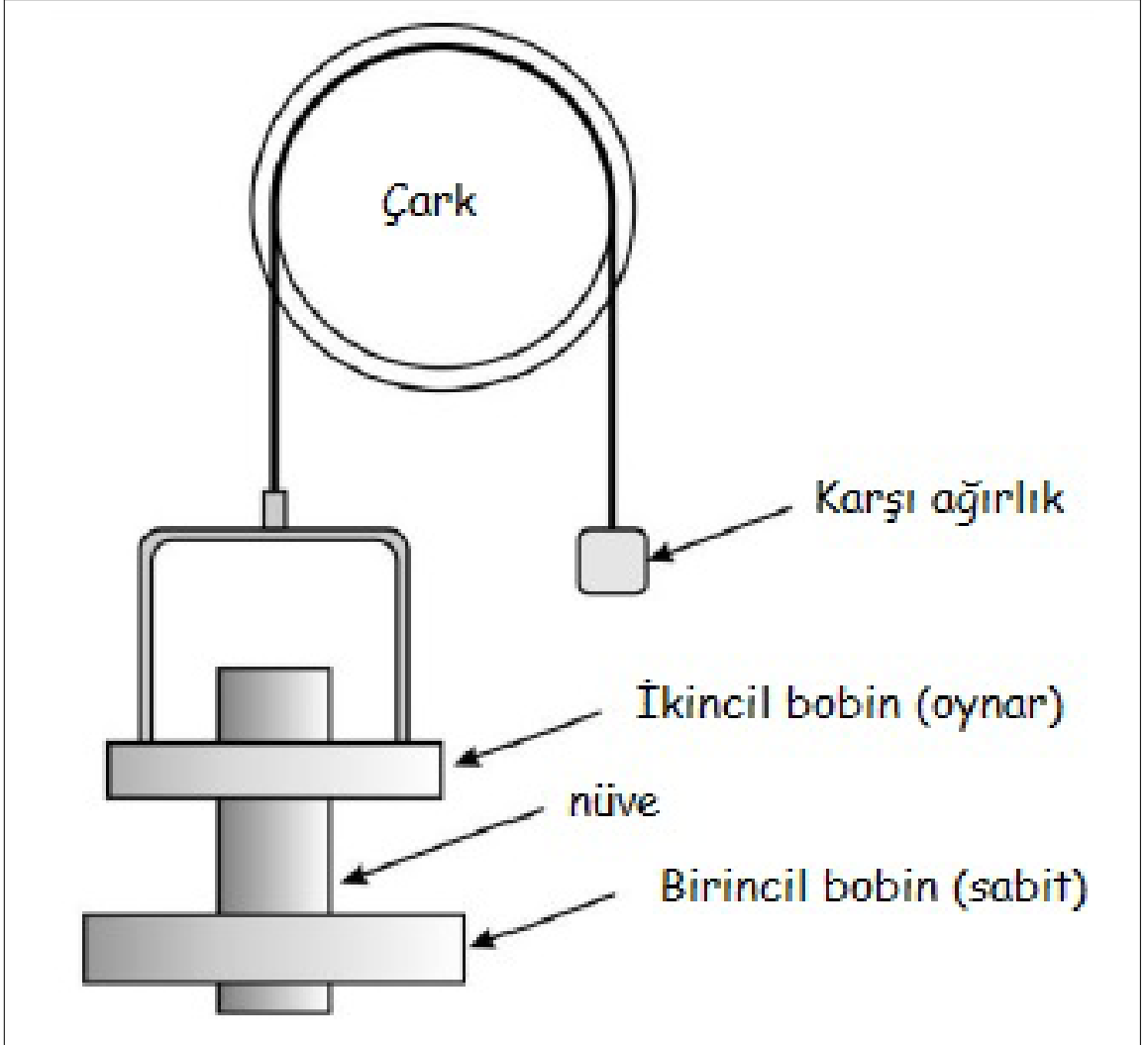
Oynar bobinli regülatörler

7.1.2 Oynar bobinli regülatörler, başta sokak ışıklandırma sistemleri olmak üzere, seri ışıklandırma devrelerine güç beslemede uzun yıllardır kullanılmaktadır. Bu regülatörde, birbirinden ayrı birincil ve ikincil bobinler bulunmakta olup, bu bobinler birbirlerinden bağımsız hareket edebilmekte, böylece giriş ve çıkış devrelerinin manyetik kaçak reaktansını değiştirebilmektedir. Bu reaktans değeri otomatik olarak, yük empedansına eklendiğinde sabit akım akışına imkan veren bir değere ayarlanır. Arzu edilen çıkış akımı, bir geri tepme kuvveti oluşturarak, oynar bobini bu akımı üreten pozisyonda tutar. Geri tepme kuvvetinin oynar bobinin ağırlığını tam olarak dengelediği bir mekanik denge durumu elde edilir. Şekil 7-1’de gösterilen şekilde, karşı ağırlıkla ayarlama yapmak mümkündür. Yükte veya giriş geriliminde yaşanan herhangi bir değişiklik, derhal oynar bobinin hareketiyle dengelenerek mekanik elektriksel denge tekrar sağlanır. Regülatör çıkışında kademeli transformatör kullanılarak yoğunluk kontrolü sağlanır. Oynar bobinli regülatörlerin başlıca dezavantajları bobinlerin mekanik hareketi ve anma yükünün altındaki yükler için güç katsayılarının düşük olmasıdır. Anma yükünün yüzde 50’si oranındaki bir yük için, güç katsayısı yüzde 75 veya daha az olabilmektedir. Mekanik kumanda nedeniyle, bazı oynar bobinli regülatörlerin hassas bir şekilde dengelenmiş ve titreşimden izole edilmiş olması gerekmektedir.

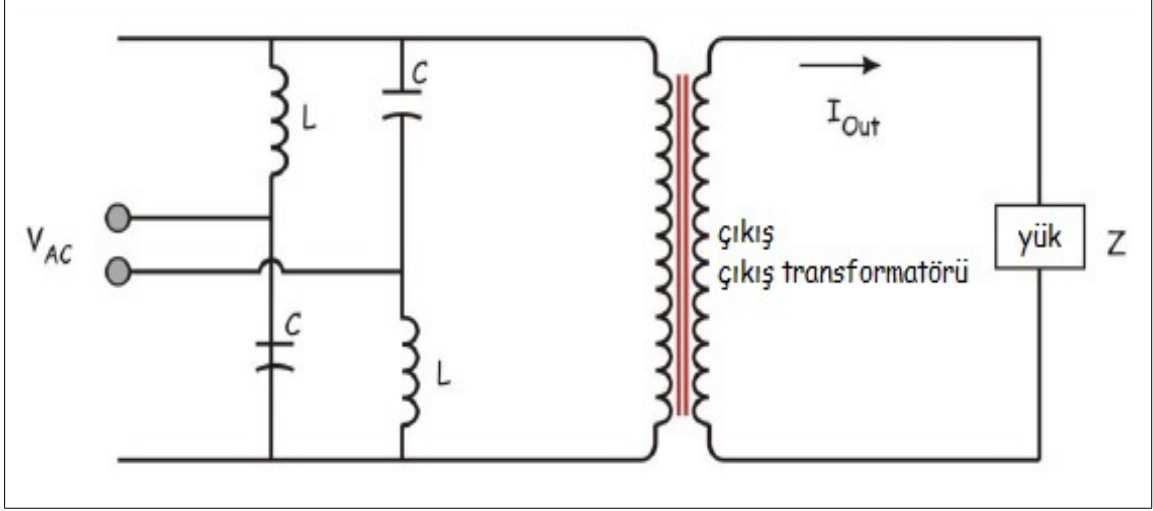
Tek döngü köprü tipi/rezonans şebekesi regülatörleri

7.1.3 Seri devreler için tek bir statik tip (oynar parçası olmayan) sabit akım regülatörüne tek döngü köprü tipi regülatör adı verilmektedir. Akımı düzenleyici şebeke genellikle iki endüktif bobin ve iki kondansatörden oluşur; bunların her biri köprü tipi bir devre halinde düzenlenmiş, güç frekansında eşit reaktanstadır (rezonans). Böyle bir şebekede, ikincil akım yük empedansından bağımsızdır. Kademeli giriş veya çıkış transformatörüyle veya sürekli değişen giriş transformatörüyle yoğunluk kontrolü sağlanabilir. Bu regülatör tipinin avantajları oynar parçasının olmaması ve güç katsayısının yüksek olmasıdır. Dezavantajları ise giriş gerilimindeki değişimler için dengeleyici unsurun olmaması ve gaz-buhar lambaları ve seri ayırma transformatörlerinin açık devre ikincil gerilimleri

gibi, rezonans devresinde yüksek harmonik frekanslara yol açan yüklerin regülasyon üzerindeki olumsuz etkileridir (bkz. Şekil 7-2).



Şekil 7-1. Oynar bobinli regülatör



Şekil 7-2. Rezonans şebekesi regülatörü

Doymalı reaktör regülatörleri

7.1.4 Doymalı reaktör CCR, iki doymalı reaktör, bir ana ayırma transformatörü, kumanda devre şeması ve bir çıkış transformatöründen oluşur. Giriş doymalı reaktörlerin AC reaktansı, giriş akımıyla otomatik olarak ayarlanır; bu sayede reaktörler çıkış transformatörüyle birlikte, yük akımını düzenleyen bir gerilim bölücü işlevi görür. Regülatörden gelen çıkış akımı algılanarak, birincil gerilim değişikliklerini ve ayırma transformatörlerinin açık devre ikincil gerilimlerinin neden olduğu harmonik frekansları dengelemek için ayarlama yapılabilir. Bu dengeleme işlemi, gelişmiş akım düzenlemesi sağlar ve anma değerinin üzerindeki ikincil akım nedeniyle lamba ömrünün kısılmasını önler (bkz. Şekil 7-3).

Katı hal kumandalı sabit akım regülatörleri

7.1.5 Bu regülatörlerde, transformatörün kaçak reaktansını kumanda etmek için alternatif akım katı hal devreleri kullanılmaktadır. Bu teknik, düşük kumanda seviyeleri kullanarak, sabit gerilim, seri rezonant devre elektrik özellikleriyle regülatörlerden sabit akım elde etmeye imkan verir. Katı hal kumandaları, hızlı yanıt, yüksek güç katsayısı ve bakım kolaylığı sunan regülatör kumandalarına sahip kompakt regülatörler sağlamaktadır.

7.1.6 Katı hal regülatöründe SCR (tristör) tahriki kullanılır. Şekil 7-4'te gösterildiği üzere, SCR'ler besleme gerilimini "parçalamak" ve böylece akımın etkin RMS değerini azaltmak üzere tetiklenir.

Ferrorezonant regülatör

7.1.7 Ferrerezonant CCR, esasen, giriş gerilimindeki değişikliklerin dengelenmemesi ve saha devresinden gelen harmoniklerin azalması gibi dezavantajların üstesinden gelmek için iyileştirmeler yapılmış olan bir rezonant şebekesi CCR'sidir. Kumanda sinyali, çıkış akımını arzu edilen parlaklık kademesinde muhafaza edecek şekilde dijital sinyal işlemcisi (DSP) ile değiştirilir.

7.1.8 Çıkış akımı doğrudan kumanda devresi ve kumanda sargıları tarafından düzenlendiğinden,

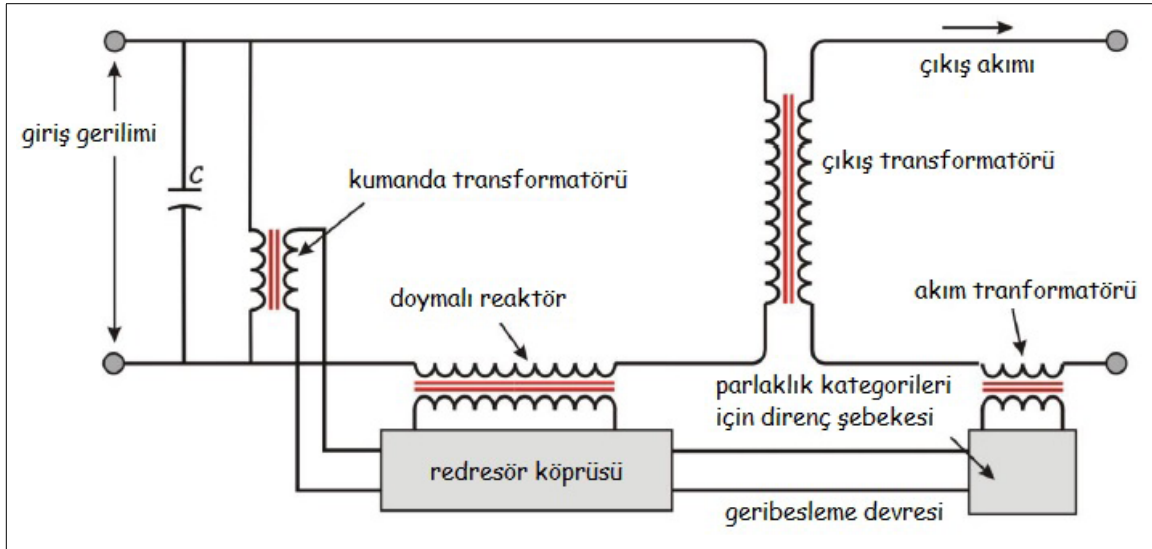
ferrezonant CCR'nin tepki süresi, katı hal CCR'lerden daha hızlıdır. Sonuç olarak çıkış akımı yarıp sönen veya değişen yüklerden etkilenmez. DSP ve kumanda devresi, sabit bir akımı korumak için giriş veya çıkış değişikliklerine hızla ve doğru bir şekilde tepki verebilir. Ancak, ferrezonant transformatörün büyüklüğü ve özel yapısı gereği, toplam paket büyüklüğü, ağırlığı ve maliyeti katı hal CCR'sinden fazladır (bkz. Şekil 7-5).

Darbe genişlik modülasyonu regülatörü

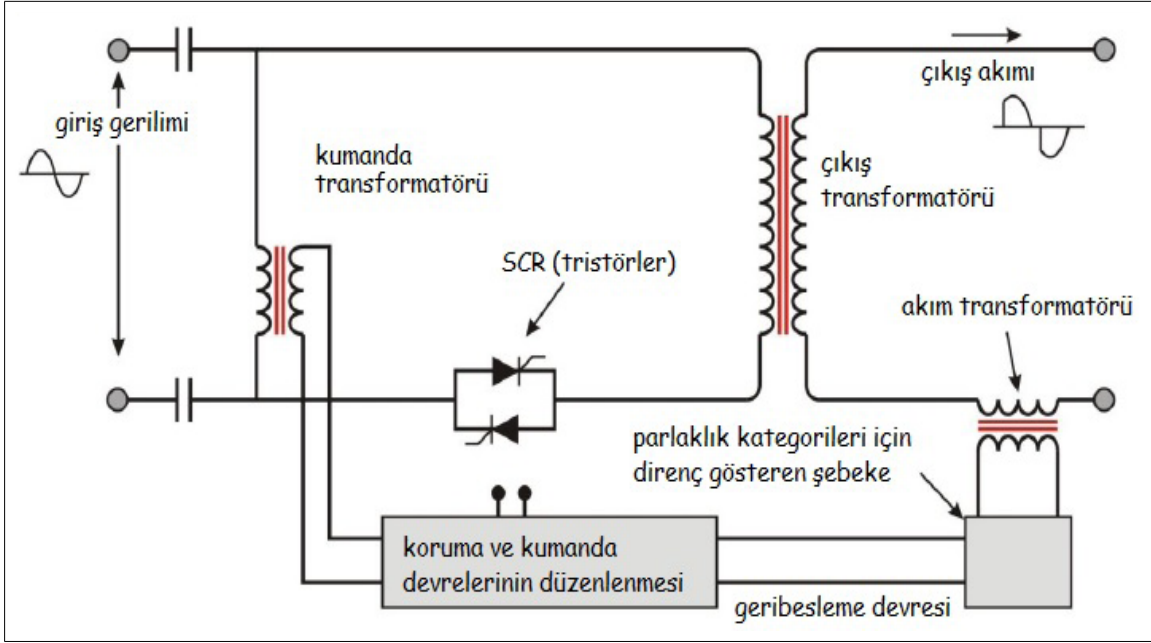
7.1.9 Görsel kolaylıkların ışıklandırılmasında güç beslemelerinin geliştirilmesine yönelik en gelecek vaat eden teknolojilerden biri de, endüstriyel değişken hızlı tahrikler için giderek yaygınlaşmakta olan ve doğru tasarlandığı takdirde, son derece yüksek doğruluk ve eşi benzeri görülmemiş bir kontrol sağlayabilecek olan darbe genişlik modülasyonunun (PWM) kullanımınıdır. Havaalanlarında LED ışıklandırmada uygulanır.

7.1.10 PWM güç devresinin temel tasarımı, gelen beslemenin düz akıma çevrilmesidir. DC gücü düzlenerek filtrelendikten sonra evirici aşamasına geçilir. Evirici aşamasında, DC güç çok yüksek frekanslı AC gerilime dönüştürülür. Ardından, arzu edilen çıkış dalga formunu oluşturmak için yüksek frekanslı AC yalıtılmış kapılı çift kutuplu transistörlerle (IGBT'ler) değiştirilir. Güç faktörü düzelme işlemi yeni ve inovatif bir tasarımla yükseltici bir ön regülatör ve yüksek performanslı bir evirici yardımıyla sürekli olarak uygulanabilir. Çok düşük yüklerde birime yaklaşan yüksek güç faktörleri mümkündür. Regülatörden elde edilen çıkış akımında, bozulma ve harmonikler çok düşük seviyede olacaktır.

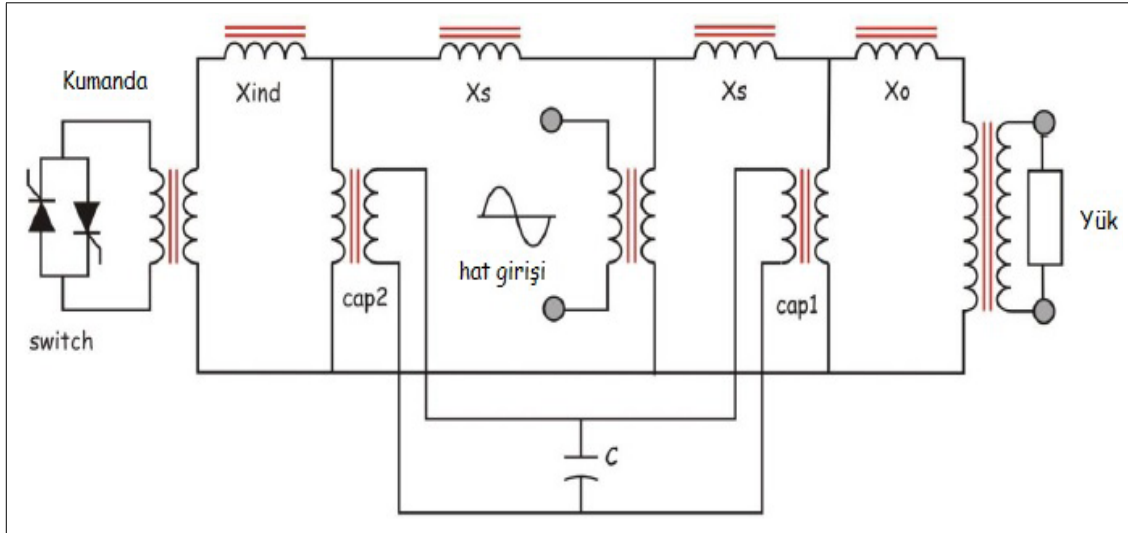
7.1.11 Yerleşik yazılımda ve donanım ara yüzünde yapılan uygun değişikliklerle, ferrezonant ve SCR tipi regülatörler için kullanılan dijital sinyal işlemcisinin (DSP) aynı PWM CCR'yi kontrol etmek için de kullanılabilir (bkz. Şekil 7-6).



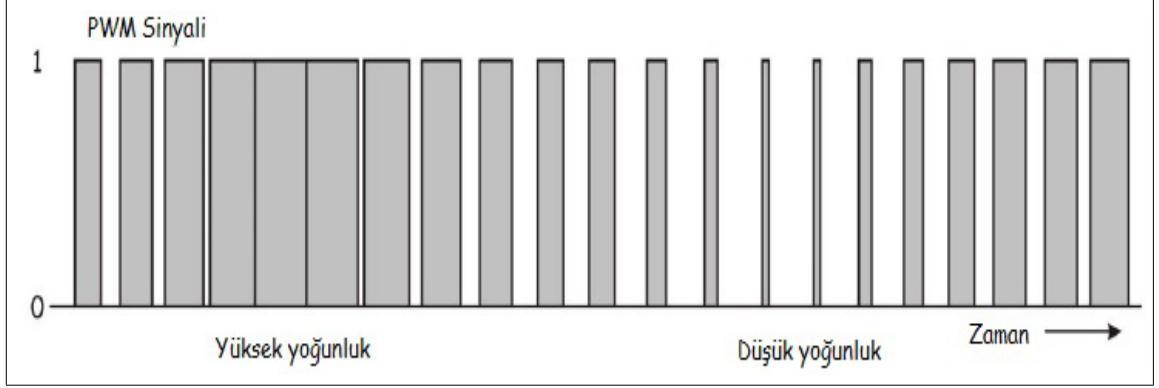
Şekil 7-3. Doymalı reaktör regülatörü



Şekil 7-4. Katı hal (SCR) regülatörü



Şekil 7-5. Ferrerezonant regülatör



Şekil 7-6. PWM sinyali oluşturmak için delta modülasyonu

7.1.12 PWM tasarımı, mevcut CCR tasarımları karşısında birçok avantaj vaat etmektedir:

- ferrezonans teknolojisinde göre daha küçük paket boyutu;
- SCR'lerdeki milisaniyelik tepki süresine kıyasla mikro saniyelik tepki süresi;
- tüm çalışma seviyelerinde daha düşük harmonik ve birime yakın güç faktörü ve
- giriş düşüşü şartlarında sabit çıkış imkanı

7.2 SABİT AKIM REGÜLATÖRLERİNİN ÇALIŞMA ÖZELLİKLERİ

7.2.1 Havaalanı ışıklandırma devrelerine güç besleyen sabit akım regülatörleri aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır:

- ayırma transformatörlerinin yüzde 30'una kadarında açık devre ikincil gerilimler bulunurken, tam yükün yarısından yüzde ± 2 aralığındaki herhangi bir yükte sabit akım çıkışını sürdürmesi;
- tek bir topraklama arızası hakim olduğunda, devrenin normal çalışmasına imkan verirken, devredeki topraklama arızasını göstermesi;
- yüksek derecede güvenilirliğe sahip olması; dolayısıyla oynar parçasının bulunmaması;
- birincil gerilimi iki saniyede kilitleyen ve regülatörün yeniden başlatılmasını gerektiren bir açık devre cihazın bulunması;
- devredeki değişikliklere on beş döngü içinde yanıt vermesi;
- aşırı akım durumunda regülatörü hizmet dışı bırakan veya akımın azaltılmasını sağlayan bir güvenlik cihazının bulunması;
- gerekli sayıda şiddet ayarı veya gereken şekilde sürekli değişebilen kumanda bulunması. Regülatör, enerjisi kesilmeden şiddet ayarı yapılabilecek şekilde tasarlanmış olmalıdır;

- h) birincil güç devresini ikincil ışıklandırma devresinden elektronik olarak izole etmesi ve
- i) Gerilim kesintisi durumunda, Annex 14, Cilt I, Tablo 8-1'de belirtilen geçiş süresi gerekliliklerine uygun olarak hızlı yeniden başlatma imkanı sağlayan dinamik özellikler ve
- j) -40°C ila +55°C arası ortam sıcaklıklarında ve yüzde 10 ila yüzde 100 arası bağıl nem koşullarında ve de 2000 metreye kadar rakımda tam yükte sürekli olarak çalışması.

7.3 SABİT AKIM REGÜLATÖRLERİNİN ANMA DEĞERİ ÖZELLİKLERİ

7.3.1 Aşağıda sabit akım regülatörlerinin anma değeri özelliklerine örnekler verilmiştir.

Güç

7.3.2 1 ve 70 kilovat arasındaki çıkış (ikincil) yükler. Bu aralıkta pek çok boyut seçeneği mevcuttur.

İkincil (çıkış) akım

7.3.3 En yaygın akım seviyeleri 6,6 ve 20 amperdir. 30 kilovata kadar olan yükler (30 kilovat dahil) için 6,6 amper, 30 kilovattan fazla yükler için ise 20 amper besleme yapan üniteler sıklıkla kullanılmaktadır. Genel eğilim, 6,6 amper kullanmak olduğundan, aşağıdaki parlaklık kademesi listeleri, sadece 6,6 amperle çalışma şartlarına göre düzenlenmiştir.

Akım kademesi değerleri

7.3.4 Tablo 7-1'de 3 kademeli ve 5 kademeli sabit akım regülatörleri için tipik akım kademeleri sıralanmıştır. Yerel uygulamaya bağlı olarak ilave kademeler kullanılabilir. Standart 6,6 amperlik devre göz önüne alındığında, 2,3 amperden düşük akım görülebilir ışık seviyesinin altında sayılmakta, dolayısıyla da pilot için "kapalı" durum olarak kabul edilmektedir. Zaman zaman elektrik tasarrufu sağlamak ve lamba ömrünü artırmak için tam parlaklığın %80'i oranında bir ayar eklenerek, normal hava şartlarında tam görüş gücünün biraz altına düşülmektedir. LED ışıklandırmada, PWM güç beslemeleri kullanılan durumlarda, kademeler akım seviyesinden ziyade modülasyon derecesine göre tanımlanır.

Model	Akım Kademeli	Nominal Çıkış (RMS Amper)	İzin Verilen Aralık (RMS Amper)
3 kademeli CCR	3	6,60	6,50 - 6,70
	2	5,50	5,40 - 5,60
	1	4,80	4,70 - 4,90
5 kademeli CCR	5	6,60	6,50 - 6,70
	4	5,20	5,10 - 5,30
	3	4,10	4,00 - 4,30
	2	3,40	3,30 - 3,50
	1	2,80	2,70 - 2,90

Tablo 7-1. Nominal CCR çıkış akımı aralığı

Frekans

7.3.5 Birincil gücün frekansına göre tanımlandığında genellikle 50 veya 60 hertzdir.

Birincil gerilim

7.3.6 Bir Devlette, 30 kilovata kadar olan ölçüler için 240 voltluk birincil gerilimler; 10 ila 70 kilovatluk ölçüler için ise 2400 voltluk birincil gerilimler kullanılmaktadır. Ayrıca diğer birincil gerilimler de kullanılabilir. Genel eğilim, giriş ayırıcılar gibi daha düşük uzmanlık gerektiren donanımların kullanıldığı 600 volt gibi orta seviye bir birincil gerilimin kullanılması yönündedir.

7.4 AÇIK DEVRE VE AŞIRI AKIMDAN KORUNMA

Seri devrelerde, devre sürekliliğini sağlamak ve topraklama kaçaklarının gelişmesini önlemek için bağlantılar çok dikkatli yapılmalıdır. Birincil gerilimde açık devre arızası, o devredeki tüm ışıkların çalışmasını önleyecek olup, regülatöre de zarar verebilir. Bu nedenle, sabit akım regülatörleri açık devre korumasıyla donatılır. Yüksek endüktanslı devrelerin anahtarlama ile ortaya çıkan geçici rejimler regülatörün aşırı akımdan korunmasını sekteye uğratabilir. Aşırı akımdan korunma cihazının normal şartlarda seri devredeki kısa devre arızasında tepki vermeyeceği unutulmamalıdır. Bu nedenle, seri devre ışıklandırma sistemleri üzerinde çalışmadan önce personele özel eğitim verilmelidir.





BÖLÜM
8

YÜK HESAPLAMALARI /
REGÜLATÖR BOYUTU

8. BÖLÜM

YÜK HESAPLAMALARI/REGÜLATÖR BOYUTU

8.1 GENEL

Bu bölümde, sabit akım regülatörü boyutunun seçilmesine yönelik devre yük hesaplaması ele alınmaktadır. Bazı durumlarda, tasarımı yapan taraf regülatörün anma değerini seçmek için daha önceki benzer tesisatı referans alabilir; ancak bunun hesaplama yoluyla kontrol edilmesi gerekir. Daha önce 4 kW'lık sabit akım regülatörüyle kurulan bir ışıklandırma kolaylığı karşısında, daha uzun besleme hatlarının kullanılmasına bağlı olarak yeni tesisat için 7,5 kW'lık bir regülatör gerekebilir. Regülatör yükü hesaplamasında lamba yükü, lamba toleransları, ayırma transformatörlerinin verimleri, ikinci kablo kayıpları, birinci kablo kayıpları ve besleme kablosu kayıpları dikkate alınmalıdır.

Not.: Yazılım programları üreticilerden temin edilebilir.

8.2 YÜK TÜRLERİ

8.2.1 Hesaplamalarda aşağıdaki yük türleri dikkate alınmaktadır.

- Lamba yükü. Lambaların nominal anma değeri.
- Birincil tarafa sevk edilen lamba yükü. Transformatörün birincil tarafına sevk edilen lamba yükü ile lamba toleransının ve ayırma transformatörü veriminin toplamı. Lambalar, üretim ölçeğine göre imal edilmekte olup, net watt miktarının, belirtilen anma değeriyle aynı olduğu garanti edilememektedir. Tablo 8-1'de yer alan toleranslar beklenebilir.

Anma watt değeri (watt)	Tolerans (%)	Muhtemel gerçek watt miktarı (watt)
30	8	32,4
45	8	48,6
200	7	214,0
250	6	265,0

Tablo 8-1. Lamba toleransları

- İkincil uç kablonun yükü. Ayırma transformatöründen ışık armatörüne giden ikincil uç kablonun direnç yüküdür. Kaplama içi ışıklandırmada, bu yük oldukça büyük olabilmektedir. Yanında ayırma transformatörü bulunan bir kenar ışıklandırmasında, bu yük önemsizdir ve yok sayılabilir. Yüksek kulelerin olduğu yaklaşma ışıklandırmasında, nispeten yüksek ikincil direnç değerleri görülebilir. İkincil (lamba ve kablo) yük tespit edildikten sonra, transformatörün kendi verimine bağlı olarak yaşanabilecek tüm kayıplar da dahil edilerek,

ayırma transformatörünün birinci tarafına sevk edilir. Tablo 8-2'de görüldüğü gibi bu verim lambaya göre değişiklik gösterir.

Transformatör Anma Değeri (watt)	Lamba Anma Değeri (watt)	Verimlilik (%)
30/45	30	70
30/45	45	77
200	200	90
250	250	89

Tablo 8-2. Ayırma transformatörünün verimi

d) Birincil kablo yükü. Işık istasyonları arasındaki birinci kablolardaki direnç yükü. Tablo 8-3'te, çeşitli AWG tel boyutları için direnç değerleri sıralanmıştır. Bu tablo ayrıca ikincil tel ile besleme kablosunun yükünü tespit etmek için de kullanılabilir.

Metrik kesit IEC 60228	AWG no	mm ²	Ohm/km @ 20°C (*)	Ohm/1000 ft @ 25°C
25		25,000	0,690	
	4	21,151	0,815	0,2533
16		16,000	1,078	
	6	13,302	1,296	0,4023
10		10,000	1,724	
	8	8,366	2,060	0,6401
6		6,000	2,873	
	10	5,261	3,277	1,018
4		4,000	4,310	

Tablo 8-3. Bakır tel direnci

Metrik kesit IEC 60228	AWG no	mm ²	Ohm/km @ 20°C (*)	Ohm/1000 ft @ 25°C
	12	3,309	5,210	1,622
2,5		2,500	6,896	
	14	2,081	8,284	2,5756
1,5		1,500	11,493	
	16	1,309	13,170	4,084

(*) $p = 1.724 \cdot 10^{-8}$ ohm-m²/m öz direnç esas alınarak 20°C'de direnç değeri

Not: Genel uygulama olarak, ikincil tarafta 6,6 amperlik devre şeması için kullanılan telin metrik kesiti 4mm² (#12 AWG) 'dir. Birincil tarafta ise, telin metrik kesiti 10 mm² (#8 AWG) 'dir.

e) Besleme kablosunun yükü. Sistemin ilk ve son ışığını sabit akım regülatörüne bağlayan besleme kablolarının direnç yüküdür. Besleme kablosunun uzunluğu, ilk ve son ışığın esasen yan yana olduğu varsayıldığında, regülatör deposunun ışıklandırma sistemine uzaklığının iki katıdır.

8.3 IŞIKLANDIRMA KOLAYLIĞININ YÜKÜNÜN HESAPLANMASI

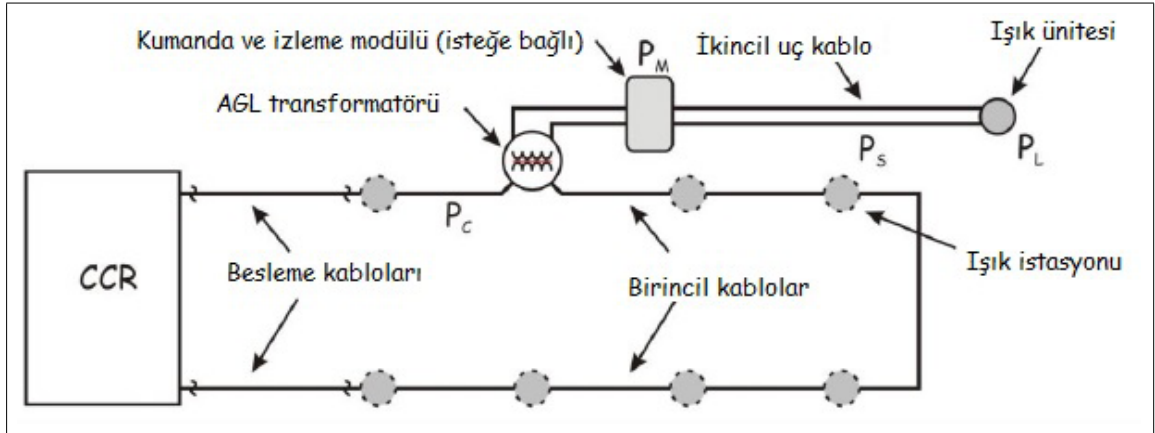
Seri devre ışıklandırma kolaylığının yükü, grafikler yardımıyla veya matematiksel olarak hesaplanabilir. Çeşitli grafikler mevcut olmakla birlikte, bunların geliştirilme mantığına dair bir açıklama bulunmayabildiğinden, bu grafikte başlangıçta hazırlanmış oldukları tesisatlar dışındaki tesisatlarda kullanıma elverişli olmayabilmektedir. Tercih edilen yöntem, matematiksel hesaplama yöntemidir.

8.4 ÖRNEK HESAPLAMA

Nominal lamba gücü	$P = 45 \text{ W}$
Lamba gücü toleransı (Tablo 8-1'e göre 45W)	$\delta = +\%8(1,08 \text{ faktör})$
Seri devrede akan akım	$I = 6,6 \text{ A}$
Seri devre transformatörünün verimi	$\eta = 0,77$ (30/45 W'lık bir transformatör için tipik değer)
Özdirenç (bakır)	$\rho = 1.724 \times 10^{-8} \text{ ohm-m @ } 20^\circ\text{C}$
Kumanda ve izleme modülünün gücü	$P_M = 7 \text{ watt}$

Tablo 8-4. Koşullar

İkinci uç kablo uzunluğu	$L_S = 40 \text{ m}$
İkincil uç kablo kesiti	$A_S = 4 \text{ mm}^2 = 4 \times 10^{-6} \text{ m}^2$
Armatür miktarı	$N = 40$
Birincil kablo uzunluğu	$L_P = 1600 \text{ m}$ (örneğin pist uzunluğu)
Besleme kablosu mesafesi	$L_F = 1000 \text{ m}$ (kapalı devre başına iki besleme kablosu)
Birincil kablo kesit alanı	$A_{PC} = 6 \text{ mm}^2$
Besleme kablosu kesit alanı	$A_{FC} = 6 \text{ mm}^2$



Şekil 8-1. Devre yükü

8.4.1 Tablo 8-4'teki ve yukarıdaki Şekil 8-1'deki koşullara göre, güç gereksinimi hesaplaması şu şekildedir:

- (a) Bir telin elektrik direncinin tel uzadıkça daha yüksek, telin kesiti büyüdükçe daha düşük olması ve telin yapıldığı malzemeye (özdirencine) bağlı olarak değişmesi beklenir. Bu ne-

denle direnç şu şekilde ifade edilebilir:

$$R = \rho * L/A$$

burada:

R, malzemenin (ohm (Ω) cinsinden ölçülen) elektrik direncidir;

ρ , (ohm metre (Ωm) cinsinden ölçülen) statik özdirençtir;

L, (metre (m) cinsinden ölçülen) malzeme uzunluğudur;

A, örneğin (metre kare (m^2) cinsinden ölçülen kesit alanıdır.

(b) Lamba yükü

$$P_L = \text{lamba watt değeri} * \text{lamba toleransı} = 45 * 1,08 = 48,6 \text{ watt}$$

(c) 4 mm²lik iletken kullanılan ikincil (alçak gerilim) uç kablolardaki güç kaybı:

$$\text{iletken uzunluğu} = 2 * \text{uç kablo} = 80 \text{ m}$$

$$R_S = \rho * 10^6 * \text{uzunluk} / \text{m}^2 \text{ cinsinden alan} = 1,724 * 10^{-8} * 80 / 4 * 10^{-6} = 0,3448 \text{ ohm}$$

$$P_S = R_S * I^2 = 0,3448 \text{ ohm} * (6,6 \text{ amper})^2 = 15,2 \text{ watt}$$

(d) Sistemde kumanda ve izleme modülü kullanılıyorsa, 7 watt eklenir.

(e) Işık ünitesi balına toplan ikincil güç kaybı:

$$P_2 = \text{lamba yükü} + \text{modül} + \text{uç kablo kaybı} = 48,6 + 7 + 15,2 = 70,8 \text{ watt}$$

(f) Birincil tarafa sevk edilen ikincil kayıp:

$$P_1 = P_2 / \text{transformatör verimi} = 70,8 / 0,77 = 91,9 \text{ watt}$$

(g) Yüksek gerilim ve besleme kablolarında güç kaybı:

$$\text{iletken uzunluğu} = 2 * (\text{besleme kablosu uzunluğu} + \text{birincil kablo uzunluğu}) = 2 * (1000 + 1600) = 5200 \text{ m}$$

$$R_p = \rho * 10^6 * \text{uzunluk} / \text{m}^2 \text{ cinsinden alan} = 1,724 * 10^{-8} * 5200 / 6 * 10^{-6} = 14,9 \text{ ohm}$$

$$P_p = R_p * I^2 = 14,9 \text{ ohm} * (6,6 \text{ amper})^2 = 649,0 \text{ watt}$$

(h) Toplam güç gereksinimi

$$P_T = P_p + 40 * P_{S2} = 649,0 + 40 * 91,9 = 4325 \text{ watt} = 4,3 \text{ kW}$$

(i) Buna göre, 5 kVA'lık bir sabit akım regülatörünün seçilmesi gerekebilir.

IEC 61822'ye göre piyasada 1, 2,5, 5, 7,5, 10, 15, 20, 25 ve 30 kVA'lık sabit akım regülatörü seçenekleri mevcuttur.

8.5 DİĞER HUSUSLAR

8.5.1 Hesaplama sonucunda watt veya kW cinsinden bir değer elde edilmekte olup, bu etkin güç değeridir. Görünür güç (veya kVA), 6,6 amperde çalıştırılan genel sistemin beklenen güç katsayısına bağlıdır. Bazı ışıklandırma kolaylıklarında, güç katsayısı nispeten düşük olabilir ve regülatör boyutu değerlendirmesine dahil edilmesi gerekir.

8.5.2 Ayrıca, yükün özellikleri de sabit akım regülatörünün seçimini etkileyebilir. Çıkış harmonik içeriğinin düşük olması arzu edilen, değişken yüklü seri devreler için ferorezonant CCR'ler tavsiye edilmektedir.

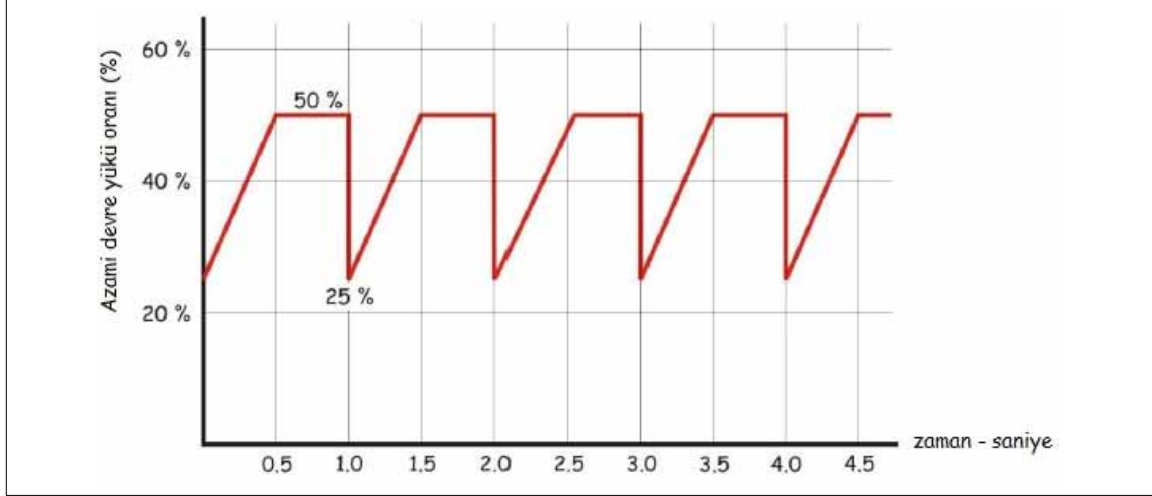
Adreslenebilir ışıklar - anahtarlama cihazının watt kapasitesi

8.5.3 Bazı durumlarda, adreslenebilir anahtarlama cihazının anahtarlama kapasitesi CRR'den beslenen dalga formuna bağlı olabilir. Yüksek tepe faktörlü CCR akımı, azami anma yükü watt değerinin kullanılmasına müsaade etmeyebilir. Tasarımı yapan taraf, doğru çalışmasını sağlamak için bu uygulamayı göz önüne almalıdır. CCR seçimi, gerekli yüklemeyi etkileyebilir. Olası CCR problemleri ile ilgili olarak üreticiye danışılmalıdır.

8.5.4 Adreslenebilir cihazların her biri, ayırma transformatörünün ikincil kablosunda güç tüketir. Yüğü hesaplarken, cihazın puant yük tüketimi göz önüne alınarak, özellikle ikincil uzatma kablosu varsa, ek ikincil kablodaki kayıp ilave edilir.

Senkronize yanıp sönen yükler

8.5.5 Kaplama içi pist koruma ışıkları (RGL konfigürasyon B) devresi, dakikada 30-32 yanıp sönmeye döngüsü aralığıyla bir devredeki potansiyel olarak büyük yük dalgalanmasına örnektir. Devredeki kaplama içi RGL armatürlerinin hepsinin tam olarak senkronize olması halinde, herhangi bir zamanda armatürlerin yarısı açık veya kapalıdır. Ancak lambaların durumu değiştikçe, yeni kapatılan lambalar hemen hiç yük vermezken, yeni açılan lambalar ise filamanları hala sıcak olduğundan yüklerinin yarıya yakını verirler. Filamanlar ısınıp tam geriverime ulaştıkça, "açık" lambalar da tam yüklerini verirler. Şekil 8-2'de devre yüklemesi gösterilmektedir.



Şekil 8-2. RGL yük özellikleri

8.5.6 Şekil 8-2'de, tüm kaplama içi RGL armatürlerine enerji verildiğinde, %100'lük bir yük oranı varsayılmaktadır. CCR seçiminde bu yükleme tipi göz önünde bulundurulmalıdır. Tasarımı yapan taraf, verim ve yükleme ile ilgili hesaplamaların doğru olduğundan emin olmalıdır. Ayrıca, belli bir CCR'nin bu uygulamaya uygunluğu konusunda CRR üreticisine danışılmalıdır. Mevcut kaplama için RGL sistemlerinde, yükü devrenin dinamiklerini bir şekilde azaltacak şekilde dağıtmayı sağlayan yerleşik bir işlev bulunabilir. Ayrıca, kaplama için RGL'lerin zamanlaması, hem çift hem de tek ışıkların aynı zamanda kapanarak, kaplama içi RGL'ler tarafından yapılan yüklemenin çok düşük olmasına yol açmasının önüne geçmede kritik rol oynayabilir. Yük değişirken kabul edilebilir, normal CRR çıkış akımında az miktarda dalgalanma olabilir. İzlenen seri devrelerde, gereksiz yere rahatsızlık veren alarmları ortadan kaldırmak için CCR çıkış akımı izleme alarm seviyelerinin biraz genişletilmesi kabul edilebilir. Yük değişirken kabul edilebilir, normal CRR çıkış akımında az miktarda dalgalanma olabilir. İzlenen seri devrelerde, gereksiz yere rahatsızlık veren alarmları ortadan kaldırmak için CCR çıkış akımı izleme alarm seviyelerinin biraz genişletilmesi kabul edilebilir. Tasarımı yapan taraf, bu bileşenlerin uyumluluğu ve uygulanması konusunda CCR'nin ve kaplama içi RGL kumandalarının üreticisine danışmalıdır.

Senkronuz yanıp sönen yükler

8.5.7 Dakikada 45 ila 50 yanıp sönmeye döngüsü aralığında yanıp sönen yükseltilmiş pist koruma ışığı senkronuz yanıp sönen yüke örnektir. Genel olarak, yanıp sönen cihazların her birinin zamanlaması senkronuzdur ve herhangi bir anda seri ışıklandırma devresinin yükünde sapma olabilir. Ortalama yük, zamanla daha geniş devreler üzerinde normalleşme eğilimindedir ancak yüklemenin oldukça değişken olduğu zaman dilimleri olabilir. Yük değişirken kabul edilebilir, normal CRR çıkış akımında az miktarda dalgalanma olabilir. İzlenen seri devrelerde, gereksiz yere rahatsızlık veren alarmları ortadan kaldırmak için CCR çıkış akımı izleme alarm seviyelerinin biraz genişletilmesi kabul edilebilir. Tasarımı yapan taraf, bu bileşenlerin uyumluluğu ve uygulanması konusunda CCR'nin ve yükseltilmiş RGL'lerin üreticisine danışmalıdır.

Doğrusal olmayan veya reaktif yükler

8.5.8 LED armatürler, seri devre levhalar ve adreslenebilir bileşenler gibi elektronik cihazlar, devre üzerinde doğrusal olmayan veya reaktif yük sağlayabilirler. Bu araçlar, devre yüküne kapasitif bir özellik veren anahtarlamalı güç kaynakları içerebilir. Ayrıca, devreye enerji verildiğinde, bu cihazlar başlangıçta nispeten yüksek gerilim düşüşü sağlar görünürken, birden bire değişerek daha düşük bir gerilim düşüşü sağlayabilmektedir. Tasarımı yapan taraf, uyumlulukla ilgili olarak dikkate alınması gereken hususlar olup olmadığını tespit etmek için CCR'nin ve elektronik bileşenin üreticisine danışmalıdır.

Devre stabilitesi ve levhalı devrelere yükleme

8.5.9 Hava tarafındaki bazı levhalarda, sabit akım regülatörünün parlaklık kademesi aralığı boyunca süreklilik arz eden bir aydınlatma seviyesi sağlayan doymalı transformatör bulunabilir. Bu levhaların başlatma sırasında veya lambda bozulduktan sonra seri devreye sunduğu yükte büyük dalgalanmalar olabilir. Bazı CCR'lerin bu yük tipini iyi tolere edememesi, devrede kararsızlık görülmesine veya devrenin kapanmasına yol açabilir. Tasarımı yapan taraf, hem levhanın hem de CCR'nin üreticisine danışarak gerekli uyumluluğu tespit etmelidir.

8.5.10 Bu levhalar için gerekli yükleri ve CCR boyutunu testi etmek için, sadece levhaların ihtiyaç duyduğu volt-ampere (VA) değerini, devredeki geri kalan unsurların yükünü toplayıp, kablo kayıpları, transformatör verimliliği vs. için normal hesaplama yapmak doğru olmaz. Bu hesaplama sadece devre en üst kademe olan 6,6 amper değerinde tutulursa zaman geçerli olur. Diğer ışıkların yanı sıra birden fazla levha bulunan, 10.000 VA'lık levha yükü ve 3000 VA'lık kayıplarla birlikte, toplam yükü 13.000 VA olan bir devre ele alındığında, en üst kademedeki bu yük için, 2272 voltluk nominal azami çıkış gerilimiyle, 15 kVA'lık bir CCR yeterli olacaktır. Öte yandan, CCR'nin daha düşük bir kademeye ayarlanması durumunda, devredeki levha bileşenlerinin parlaklıklarını korumak için yine 10.000 VA'ya ihtiyaçları olacaktır. 2,8 amperde, 10.000 VA yük için yaklaşık 3570 volt gerekir; bu durumda CRR'nin büyüklüğü yeterli değildir. Levhaya düzgün bir şekilde güç sağlamak için, diğer devre bileşenlerinin VA'sı, kablo kayıpları ve seri ayırma transformatörünün veriminin yanı sıra kullanılacak olan en düşük devre kademesinde levhaların ihtiyacı olan azami gerilim göz önüne alınmalıdır.

LED teknolojisi

8.5.11 LED teknolojisi ve belki de diğer ışıklandırma şekillerini içeren devrelerin yüklemesi ele alınırken, ilgili üreticilere danışılması gerekir. Ancak kablo kayıpları gibi faktörlerde temel esaslar, geleneksel akkor ışıklardakiyle aynıdır.





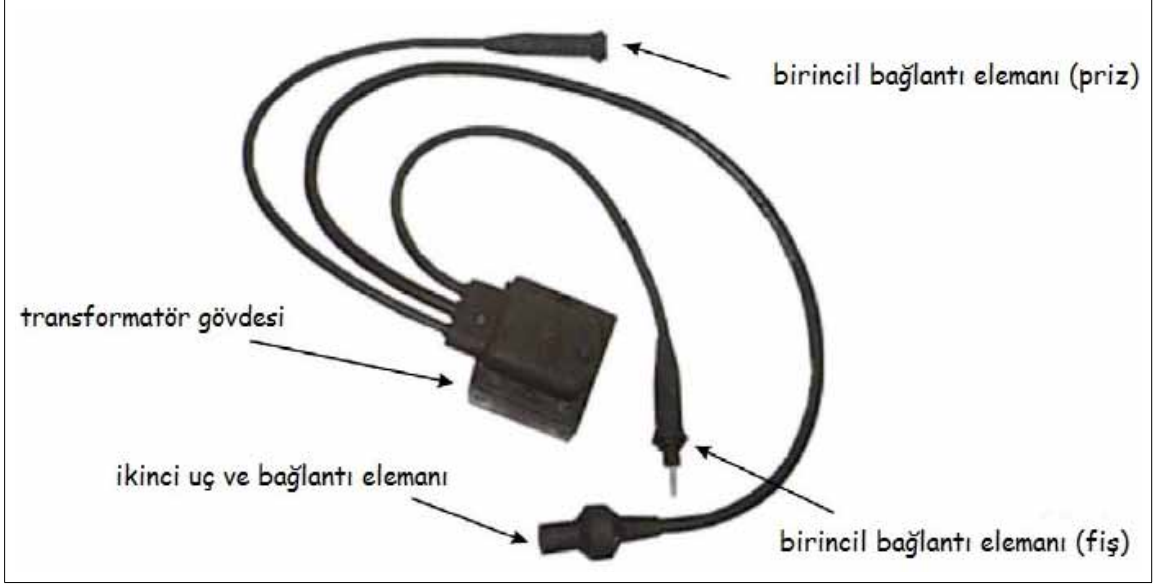
BÖLÜM
9

HAVAALANI YER İŞIKLANDIRMASI
SERİ TRANSFORMATÖRLERİ

9. BÖLÜM

HAVAALANI YER IŞIKLANDIRMASI SERİ TRANSFORMATÖRLERİ

Not.: AGL transformatörleri IEC 61823'de ele alınmaktadır.



Şekil 9-1. AGL transformatörü

9.1 İŞLEVLERİ

9.1.1 Seri tip ışıklandırma devrelerinin çoğunda, devrenin sürekliliğini sağlamak, böylece de bir lamba arızasının açık devre hatası yapmasını önlemek için havaalanı yer ışıklandırma (AGL) transformatörleri kullanılmaktadır. AGL transformatörü ayrıca ikincil tarafta veya lamba tarafında alçak gerilim üretilmesi bakımından da bir derece emniyet sağlamaktadır. Öte yandan birincil ve ikincil sargılar arasında kısa devre olması bu emniyete gölge düşürebilir. Bazı tesisatlarda, sabit akım regülatöründeki ikincil açık devrelerin etkisini önlemek için lamba bozulduğunda lambada kısa devre yaptıran film kesiciler gibi by-pass cihazları kullanılmaktadır (bkz. Şekil 9-1).

9.2 TRANSFORMATÖR TASARIMI

9.2.1 AGL transformatörü, su geçirmez bir kutu içerisindeki manyetik nüve üzerinde bulunan birincil ve ikincil bobin sargısı ile seri devreyi lambaya bağlamaya yarayan birincil ve ikincil uç kablolarından oluşmaktadır. Bir seri transformatörün birincil bobininin ikincil bobine kıyasla dönüş oranı, 1:1'dir yani lambadaki akım sabit akım regülatöründen gelen birincil kablodaki akımla aynıdır. 1:1'lik dönüş oranı en yaygın kullanılan oran olmakla birlikte, diğer dönüş oranları da kullanılabilir. Birincil ve ikincil bobinler arasında elektrik izolasyonu sağlanmıştır ancak bu iki bobin manyetik devreyle bağlıdır. İkincil devre, daha az elektrik potansiyeline tabidir ve bazı Devletlerde ikincil

devrenin bir tarafını topraklama bağlantısına çıkarma uygulaması bulunmaktadır. Transformatörün nüvesi çalışma sırasında manyetik doygunlukta değildir ancak lambaların bozulması veya ikincil devrenin açık devre olması durumunda doygun hale gelir böylece de birincil devrenin bütünlüğü sürdürülür. Lamba devresine kısa devre yaptırılması gerekiyorsa, transformatör yüksüz durumda olacak ve seri devre üzerinde minimum etkiye sahip olacaktır. Transformatörler, anma yükünde, açık devrede veya kısa devrede hasarsız olarak sürekli çalışma kapasitesine sahip olmalıdır.

9.2.2 Işıklar saha modülü aracılığıyla tek tek kontrol edilecekse, tasarım devrenin transformatörleri üzerinden haberleşme imkanı verecek şekilde olmalıdır.

9.3 MAHFAZA

9.3.1 Nüvenin, sargıların ve uçların mahfazası olarak kullanılan su geçirmez kutu metal, kauçuk veya plastik olabilir ve doğrudan gömme yöntemiyle, su altında, kaidelerde veya hava şartlarına açık olarak kuruluma uygun olmalıdır. Bu kutu, transformatörün düşmesi veya tek bir uç kabloyla taşınması durumunda üniteyi hasar görmekten korumalıdır. Kutu, içine su girmesini önlemelidir veya uç kabloları takılı olduğunda çok düşük sıcaklıklarda parçalanmayı veya hasarı önlemek için esnekliğini sürdürmelidir ve elleçleme, depolama, kurulum ve servis sırasında üniteyi korumalıdır. Kutu, ateş geciktirici/kendiliğinden sönen malzemeden yapılmış olmalıdır.

9.3.2 Birincil uç kabloların kesiti 10 mm²'den (#8 AWG) az olmamalıdır ve bu uçlar en az 5000 volt için yalıtılmış olmalıdır. Bu uç kabloların uzunluğu 50 cm'den az olmalıdır. Genellikle bu uç kablolarında uçların birinde fiş tipi bir bağlantı elemanı, diğerinde ise seri devre kablosuna bağlamak için uygun bir priz bulunur. İkincil uç kablolar, iletken kesiti en az 4 mm² veya 6 mm² (#12 veya #10 AWG) olmak üzere iki iletkenli, en az 600 volt için yalıtılmış ve en az 100 cm uzunluğunda olmalıdır. Genellikle bu uçlarda ışığa bağlamak için iki iletkenli uygun bir bağlantı elemanı bulunmaktadır.

9.3.3 Transformatörler su geçirmeyecek şekilde tasarlanmış olmalarına karşın iniş deliklerinde kablo tavalalarının üzerinde veya alt tabanda tuğla gibi bir ayırıcı içine (transformatör mahfazaları) döşenmelidir.

9.4 ORTAM SICAKLIĞI

Transformatörler -55°C ila +65°C arasındaki sıcaklarda çalışabilecek kapasitede olmalıdır.

9.5 TRANSFORMATÖR ANMA DEĞERLERİ

AGL seri transformatörlerinin anma değerleri, çıkış gücü, birincil ve ikincil akım, frekans ve ayrıca birincil ve ikincil devrelerin yalıtım gerilimidir. Bu transformatörler, istenen anma değerlerinin hemen hemen hepsinde kolaylıkla üretilebilmektedir. Yaygın olarak bulunan anma değerlerinden bazıları şu şekildedir:

- a) Güç. 30/45, 65, 100, 200, 300 ve 500 watt'lık değerler sıklıkla kullanılmaktadır; zaman zaman 1000 ve 1500 watt'lık üniteler de kullanılmaktadır. LED uygulaması için 10/15 ve 20/25 watt'lık değerler mevcuttur.
- b) Akım. Anma akım değerleri genellikle birincil akımın ikincil akıma oranı olarak verilmektedir. Yaygın anma akım değerleri 6.6/6.6, 20/20, 6.6/ 20 ve 20/6.6 amper'dir.
- c) Frekans. Yaygın frekanslar 50 ve 60 hertzdir. Tercihen transformatör tasarlanmış olduğu frekansta kullanılmalıdır.
- d) Yalıtım. Ayırma transformatörlerinin çoğu birincil devrede 5000 volt için, ikincil devrede ise 600 volt için yalıtılmıştır. Gücü daha fazla olan transformatörlerin açık devre gerilimi de daha yüksek olduğundan daha yüksek ikincil yalıtım gerekebilir.

9.6 TEK TRANSFORMATÖRDEN BİRDEN ÇOK LAMBANIN BESLENMESİ

Her lambanın kendi transformatöründen beslenmesi tercih edilir. Zaman zaman, mevcut pistlere merkez hattı ışıklarının kurulması gibi kurulum maliyetlerini düşürmek veya uzun yaklaşma ışığı desteklerinde olduğu gibi kablo kitlesini ve mukavemetini azaltmak için, bazı lambalar tek bir ayırma transformatöründe seri olarak bağlanabilmektedir. Transformatörün toplam lamba yükü artı hat kayıplarını besleyecek kapasiteye sahip olması gerekmektedir. Bu düzenekte iki problem söz konusudur: birincisi, lambalardan biri bozularak açık devreye yol açarsa, uygun by-pass cihazları kullanılmadığı takdirde diğer lambalar çalışmaz; ikincisi açık devre arızası anında, özellikle daha büyük AGL transformatörleri için anlık ikincil gerilim çok büyük olabilir. Bu problemler aşağıda ele alınmaktadır.

9.7 TRANSFORMATÖRLERİN AÇIK DEVRE İKİNCİL GERİLİMLERİNİN ETKİLERİ

Çoğu AGL transformatörünün tasarımı, açık devre ikincil gerilimlerin ortalama karekök (RMS) gerilimini 200 volt veya altına sınırlandırmaktadır. Ancak, açık devre meydana geldiği sırada bazı transformatörlerin anlık gerilimi çok daha yüksek olabilmektedir. Çalışma geriliminden sadece biraz yüksek bir gerilimde doyumluğa ulaşacak şekilde tasarlanmış manyetik nüveli transformatörler genellikle daha az doyumluktaki transformatörlerden daha düşük RMS değerine ve anlık puant açık devre ikincil gerilimlere sahiptir. Yüksek RMS değerine sahip açık devre gerilimler daha yüksek ikincil yalıtım gerektirir ve daha yüksek elektrik çarpması riski teşkil eder ancak aynı zamanda film kesicilerin çalışmasını daha güvenilir hale getirir. Açık devre ikincil gerilimli seri/seri ayırma transformatörlerinin reaktansı birincil akımın dalga biçimini bozar ve bunun sonucunda ortaya çıkan harmonik frekanslar bazı sabit akım regülatörü türlerinin düzenleme işlemini etkileyebilir.

9.8 LAMBA BY-PASS CİHAZLARI

Lambalar ister doğrudan seri devreye, ister tek bir AGL transformatöründe seri halinde grup olarak

bağlı olsun, bir lambanın filamanı söndüğünde, bozulan lambanın bağlantı uçlarında uygun bir by-pass cihazı bağlı olmadığı takdirde gruptaki tüm lambalar söner. Bu transformatörlerin olmadığı seri ışıklandırma devrelerinin ilk zamanlarında, bozuk lambaları bypass etmek için sigortalı film kesiciler kullanılmıştır. Bu cihazda, her lambanın bağlantı uçlarına yaylı kontaklar bağlanmıştır. Yaylı kontaklar, iletken dış yüzeyler arasında iletken olmayan, küçük bir disk şeklindeki ince bir film tabakası olan film kesiciyle ayrılmıştır. Lamba çalışırken, film disk lamba bağlantı uçlarının birbirinden yalıtılmasını sağlar ve lamba filamanı seri devreyi tamamlar. Lamba filamanı bozulursa, lamba terminallerindeki gerilim hızla yükselerek filmin delirmesine, lambanın bağlantı uçlarının kısa devre yapmasına ve sabit akım regülatörünün açık devre koruması çalışmadan seri devrenin eski durumuna gelmesine neden olur. Lamba değiştirilirken yeni bir sigortalı film kesici takılmalıdır. Bazı ayırma transformatörlerinin puant açık devre ikincil gerilimi 100 ila 200 volt veya daha az olabilir.

Bu gerilim seviyelerinde çalışan sigortalı film kesiciler mevcuttur ancak açık devre gerilimi film kesiciyi delemeyip bozulan lambaya kısa devre yaptıramayabileceğinden bu film kesiciler güvenilir olmayabilmektedir. Bu devrelerdeki lambalar için by-pass cihazlarındaki son gelişmelerden biri de kısa devre rölesidir. Bu röleler sigortalı film kesicilerden daha pahalıdır ancak daha güvenilir çalışma sağlarlar.

9.9 TRANSFORMATÖR SEHPASI

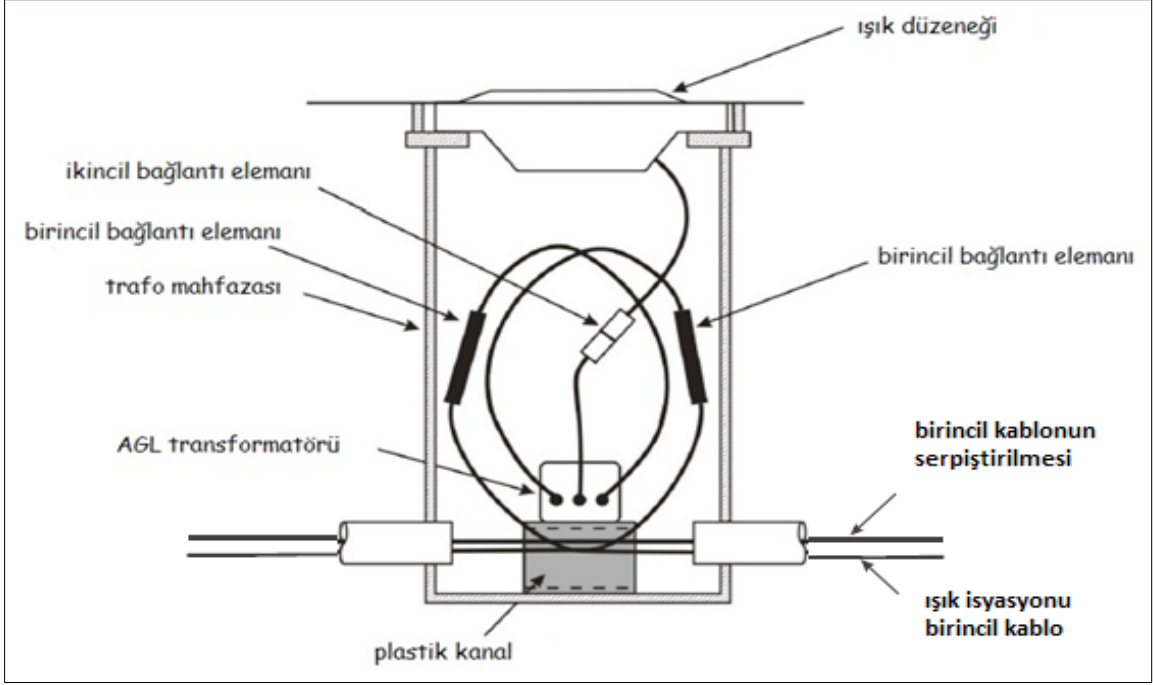
9.9.1 AGL transformatörlerinin transformatör mahfazalarının içine (ışık kaideleri) kurulduğu durumlarda, yaygın uygulama transformatörün tuğla gibi bir desteğin üstüne yerleştirilmesidir. Bu tuğlanın konulmasının eski transformatör tasarımlarının suya pek dayanıklı olmaması, arada mesafe bırakıldığında çelik taban ile transformatör arasındaki dielektrik zorlanmasının azaldığının düşünülmesi, ilave izolasyonun yıldırım hasarını önlemeye yardımcı olabilecek daha yüksek dielektrik kuvveti sağlaması gibi çeşitli nedenleri bulunmaktadır. Günümüzde AGL transformatörlerinin suya dayanma kabiliyeti çok daha gelişmiş olmasına ve ışık kaidesinin dibinden izole edilmelerinin faydasının doğrulanmamış olmasına rağmen, bu uygulama devam etmektedir. Transformatörün yükseltilmesinin, özellikle kışın bakım sırasında erişim açısından bazı avantajları olabilmektedir. Tuğlanın tabanların dibindeki tahliye deliğini kapatmamasına dikkat edilmelidir. Bazı havalimanlarında, bu amaçla üretilmiş bir sehpa veya Şekil 9-2’de gösterilen şekilde plastik bir kanal parçası kullanılmaktadır.

9.9.2 Alternatif olarak, özellikle mahfaza metal dışında bir malzemeden yapılmışsa, transformatör Şekil 9-3’te gösterilen şekilde bir askı yardımıyla mahfazanın duvarına asılabilir.

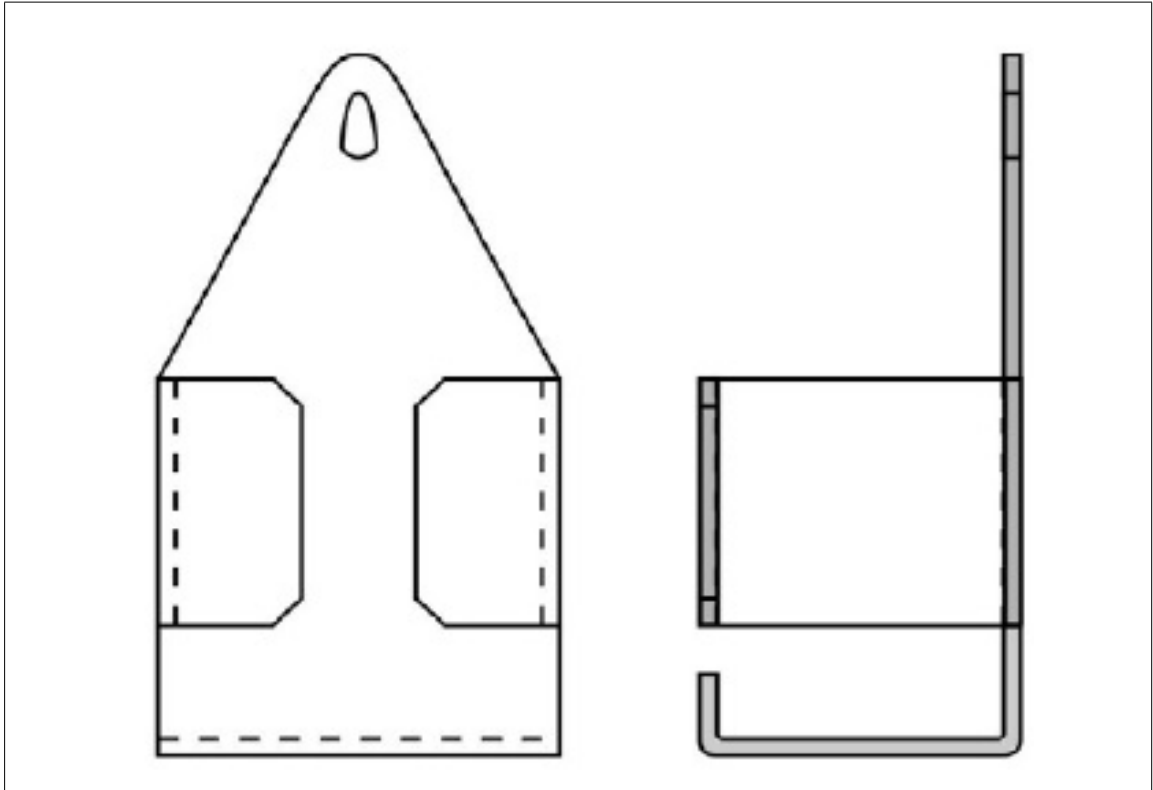
9.10 DİĞER CİHAZLAR

9.10.1 AGL transformatörleri, seri devredeki ışık ünitelerine güç verme aracı olarak geliştirmiştir. Şekil 9-4’te gösterilen, rüzgar yönü göstergeli lambalar ve pist eşiği gösterge ışıkları gibi anma gerilimli lambalara giriş için tasarlanmış güç adaptörü gibi, ek gereklilikleri karşılamak üzere

benzer nitelikte başka araçlar da ortaya çıkmıştır. Işık ünitelerinin adreslenebilmesi için transformatöre eklemeler yapılabilir.



Şekil 9-2. Mahfaza içerisinde plastik kanal kullanımı



Şekil 9-3. Trafo askısı



Şekil 9-4. Güç adaptörü (kaynak: ADB Airfield Solutions)





BÖLÜM
10

**HAVAALANI İŞIKLANDIRMA
SİSTEMLERİNİN KUMANDASI VE TAKİBİ**

10. BÖLÜM

HAVAALANI IŞIKLANDIRMA SİSTEMLERİNİN KUMANDASI VE TAKİBİ

Not 1.: Bu bölümde kumanda ve izleme sistemleri hakkında genel bilgiler verilmektedir. Teknoloji hızla ilerleyerek daha gelişmiş dijital çözümler sunduğundan, burada sadece temel örnekler verilebilir.

Not 2: Kumanda ve izleme konularıyla ilgili olarak okuyucular, IEC 62144 – Havacılık Yer Işıklandırma (AGL) kumanda ve izleme sistemleri; IEC 62143 – Emniyetli kullanım ömrü metodolojisinin geliştirilmesine ilişkin kılavuz ilkeler dokümanlarına başvurabilirler.



Şekil 10-1. Hava trafik hizmetleri kulesinde kumanda merkezi (kaynak: ATG airports)

10.1 APRON KUMANDA PANELİ

10.1.1 Bu bölümde öncelikle hareket sahasına kurulan ışıkların (yaklaşma, pist ve taksi yolu ışıklandırması) kumandası ve izlenmesi ele alınmakta birlikte, projektör, apron taksi yolu ışıklandırması, uçak park yeri, taksi şeridi ışıklandırması, uçak park yeri manevra yönlendirme ışıkları ve park alanı görsel yönlendirme sistemleri gibi apron alanındaki ışıklandırma için ikinci bir kumanda sistemi sağlanabilir. Bu ikinci kumandanın grafikleri, işletme/bakım merkezinden uzak bir şekilde çalıştırılabilir. Bu panel ile ATS kulesinde kurulu panel arasında bir dereceye kadar ara yüz sağlanması gerekebilir. Şekil 10-2’de apron kumanda Münih Uluslararası Havalimanında kurulu olan apron kumanda paneli gösterilmektedir.

10.1.2 Bu kontrol paneli, hareket sahasının taksi yollarından kapı pozisyonlarına uçak akışını kolaylaştırmak için apron üzerindeki ışıkları çalıştırmayı sağlar. Çok sayıda kapı pozisyonu olan karmaşık apronlarda, uçak park yeri manevra yönlendirme ışıkları sadece uçağın kabul edilmesi planlanan kapı için açık olacak şekilde düzenleme yapılmalıdır. Bu sırada park alanı görsel yönlendirme sistemi de açılır. Benzer şekilde, apron projeksiyonu da uygulandığı kapı hizmette olmadığı zaman kısıllacak veya kapatılacak şekilde kumanda edilebilir.

10.2 KUMANDA DEVRE ŞEMASI

10.2.1 Havaalanı ışıklandırmasında kullanılan kumanda devre şeması, çeşitli ışıklandırma sistemleri açıp kapatma veya yeğliliklerini değiştirme imkanı sağlar. Bu kumandalar manüel veya otomatik olabilir.

Yerel kumanda

10.2.2 En basit kumanda yöntemi, güç besleme ünitesinde bulunan ve devreye enerji vermek veya enerjiyi kesmek için bir kişi tarafından çalıştırılan anahtardır. Bu kontrol yöntemi, ışıklandırma sistemi devrelerinin sayısının daha az olduğu küçük havaalanlarında kullanılabilir. Büyük havaalanlarında, acil durumlarda alternatif kumanda noktası olarak elektrik deposunda yerel bir kumanda aracı bulunmalıdır. Bu yerel kumanda ATC kulesindeki kumandanın aynısını yapabilmelidir.

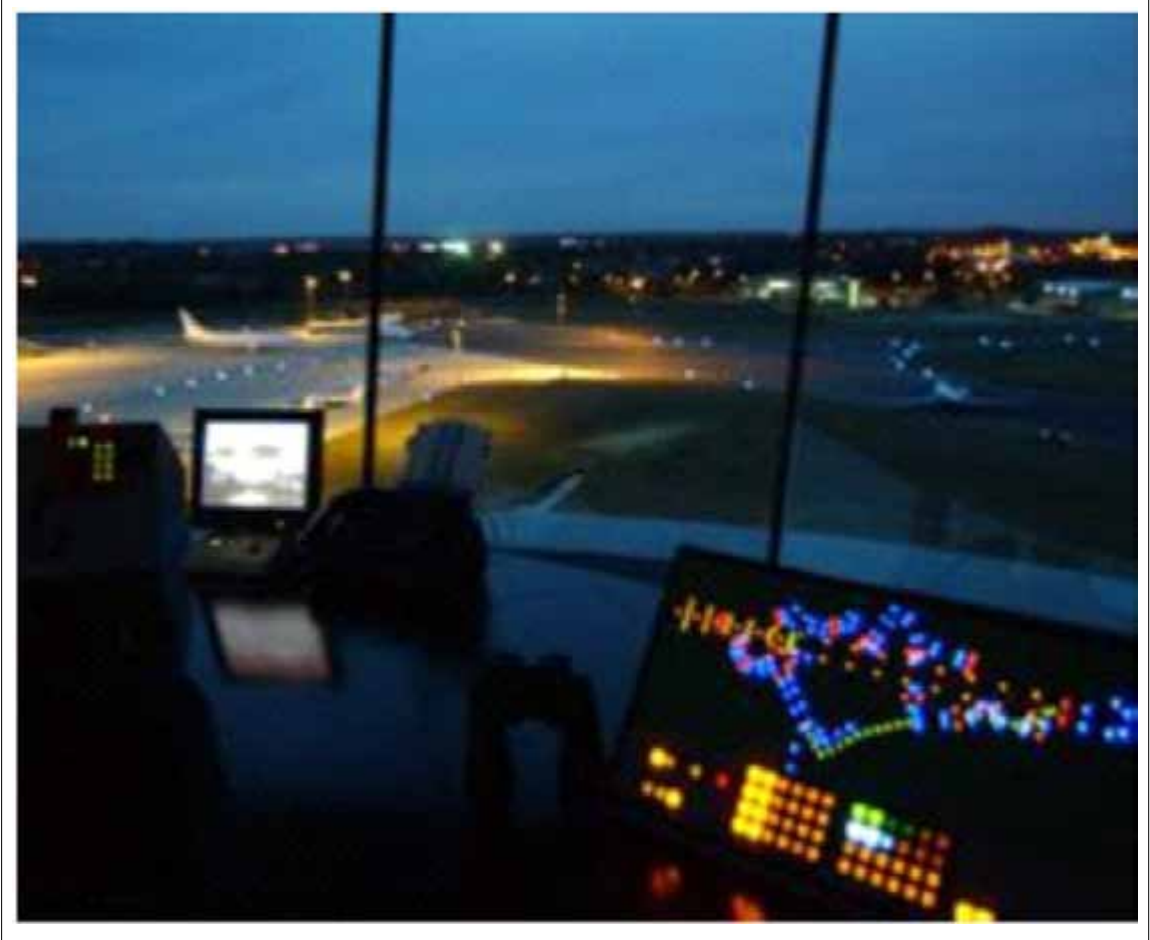
Uzaktan kumanda

10.2.3 Büyük havaalanlarında bulunan kumanda araçları, elektrik deposundaki güç beslemelerinden uzakta olduğu için “uzaktan kumanda” olarak kabul edilmektedir. Bazı havaalanlarında, işletme veri merkezi veya bakım merkezi gibi başka lokasyonlarda, ATC kulesinde kurulu bir panodan belli bir istasyonun devreye alınmasını sağlayan kolaylıkların bulunduğu ek uzaktan kumanda merkezleri olabilir. Ayrıca, başka bir havaalanında veya uçuş hizmeti istasyonunda uzaktan kumanda kolaylıkları tesis etmek de mümkündür.

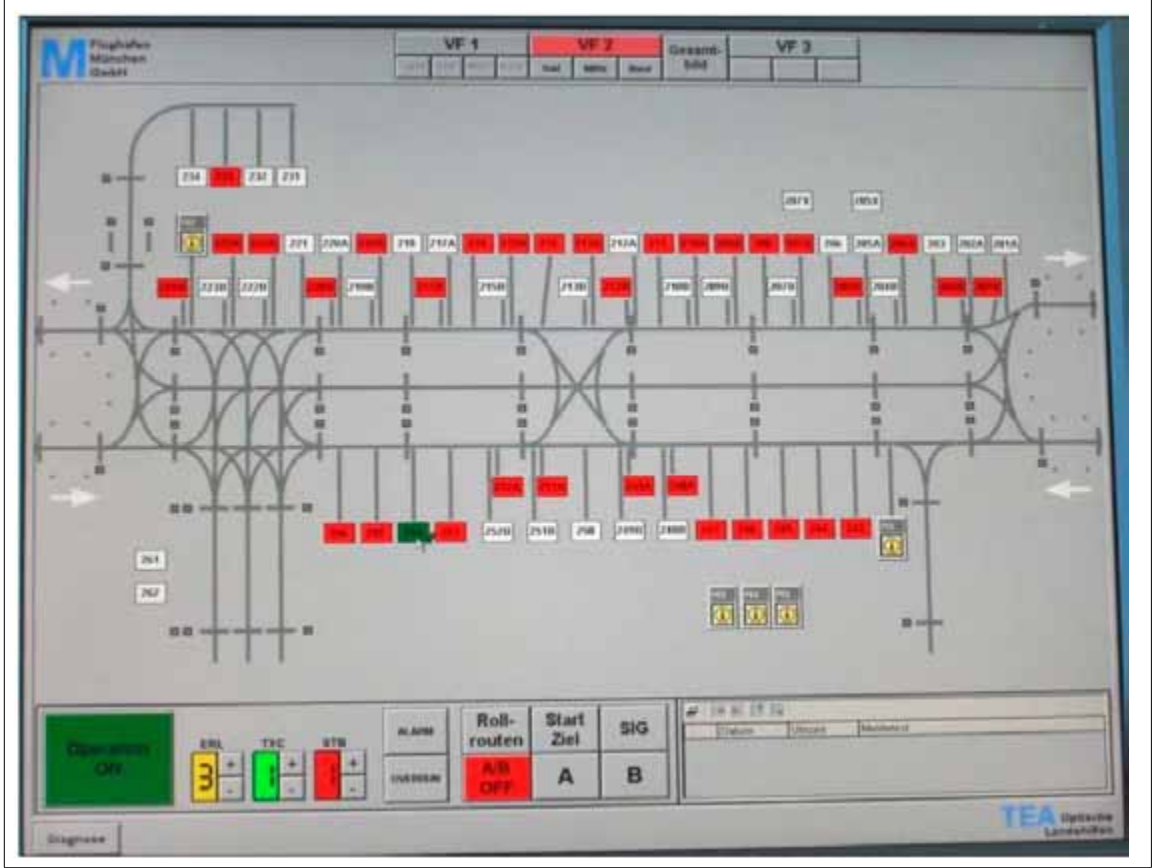
10.3 UZAKTAN KUMANDA SİSTEMLERİNİN TÜRLERİ

10.3.1 Havaalanı ışıklandırmasında çeşitli türlerde kumanda sistemleri kullanılmaktadır. Röleli

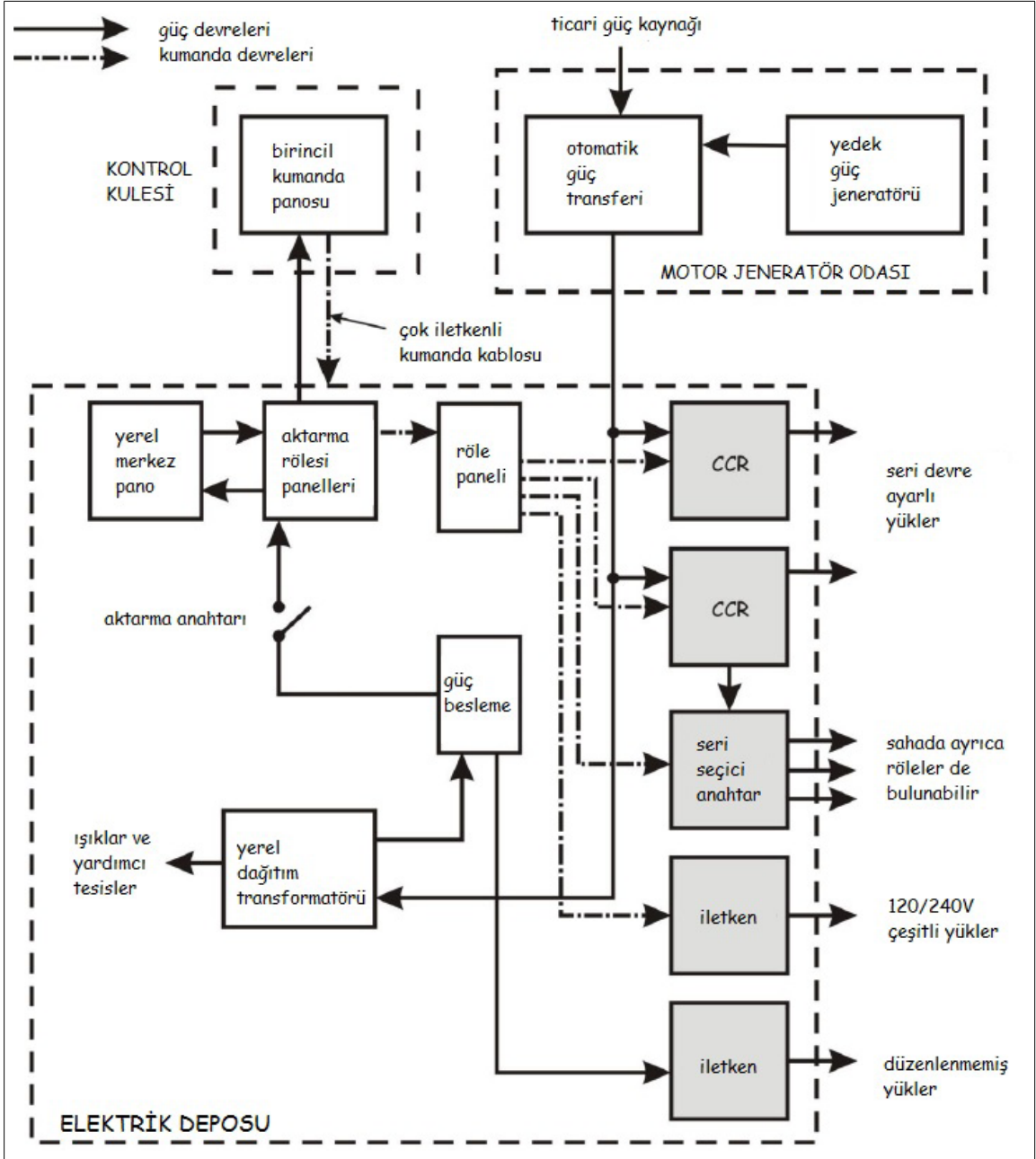
sistemler, gerek askeri gerekse ticari alanda eskiden beri kullanılan kumanda/izleme sistemleridir. Genellikle, bu tür sistemler için gereken kablolar Şekil 10-3'te gösterildiği gibi, elektrik deposunu hava trafik kontrol kulesine bağlayan çoklu (elli veya daha fazla çift) kablo çiftleridir. Kumanda sistemlerinin tasarımı zaman içerisinde değişmiş olmakla birlikte, kullanıma hazırlık seviyesi önemli bir parametre olmaya devam ettiğinden, haberleşmelerin özenle değerlendirilmesi şarttır.



Şekil 10-1. Hava trafik hizmetleri kulesinde kumanda merkezi (kaynak: ATG airports)



Şekil 10-2. Apron kumanda paneli (kaynak: Münih Uluslararası Havalimanı)



Şekil 10-3. Geleneksel kumanda/izleme sistemi

10.3.2 Kumanda kulesi ile elektrik deposu arasında ciddi bir mesafe olabilir; bu durum kablo tesisatının maliyetli olmasına ve kabloların hasara veya kablo çiftlerinden bir veya daha fazlasının arızalanmasına açık olmasına yol açar. Ayrıca, bu haberleşme kablolarında, güç kablolarından gelen paraziti ortadan kaldırmak için ayrı kanal sistemleri gerekir. Geleneksel röle paneli ve çok iletkenli kumanda kablosu, depo ile kule (veya başka bir istasyon) arasında haberleşme için sadece bir kablo çifti gerektiren çoklayıcı yardımıyla sadeleştirilebilir. Ayrıca çoklayıcı programlanabilir lojik kumanda sistemine de entegre edilebilir; böylece herhangi bir nedenle bir kablo çiftinin kaybedilmesi halinde, bütün kabloyu değiştirmek yerine kumanda başka bir kablo çiftine aktarılabilir.

10.3.3 Geleneksel kumanda sisteminde, kumandalara enerji vermek için çoğunlukla alternatif akım (AC) kullanılır. Bu AC güç alçak bir dağıtım geriliminde veya kumanda kablosunun uzandığı uzunluk ve iletkenin kesiti için daha uygun olan özel bir gerilim değerinde olabilir. Bu kumandalar, uzaktan kumanda panelinden doğrudan veya yardımcı röleler vasıtasıyla güç kumanda cihazına bağlanarak, kumanda cihazlarını çalıştırabilir. Bazı kumanda sistemlerinde, dönüşümlü olarak, kumanda gerilimi için, özellikle de devreler arası endüktif kuplajı azaltmak amacıyla, 24 veya 48 voltluk DC kullanılmaktadır. Bazı havaalanlarında, ya pilotlar için havadan yere ya da geleneksel sabit kumanda devrelerine kolay erişim sağlanamayan alanlarda bulunan donanım için yerden yere olmak üzere, kumanda işlevlerinin iletilmesi için radyo sinyalleri kullanılmaktadır. Bu kumanda sistemleri, ileri derecede çalışma güvenilirliği sağlayacak yetkinlikte olmalı ve mümkün olduğunca, kumanda kablosu arızalarından veya donanım arızalarından bağımsız olarak seçilen ışıklandırma düzenlerinin bütünlüğünü sağlamalıdır. Modern tesisatlar ile ilgili olarak, geleneksel bakır çiftlerinin yerini, fiber optik kumanda kabloları almaktadır.

Bilgisayarlı kumanda sistemi

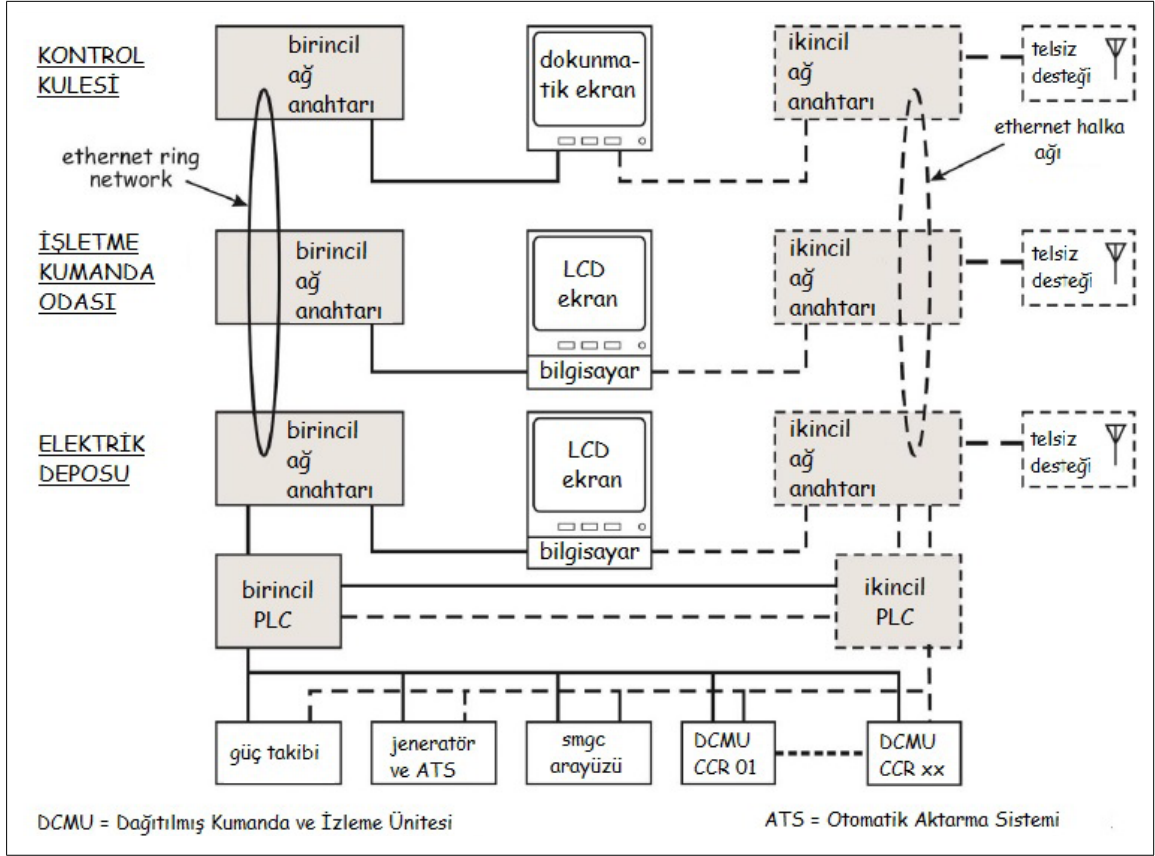
10.3.4 Son yıllarda, kumanda sisteminin tasarımında kayda değer bir ilerleme yaşanmıştır. Şalterler veya döner konumlu düğmelerinin kullanıldığı ilk tasarımlar yerini, insan/makine ara yüzü (HMI) üniteleri, programlanabilir lojik kumandalar, uzak terminal ünitesi, gözetim (bilgisayar) sistemi ve haberleşme altyapısından oluşan modern havaalanı ışıklandırma bilgisayar sistemine (ALCS) bırakmıştır. Şekil 10-4'te gösterildiği gibi, en kritik bileşenler iki ağ bağlantısıyla yedeklenmiştir. Yerden yere telsiz iletişimiyle ek destek sağlanabilir.

Mimik diyagramlar

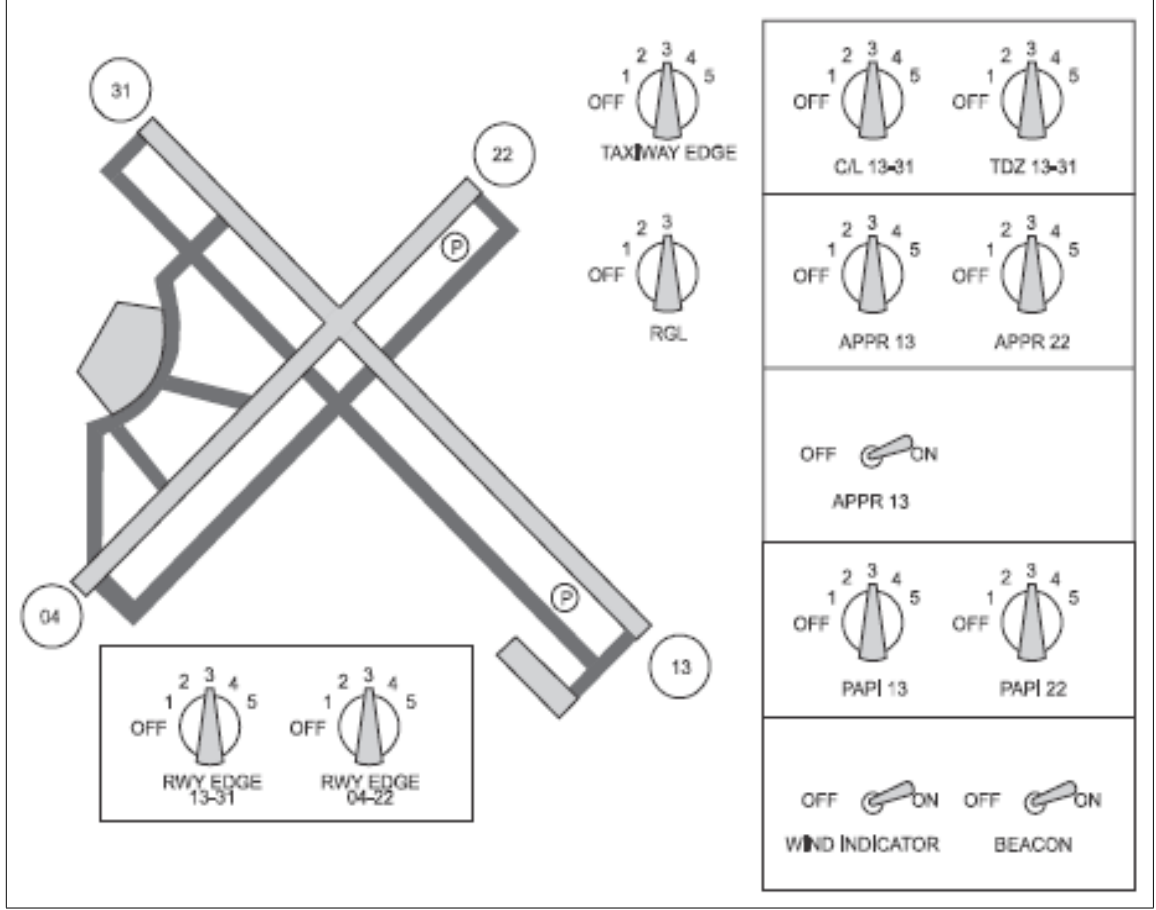
10.3.5 Şalterden ve döner anahtarlardan oluşan eski kumanda panosu örneklerinde, kumanda edenin nelerin açık olup olmadığını doğrulamak için anahtarın fiziksel konumunu incelemesini gerektiriyordu. Karmaşık ışık düzenlerine sahip havalimanları için Şekil 10-5'te gösterilen mimik diyagramlar geliştirilmiştir. Taklitteki bileşenlerin aydınlatılması, havaalanının durumuna hızlı bir genel bakış imkanı sağlamaktadır.

10.3.6 Ancak bu mimik diyagramlar, münferit yerleşim düzenlerine özgü olduğundan, sadece ilk üretim açısından değil aynı zamanda daha sonra hava alanına ilave ışıklandırma kolaylıkları kuruldukça yapılan değişiklikler açısından oldukça maliyetli oluyordu. Grafik yazılımlarının kullanıldığı modern tesisatlarda Şekil 10-6'daki dokunmatik ekran üzerinde görünen kumanda cihazlarının yanı sıra mimik diyagramlar da bulunabilmektedir. Dokunmatik ekranlar kızılötesi, yüzey akustik dalga (SAW), rezistif veya kapasitif teknoloji olabilir.

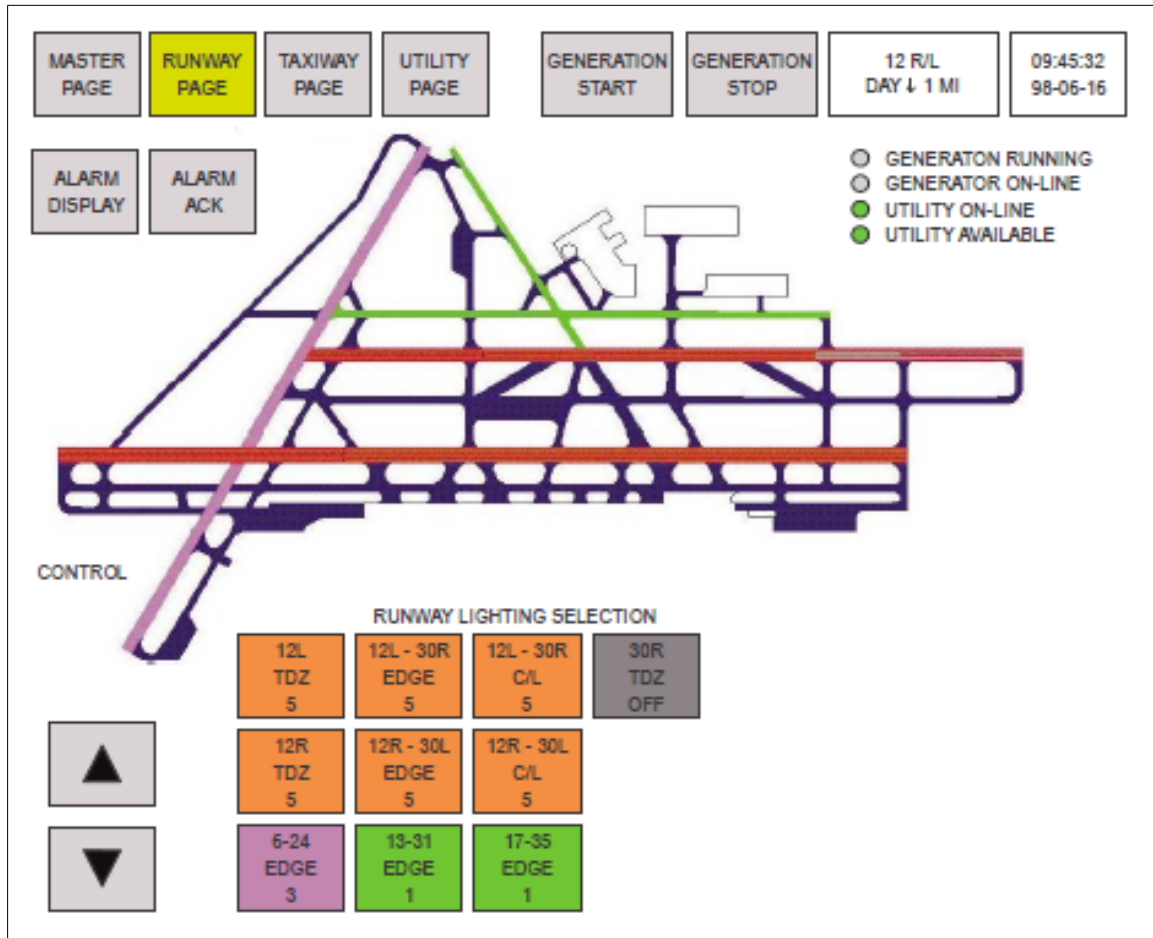
10.3.7 Azalan ve düşük görüş operasyonları için kumanda sistemlerinin önemli bir özelliği, ATS'ye ikincil güç beslemesini açmak için sunulan seçim yapabilme özelliğidir. Şekil 10-7'de Kategori II operasyonların beyan edilmesi üzerinde dizel-elektrik jeneratörü çalıştırmak için kullanılan kumanda modülü gösterilmektedir.



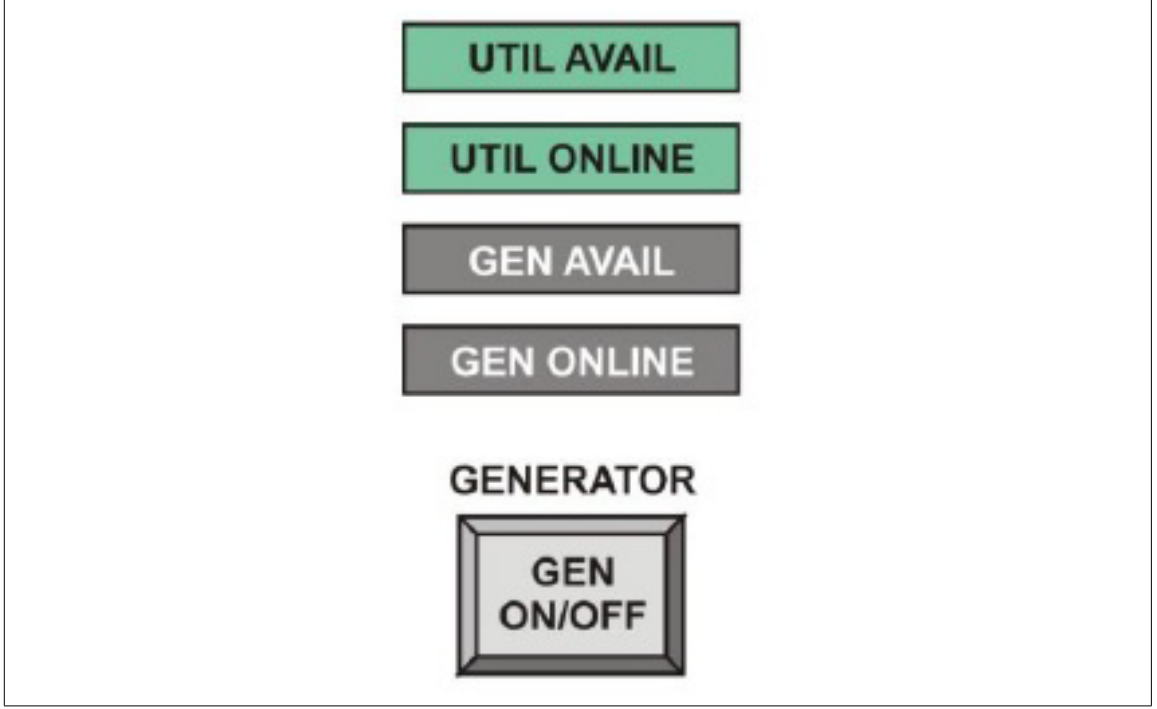
Şekil 10-4. Havaalanı ışıklandırma bilgisayar sistemi (ALCS)



Şekil 10-5. Fiziki kumandalı mimik diyagramı



Şekil 10-6. Dokunmatik ekranda mimik diyagram ve düğmeler (kaynak: ADB Airfield Solutions)



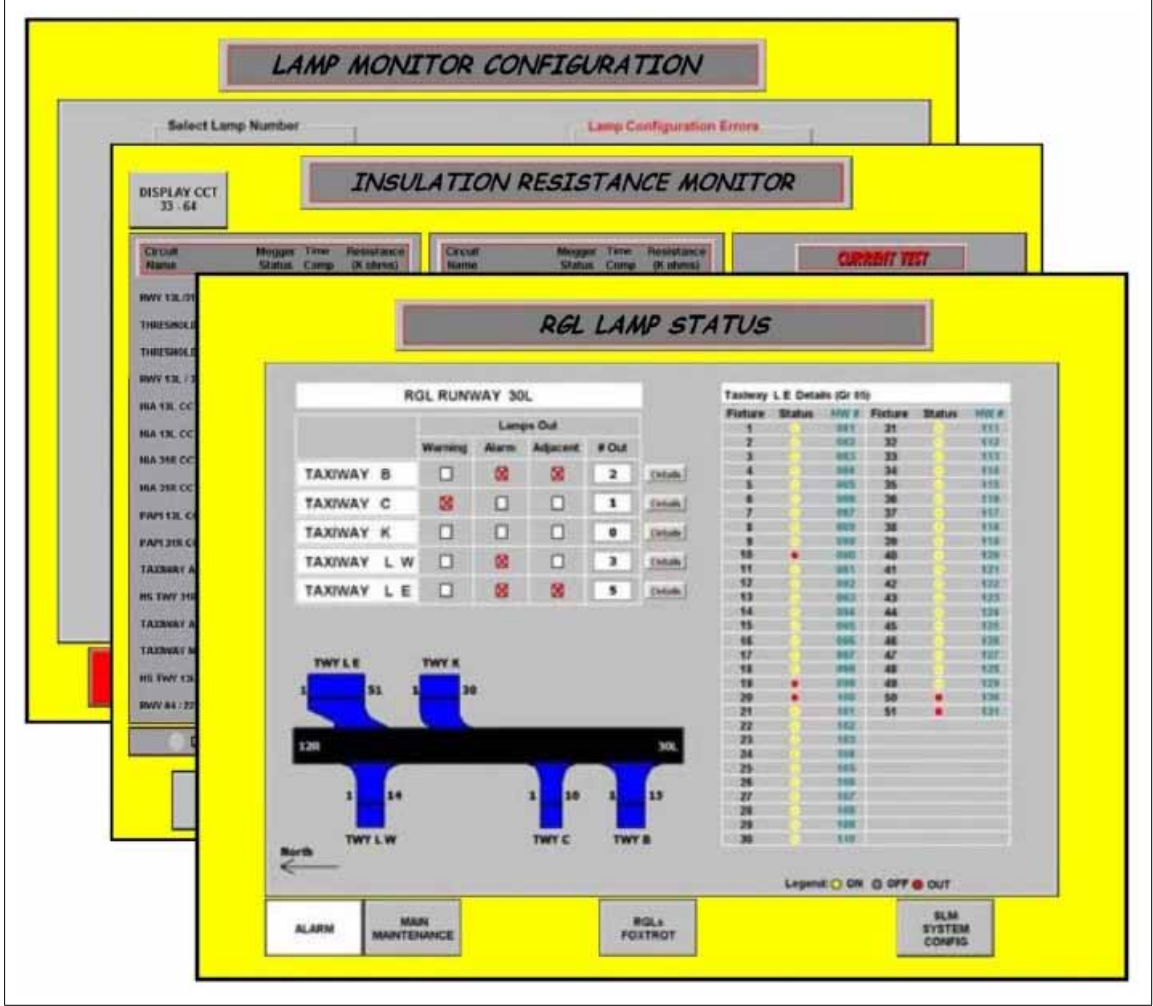
Şekil 10-7. Elektrik/ikincil güç besleme kumandası

Veri sayfaları

10.3.8 ALCS'nin belki de en önemli faydası, kolaylığın durumu ve gerçekleştirilmiş olan bakım çalışmaları hakkında bilgiler içeren veri sayfaları sunabiliyor olmasıdır. Bu verilerin geçmiş kaydı, önleyici bakım planlama, tesisat iyileştirmeleri ve bütçe tahmininin geliştirilmesini sağlamaktadır (bkz. Şekil 10-8).

10.4 TRANSFER RÖLESİ PANELİ

10.4.1 Bakım personelinin emniyeti için ve kumandaların birbiriyle çakışacak şekilde çalışmasını önlemek amacıyla, herhangi bir zamanda sadece tek bir kumanda merkezi çalıştırılabilmelidir. Transfer rölesi panelleri, çalıştırma özelliğini birincil kumanda panelinden alternatif kumanda paneline geçirmek için kullanılır. Transfer işlemine dahil olan bütün kumanda devrelerini bu-lundurmak için birden çok transfer kumanda paneli kullanılabilir; ancak genellikle bütün kumanda panoları tek bir transfer anahtarıyla etkin hale getirilmektedir. Transfer kumanda panel-leri ve transfer anahtarı genellikle alternatif kumanda panelinin olduğu yerde bulunur. ALCS'de anahtar transferi, monitör ekranı üzerindeki bir düğme şeklinde eklenebilir. Bu düğme devrede alındığında, kimlik bilgisi ve şifre isteyen bir diyalog kutusu ortaya çıkar.



Şekil 10-8. Operasyonel performans ve bakım tespit için veri sayfaları (kaynak: Liberty Airfield Lighting)

10.5 RÖLELERİN KULLANIMI

10.5.1 Uzun kumanda devreleri için röle panelleri. Kumanda devreleri uzun olduğunda, hatlardaki gerilim düşüşü, güç kumanda cihazlarının doğrudan birincil uzaktan kumanda panelinden çalıştıramayacağı kadar çok olabilir. Daha önceleri yeterli bir düzeyde çalıştırılabilen devreler dahi, ilave kumanda devreleri eklendikten sonra çalışmaz hale gelebilir. Daha uzun mesafede kumanda imkanı sağlamak amacıyla, güç donanımının kumandalarına enerji vermek için düşük akım bobinli röleler kullanılabilir. Bu röleler çoğunlukla pilot röle paneli olarak adlandırılan, birçok (on altı veya daha fazla) rölenin bulunduğu panellerde bir araya toplanmıştır. Birincil uzaktan kumanda panelinden çıkan her bir kumanda hattı için bir röle bulunabilir. Bu rölelerin kontakları güç donanımı fonksiyonlarının anahtarlarına veya kumandalarına gelen gücü kumanda eder.

10.5.2 ALCS'de, kontrol kulesi, operasyon odası ve elektrik deposu arasındaki haberleşme, normal şartlarda, mesafe, gerilim düşüşleri ve hatta elektromanyetik parazit ile sınırlanmayan fiber optik bir bağlantı aracılığıyla sağlanır.

Sahadaki röleler

10.5.3 Bazı münferit görsel kolaylıklar veya küçük ışıklandırma yükleri (havaalanı binaları, rüzgar yönü göstergeleri, mania ışıklarının bölümleri, basit yaklaşma ışıklandırma sistemleri vs.) bir ışıklandırma deposundan veya yerel güç kaynağından güç alabilir. Güç yerel bir kaynaktan sağlanıyor ise, bu ışıkları kumanda eden röle genellikle ışığın veya güç kaynağının üzerinde veya yakınında bulunur. Mesafe uzunsa, gerilim düşüşünü azaltmak için kumanda kablosunun iletkenlerinin daha geniş kesitli olması gerekmektedir.

Devre seçici röleler

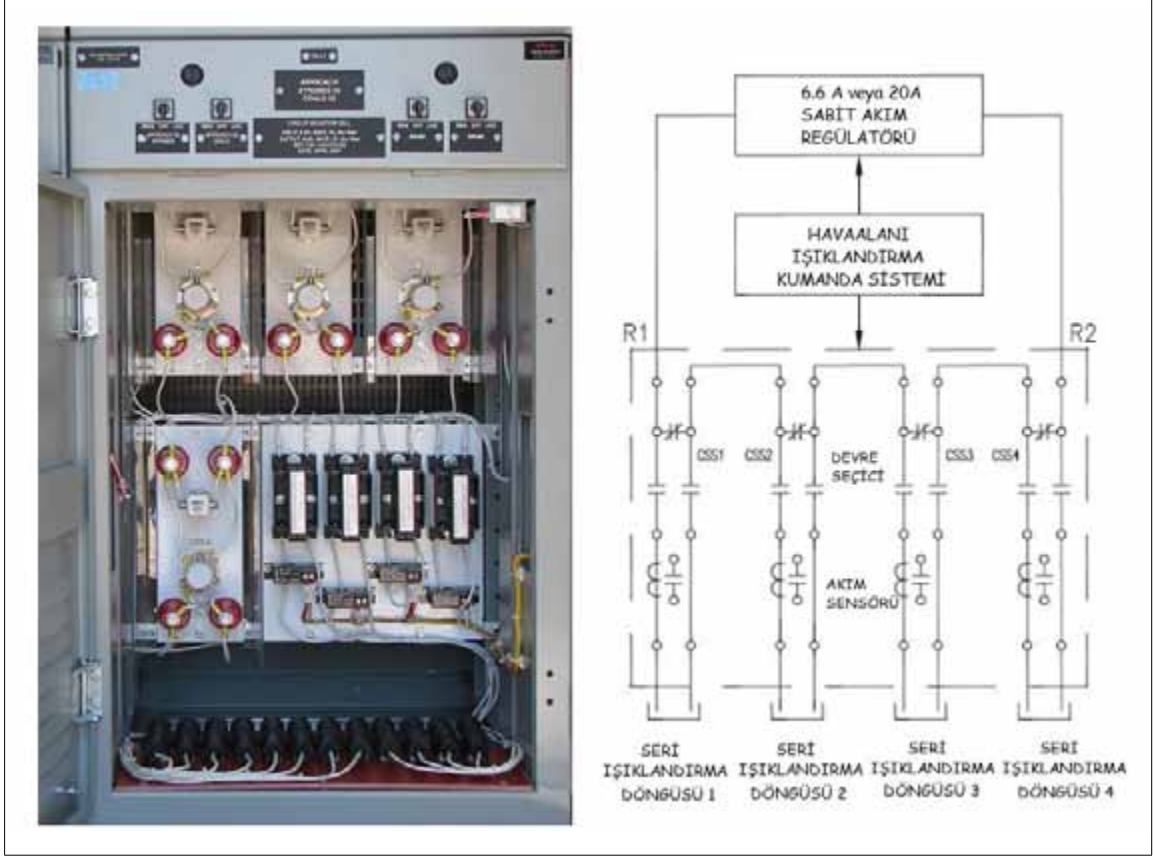
10.5.4 Seri sistemlerde kimi zaman tek bir sabit akım regülatörünün çıkışından iki veya daha fazla ışıklandırma devresine besleme yapılması arzu edilmektedir. Bu amaçla, Şekil 10-9'da gösterilen bir devre seçici röle dolabı kullanılmaktadır. Tipik uygulama alanları şu şekildedir:

- regülatör sayısını azaltmak için PAPI, VASIS ve yaklaşma devrelerinin bir yaklaşma ucundan karşı uca geçirilmesi.
- devrelerin ayrı ayrı kumanda edilmesine imkan verirken, regülatör boyutlarının standart hale getirilmesine imkan veren, çoklu küçük yüklerin (örneğin taksi yolları) ayrı ayrı kumanda edilmesinin sağlanması ve
- yüzey hareketi rehberlik ve kontrol sistemi (SMGCS) kapsamında durdurma çubuklarının, devam (lead-on) ışıklarının ve yönlü taksi yolu merkez hatlarının kumandası.

10.6 KUMANDALARIN ARA BAĞLANTILARI

10.6.1 Çoğunlukla, havaalanındaki operasyonlar, belirli ışık kombinasyonlarının daima bir arada kullanıldığı veya başka kombinasyonların yasak olduğu yerlerdir. Bu ikinci durumun işlerliğini sağlamak için ara kilitler uygulanmaktadır. Örneğin:

- Pist kenar ışıkları, pist eşik noktası ışıkları ve pist sonu ışıkları, gücün farklı devrelerden sağlanabilmesine rağmen, aynı anda çalıştırılabilmektedir.



Şekil 10-9. Seçici röle kabini (kaynak: Liberty Airfield Lighting)

- b) Pist kenar ışıkları, pist merkez hattı ışıkları olmadan çalıştırılabilir ancak eğer pist merkez hakkı ışıkları kullanıyor ise, pist kenar ışıklarına daima enerji verilir.
- c) Yaklaşma ışıklandırma sistemindeki sıralı yanıp sönen ışıklar sadece yaklaşma sistemindeki akkor ışıklar yanarken kullanılabilir;
- d) Belirli bir atmosfer durumuna ilişkin yağınlik kontrolü ayarı, ışıklandırma sistemleri arasındaki dengeyi korumak için yaklaşma ışıklandırma sistemini bir yağınlik kademesinde, pist ışıklarını başka bir yağınlik kademesinde, taksi yolu ışıklarını ise daha başka bir yağınlik kademesinde çalıştırabilir ve
- e) Hızlı çıkış taksi yolu merkez hattı ışıklarına ayrı ayrı kumanda ve bağlı olduğu pistin merkez hattı ışıkları ile aynı yağınlik seviyesi verilebilir.
- f) Kumanda sistemi, kumanda edenin ışıklandırma sistemlerini belirli bir operasyon şekli için bir arada kullanabileceği şekilde tasarlanabilir. Örneğin, belli bir piste iniş için, söz gelimi “İniş 31” için yapılan tek bir seçim; yaklaşma, pist ve taksi yolu ışıklandırmasının görüş şartlarına göre otomatik olarak belirlenen yağınlik seviyelerinde birlikte açılmalarıyla sonuçlanacaktır. Pist ışıklandırma ve düşük görüş taksi yolu güzergahları da yine aynı şekilde tek bir kumanda cihazından seçilebilir. Sistem tasarımı, ATC'nin otomatik kumandayı geçersiz kılmasına imkan vermelidir.

g) Durdurma çubukları normalde bağlı bir yeşil “devam (lead-on)” ışıklandırma sistemi boyunca döşenir. Bu kumanda, ATC'nin bir pistteki tüm durdurma çubuklarını açabileceği, ardından da pist sonlarına erişim sağlayan veya pist kavşaklarındaki durdurma çubuklarını ayrı ayrı kumanda edebileceği şekilde olmalıdır. Durdurma çubuğu kapatıldığında, bağlı olduğu devam (lead-on) ışıkları sesli olarak verilen ilerle talimatının görsel olarak da teyit edilmesini sağlamak için yanar. Durdurma çubuğu, uçağın geçişini algılayarak (mikrodalga sensorları, kaplama devreleri vb.) veya süreli tepki olarak tekrar yanar. Durdurma çubuğu tekrar yandığında, bağlı olduğu devam (lead-on) ışıkları söner.

10.7 OTOMATİK KUMANDALAR

10.7.1 Bazı havaalanı ışıklandırma yardımcısı türleri otomatik kumandalarla uzaktan yeterli bir şekilde kumanda edilebilmektedir. Bu otomatik kumandalar genellikle daha küçük ölçekli havaalanlarında kullanılmaktadır ancak büyük havaalanlarında, özellikle de kumanda devreleriyle kolay bağlantı kurulamayan lokasyonlarda, kritiklik düzeyi daha az olan görsel kolaylıklar için kullanılabilir. Tesisat tasarımında, belirli ışıklandırma sistemlerinin otomatik kumandasını geçersiz kılma özelliği bulunmalıdır.

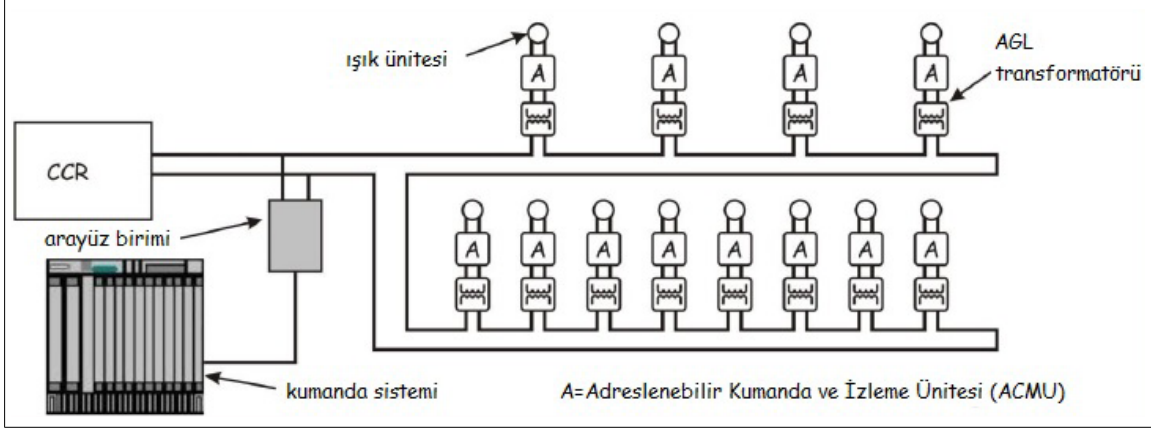
10.7.2 Kritiklik düzeyi daha az olan alanlarda havaalanı binalarına, rüzgar yönü göstergelerine ve mania ışıklarına enerji vermek ve verilen enerjiyi kesmek için fotoelektrik kumandalar kullanılabilir. Kumandalar genellikle, kuzey gökyüzü aydınlığı seviyelerine göre devreye alınır; gündüzden geceye geçişte 600 lüksten 350 lükse, geceden gündüze geçişte ise 350 lüksten 600 lükse geçiş yapılır. Güney yarımkürede bulunan havaalanlarında, ışığa duyarlı anahtarlar güneye dönük olmalıdır.

10.7.3 Görsel kolaylıkları enerjiden tasarruf etmek amacıyla gece belli bir saatten sonra kapatıldığı aletsiz havaalanlarında havaalanı ışıklandırmasını otomatik olarak kumanda etmek için zaman ayarlı anahtarlar kullanılabilir. Bu anahtar, gün doğumunda ve gün batımında mevsimsel değişikliklere göre kendi kendini ayarlayan astronomik tür anahtar olmalıdır. Buz, kar veya buhar oluşumunu veya birikmesini önlemek amacıyla bazı görsel kolaylıkların ısıtıcılarını devreye almak için termal kumandalar kullanılabilir.

10.8 ADRESLENEBİLİR IŞIKLAR

10.8.1 Ayrı ayrı kumanda edilen ışık armatürleri “adreslenebilir ışıklar” olarak anılmaktadır. Şekil 10-10'da adreslenebilir anahtarlama cihazları için tipik bir güç taşıma hattı düzeni gösterilmektedir. Armatürlerin her biri, ayırma transformatörünün ikincil kablosundaki bir adreslenebilir kumanda ve izleme ünitesine (ACMU) bağlıdır. Depoda, seri ışıklandırma devresine kumanda sinyalleri gönderen bir ara yüz bulunur. Sahadaki ACMU'lar, seri devre ara yüzünün ışığı açmasıyla, üretilen sinyalleri kablo üzerine alarak, aktivasyona ilişkin bir izleme yanıtı verir. Her bir ACMU, bağlı olduğu armatüre özgü benzersiz konfigürasyon parametreleriyle programlanır.

10.8.2 Tesisatların büyük bir bölümünde ek kablo gerekmediği için güç taşıma hattı teknolojisi kullanılmasına rağmen, veri iletişim aracı olarak fiber optik veya çift burgulu bakır tel kullanılan adreslenebilir anahtarlama sistemleri de mevcuttur. Ancak, tasarımı yapan taraf, her veri iletişim yönteminin kendine özgü tasarım gereklilikleri olduğunun bilincinde olmalıdır.



Şekil 10-10. Adreslenebilir ışıklar

10.9 TEPKİ SÜRESİ

ALCS'nin tepki süresi, çalışma durumunda herhangi bir değişiklik olduğunda, durdurma çubukları için 2 saniye, diğer tüm görsek kolaylıklar içinde 5 saniye içinde bir işaret verilecek şekilde olmalıdır.

10.10 HAVAALANI IŞIKLANDIRMA DEVRELERİNİN İZLENMESİ

10.10.1 Annex 14, Cilt I, Madde 8.3'te ışıklandırma sisteminin çalışma durumunu gösterecek bir izleme sisteminin kullanılması gerektiği belirtilmektedir. Hava trafik kontrol biriminin görebileceği ve pilotların rapor ettiği durumlar haricinde, görsel izleme nadiren kullanılmaktadır. Işıklandırma sistemlerinin izlenmesine yönelik tasarımların bazıları sadece ilgili anahtarın "AÇIK" konuma getirildiğini gösterir. Makbul olan izleme sistemi, sahadaki ışıklandırma sistemine fiili olarak enerji verildiğinde tepki veren sistemdir. Kısmi veya eksik izleme sistemleri, hatalı bir güvenlik hissine yol açabilir.

10.10.2 Annex 14, Cilt I, Bölüm 10'da, ana huzmenin ortalama yağınliği Annex, Ek 2'de ilgili şekilde belirtilen değerin yüzde 50'sinden az olacak şekilde çıkış kaybı yaşanan ışık ünitesi hizmete elverişli olmayan ışık ünitesi olarak tanımlanmaktadır. Tasarlanan ana huzme ortalama yoğunluğunun Ek 2'de gösterilen değerin üzerinde olduğu ışık üniteleri için, yüzde 50'lik değer ilgili tasarım değerine ilişkin olmalıdır. En az bir Devlet, ışık kesintisi gerekli yağınliğinin yüzde 70'inin altında düşme olarak tanımlanmaktadır. Regülatör izleme sistemlerinde, halihazırda yağınlik azalması olan bir kesintiyi göstermek mümkün değildir, bu nedenle lamba filamanının açılmasına bağlı olarak yaşanan toplam çıkış kaybına göre izleme yapılmaktadır. Benzer şekilde, regülatör çıkışında sensör kullanılan bir izleme sisteminde de çimlerin, kar veya lastik kalıntılarının önünü kapatması

gibi diğer kesinti şekilleri tespit edilememektedir. Bu nedenle, günlük saha kontrolleri gerekli olmaya devam etmektedir.

10.10.3 LED kaynak(lar) la tasarlanan ışık armatürlerinde akkor lambalı ışıklar gibi bir arıza modu bulunmamaktadır. Kısacası, devreyi açarak devre özelliklerinde ölçülebilir değişikliğe yol açacak bir filaman bulunmamaktadır. Bu nedenle, LED ışık tasarımı, AGL transformatörünün ikincil kablo-sunda açık devre yapabilecek (arızalandığında açılacak) veya sabit gerilim devresinden sıfır akım çekebilecek şekilde olmalıdır. Bu bilhassa, armatür, izleme imkanı bulunan mevcut bir devreye takviye olarak takılacaksa gereklidir.

10.10.4 Işıklıdırma sistemleri izlenerek, aşağıdaki arıza koşullarının görülüp görülmediği takip edilmelidir:

- a) Sabit akım regülatörüne gelen AC giriş gücünün kaybı;
- b) Koruma devrelerinin çalışması nedeniyle regülatörün kapanması;
- c) seri devrelere dağıtılan volt-amper (VA) değerinde yüzde 10 veya üzeri düşüş;
- d) regülatörün, seçilen parlaklık kademesine denk gelen çıkış akımını sağlayamaması ve
- e) seri devrede önceden belirlenen sayıda lambanın arızalanması.

10.10.5 Komple devre arızasıyla ilgili olan arıza durumları, yani pilota yönelik ışıklandırmanın gitmesi durumunda ATC'ye alarm verilir. Belli bir sayıda lambanın arızalanması gibi bakım kriterleriyle ilgili arızalar, işletme merkezine veya bakım merkezine bildirilir. Işıklıdırma sistemi iki veya daha fazla devreden oluşuyorsa, tek bir devre arızasında ATC'ye alarm verilebilir; ışık düzenindeki azalma acil durumda uçak kullanımı için yeterli olsa dahi, sürekli operasyon için sistem arızasıdır.

10.11 İZLEME CİHAZI SINIFLARI

İzleme cihazları aktif veya pasif olarak sınıflandırılabilir. Aktif izleme cihazları özel bir durum algılandığında veya söz konusu durum meydana geldikten belirli bir süre sonra, önceden belirlenmiş olan işlemi gerçekleştirir. Bu sınıfa giren izleme cihazı örnekleri arasında, birincil güç kaynağı kesildiğinde motor jeneratör grubunu otomatik olarak başlatan birincil güç kaynağı gerilim sensorları veya ışıklar 15 dakikadan fazla tam yoğunlukta yandıktan sonra otomatik olarak daha düşük bir yoğunluk kademesine geçiren ve bir alarm çalan ve/veya gösterge lambasına enerji veren yüksek yoğunluk zaman limiti kontrolü yer almaktadır.¹ Pasif izleme cihazları, önceden belirlenmiş olan bir durum meydana geldiğinde gösterge lambası veya zil sesi gibi sinyal verir. Operatör olarak görev yapan kişinin bu sinyalin ne anlama geldiğini değerlendirerek uygun tedbiri alması gerekmektedir. Pasif izleme örnekleri arasında, önceden seçilmiş sayıdaki ışıklar çalışmaz duruma geldiğinde alarm veren sıralı yanıp sönen ışık monitörü veya belirli devrelerin arızasını gösteren bir gösterge yer almaktadır.

10.12 İZLEME CİHAZINI GEÇERSİZ KILMA KUMANDALARI

Çoğu zaman izleme cihazının çalışmasını geçersiz kılmak veya engellemek için kullanılacak kumandalar veya usuller bulunmaktadır. Operatör, belirli bir devreyi aktif hale getirerek veya bir kumandayı yeniden ayarlayarak, yeni veya belirsiz bir süre boyunca herhangi bir değişiklik yapılmadan sistem çalışmasını sürdürebilir. İzleme cihazı, sistemin istenmeyen bir çalışma durumunda olduğundan operatörün haberdar olmasını sağlamak için, devre dışı bırakıldığında bile yanıtı gösteren ek bir sinyal verebilir. Yaklaşma sırasında ışıkların otomatik olarak daha düşük bir yoğunluğa geçmemesini sağlamak amacıyla, düşük görüş koşullarında her yaklaşmanın başında zamanlayıcının tam yoğunlukta çalışmaya ayarlanması bu duruma bir örnektir.

¹ Yoğunluğun otomatik olarak yeniden ayarlanması, bu değişiklik pilot yaklaşmasının kritik bir bölümündeyken yapılabileceğinden tercih edilmemektedir.

10.13 İZOLASYON DİRENCİ İZLEME SİSTEMİ

Sabit akım regülatörlerinde devrelerin gerçek zamanlı olarak izlenebilmesini ve istatistik raporlarının oluşturulmasını sağlayan bir yalıtım direnci izleme sistemi bulunabilir.

10.14 HAVAALANI IŞIKLANDIRMA SİSTEMİNİN UÇAKTAN TELSİZ KUMANDASI (ARCAL)

10.14.1 Havaalanı ışıklandırma sistemlerini kumanda etmek için hava aracından gönderilen telsiz sinyalleri, daha küçük ölçekli havaalanlarında bir kaç yıldır sınırlı ölçüde kullanılmaktadır. Bu kumanda yönteminin kendi içinde, pilota istediği ışık yoğunluğunu seçme imkanı vermesi, yüksek maliyetli kumanda kablolarına duyulan ihtiyacı ortadan kaldırması ve ışıklandırma sistemine ihtiyaç duyulmadığında sistemin enerjisini kesmek suretiyle güç tasarrufu sağlaması gibi bazı avantajları bulunmaktadır. Uçaktan yere, yerden yere ve uçak-yer ile yer-yer sistemlerinin birlikte kullanıldığı sistemlere yönelik radyo/telsiz kumandalar mevcuttur. Yerden yere kumanda çoğunlukla kablolu kumanda devreleri bulunmadığında veya döşenmesi elverişli olmadığında kullanılmaktadır. Yerden yere kumanda sadece kablolar döşenene kadar geçici olarak kullanılmalıdır.

10.14.2 Havaalanı ışıklandırmasının uçaktan telsiz kontrolü veya havadan yere operasyonlar için, havalimanında sadece bir alıcı ve bir kod çözücü kurulur. Bu kumanda şekli, pist kenar ışıklarını, basit yaklaşma ışıklandırma sistemlerini, görerek yaklaşma eğim gösterge sistemlerini ayrı ayrı sistemler olarak veya kontrol olmayan havaalanlarında önceden belirlenmiş kombinasyonlar halinde veya diğer havaalanlarında hava trafik kontrolünün çalışmadığı zamanlarda kumanda etmek için kullanılmaktadır. Mania ışıklandırması telsiz kumandalı olmamalıdır; ancak tesisinin operasyonel kullanımını belirleyen temel bir kolaylığa bağlı olabilirler. Örneğin, bir heliporttaki mania ışıklandırmasına sadece heliport çalışır durumdayken ihtiyaç duyulduğundan, bu ışıklar heliport ışıklarıyla birlikte açılabilir. Böyle bir bağlantı için, yerel otoritenin onayı gerekir.

10.14.3 ARCAL'ı etkinleştirme sinyali, Tablo 10-1'de belirtilen şekilde, uçak haberleşme vericisinin mikrofonunu açıp kapatmak suretiyle elde edilen belirli bir seri kısa tık sesiyle sağlanabilir. Belirtilen sürenin sonunda (örneğin 15 dakika) ışıklar yanacak veya önceden belirlenen parlaklık

seviyesine dönecektir. Sistem dilendiği zaman, mikrofonu gerektiği kadar açık kapatmak suretiyle, arzu edilen herhangi bir yoğunluk kademesinde yine 15 dakikalık bir süreyle yeniden kullanıma sokulabilir. Ancak, bir veya iki kademeli pist eşiği tanıtma ışıklarında (RTIL), ışıklandırma sistemleri 15 dakikalık döngü sona ermeden telsiz kumandayla kapatılamaz.

10.14.4 ARCAL, yerel otorite tarafından belirlenen 118-136 MHz aralığında tek bir frekansa ayarlıdır. Mümkün olan durumlarda, havalimanı ışıklandırmasının telsiz kumandası için müşterek trafik danışma frekansı (CTAF) kullanılır. CTAF; UNICOM, MULTICOM, FSS veya kule frekansı olabilir ve ilgili havacılık yayınlarında tanımlanmıştır.

Telsiz kumanda ile ışıklandırma sistemleri arasında ara yüz oluşturma

10.14.5 Havalimanına ait bir telsiz kumanda cihazının çıkışı genelde birden çok ışıklandırma sisteminin kumanda girişlerine bağlıdır. Telsiz kumanda cihazı, ışıklandırma sistemlerine doğrudan bağlanabilir veya telsiz kumanda cihazının çıkış röleleri üzerindeki yükü azaltmak ya da ilave anahtarlama kapasitesine imkan vermek için bir ara yüz kutusu kullanılabilir. Aşağıdaki maddelerde, telsiz kumanda ile birden fazla ışıklandırma sistemi arasında ara yüz oluşturulurken dikkate alınması gereken tasarım hususları ele alınmaktadır.

10.14.6 Telsiz kumanda sistemi, (gündüz operasyonları hariç olmak üzere) piste hizmet eden diğer ışıklandırma sistemleri her yandığında pist ışıkları da yanacak şekilde konfigüre edilmiştir. Bir pistte telsiz kumandalı yaklaşma ışıkları ve telsiz kumandalı olmayan kenar ışıkları bulunuyorsa, kenar ışıkları gece operasyonu saatleri boyunca öngörülen hava şartlarına göre seçilmiş olan bir parlaklık kademesinde bırakılır. Pist ışıklarının telsiz kumandalı olup, yaklaşma ışıklarının telsiz kumandalı olmadığı durumlarda ise, yaklaşma ışıkları kapalı konumda veya önceden seçilmiş bir parlaklık seviyesinde bırakılabilir. Pist ışıkları kapalıyken yaklaşma ışıkları kesinlikle açık olmamalıdır.

10.14.7 Hem yaklaşma ışıklarının hem de pist ışıklarının telsiz kumandalı olduğu pistlerde, her iki sistemin yeğlinliği telsiz kumandayla eş zamanlı olarak artırılır veya azaltılır.

10.14.8 ARCAL'de üç kumanda fonksiyonu bulunurken, havalimanı ışıklandırma sistemlerinde bir, iki, üç veya beş yeğlilik kademesi bulunabilir. Tablo 10-1'de telsiz kumanda ile havalimanı ışıklandırma sisteminin yeğlilik kademeleri arasında ara yüz oluşturulmasına dair bir örnek yer almaktadır. Örneğin, beş yeğlilik kademeli bir ışıklandırma sistemi, mikrofonla üç tıklamada, 1 veya 2. parlaklık kademesine, beş tıklamada 3. kademeye, yedi tıklamada ise 5. kademeye enerji verilecek şekilde bağlanır. Havalimanı otoritesi, en düşük parlaklık ayarı için, havalimanındaki arka plan ışıklandırmasına bağlı olarak 1 veya 2. kademeyi seçebilir.

10.14.9 Yeğlinliğin fotoselle veya başka araçlarla otomatik olarak kontrol edildiği sistemlerde, telsiz kumanda sadece sisteme enerji verecek, yeğlilik ise fotoselle otomatik olarak seçilecektir.

10.14.10 RTIL sistemlerinde, pilotun içinde bulunduğu ortam şartlarına göre özel olarak belirlenmesi gereken bir veya daha yeğlilik kademesi olabilir. RTIL'de birden fazla yeğlilik kademesi varsa, genel uygulama bağlı olduğu pist ışıklandırması daha düşük yeğlilikler (üç tık) için seçil-

diğinde ve daha yüksek yeğnlikler kademelerinde (beş veya yedi tık) seçilmek üzere enerji verildiğinde, RTIL'nin kapatılmasıdır. Üç kademeli bir RTIL için, seçenekler sırasıyla üç, beş ve yedi tıka karşılık gelen düşük, orta ve yüksek kademelerdir.

10.14.11 Gece havadan yere telsiz kumanda kullanılan durumlarda ışıklandırma sistemine uzun süre enerji verilmeyebilir. Bu "atıl" zamanlarda, havalimanı bıkını, mania ışıkları ve telsiz kumandalı olmayan diğer ışıklandırma sistemleri, telsiz kumandalı sistemler kapalıyken de çalışmaya devam edecektir. Opsiyonel olarak, pist kenar ışıkları yerel şartlara bağlı olarak düşük bir yeğnlik kademesinde bırakılabilir. Bu atıl zamanlarda pist ışıkları açık bırakılıyorsa, diğer ışıklandırma sistemleri de önceden seçilen bir yeğnlikte bırakılabilir.

10.14.12 Görüş şartlarının kısıtlı olduğu zamanlar haricinde, gündüz şartlarında normal koşullarda pist ve taksi yolu kenar ışıklarına, yaklaşma ışıklarına ve taksi yolu levhalarının ışıklandırmalarına ihtiyaç olmadığından, telsiz kumanda sistemi sadece gündüz şartlarında kullanışlı olan ışıklandırma sistemlerine enerji verilen bir gündüz moduyla konfigüre edilebilir. Ancak bu kumanda modunun kullanılması, devre dışı bırakılan ışıklandırma sistemlerine bağlı günsüz aletli uçuş kuralları (IFR) usullerinin kullanılamaması anlamına gelir. Gündüz modu, fotosel aracılığıyla otomatik olarak veya bir anahtar yardımıyla manuel olarak seçilebilir. Telsiz kumanda cihazının kullandığı frekansta ses trafiğinin yoğun olduğu bölgelerde, 5 saniyelik bir sürede üç rastgelen mikrofon tıklamasına bağlı olarak yanlış alarm aktivasyonu yaşanabilir. Böyle bir sorun söz konusu ise, gündüz şartlarında kullanım için telsiz kumanda üzerindeki üç tıklama ayarı atlanabilir.

10.14.13 Farklı çalışma koşullarında telsiz kumanda sisteminin esnekliği, güvenlik kilitleri, fotoseller veya şalterler gibi diğer kumanda cihazları kullanılabilir. Pistin her iki ucunda veya birden fazla pist bulunan havalimanlarında ışıklandırma sistemi bulunan pistlerde, havalimanı işleticisinin telsiz kumanda ile hangi ışıklandırma sistemlerine enerji verileceğini seçebilmesini sağlayacak manuel bir anahtarlama sisteminin bulunması arzu edilebilir. Bu sayede, pilot sadece faal yaklaşma pisti ve taksi yollarına hizmet eden ışıklandırma sistemlerini etkinleştirir.

Işıklandırma sistemi	Yeğlilik kademelerinin sayısı	Mikrofon disklerinin sayısı başına seçilen yeğlilik kademesi		
		3 tık	5 tık	7 tık
Yaklaşma ışıkları	2	Düşük	Düşük	Yüksek
	3	Düşük	Orta	Yüksek
	5	1 veya 2	3	4*
Kenar ışıkları				
Düşük Yeğlilik	1	Açık	Açık	Açık
Orta Yeğlilik	3	Düşük	Orta	Yüksek
Yüksek Yeğlilik	5	1 veya 2	3	4*
Taksi yolu kenar ışıkları	1	Açık	Açık	Açık
	2	Düşük	Düşük	Yüksek
	3	Düşük	Orta	Yüksek
Pist merkez hattı	5	1 veya 2	3	4*
Konma bölgesi ışıkları	5	1 veya 2	3	4*
Taksi yolu merkez hattı ışıkları	3	Düşük	Orta	Yüksek
	5	1 veya 2	3	4*
Pist eşiği gösterge ışıkları	1	Kapalı	Kapalı	Açık
	2	Kapalı	Düşük	Yüksek
	3	Düşük	Orta	Yüksek
PAPI	3	Açık	Açık	Açık
	5	1 veya 2	3	4*
Rüzgar yönü göstergesi	1	Açık	Açık	Açık

Tablo 10-1. Havalimanı görsel kolaylıkları ile telsiz kumandanın ara yüzü

* Gündüz operasyonlarında 5 tıklı ayarın kullanılabilmesi için sisteme fotosel takılabilir.





BÖLÜM
11

AKKOR VE GAZLI DEŞARJ LAMBALARI

11. BÖLÜM

AKKOR VE GAZLI DEŞARJ LAMBALARI

Not.: Bu bölümde havacılıkta yer ışıklandırmasında kullanılan geleneksel lambalar ele alınmaktadır. Işık yayan diyot (LED) lamba şeklindeki yeni teknoloji Bölüm 12, 12.2’de ele alınmaktadır.

11.1 AKKOR LAMBALAR

11.1.1 Havaalanı ışıklandırma sistemlerine kurulan tertibatların çoğunda akkor lambalar kullanılmaktadır. Akkor lambaların aşağıdaki özellikleri, havaalanı ışıklandırma devrelerinin tasarımı ile ilgilidir.

11.1.2 Tablo 11-1 ve Şekil 11-2’de görüldüğü üzere, akkor lambaların ışıksal geriverimi, lamba ömrü, güç tüketimi ve etkinliği (verimliliği), uygulanan gerilimin veya akımının karmaşık bir fonksiyonudur. Örneğin, bir lambaya uygulanan gerilim anma gerilim değerinden yüzde 5 daha fazla ise, lambanın ışıksal geriverimi (lümen) anma ışıksal geriveriminin yaklaşık yüzde 120’si civarında, lamba ömrü ise tasarlanan kullanım ömrünün yaklaşık yarısı kadar olacaktır. Lamba akımındaki değişikliklerin etkileri daha büyüktür. Bir lambadan geçen akım anma akımının yüzde 5 üzerinde ise, lambanın ışıksal geriverimi anma ışıksal geriveriminin yaklaşık yüzde 135’i civarında, lamba ömrü ise tasarlanan kullanım ömrünün yaklaşık onda üçü kadar olacaktır. Bu değerler, uygulanan gerilimin veya akımının yakın kontrol altında tutulması gerektiğini göstermektedir.

$$\frac{\text{lumens}}{\text{LUMENS}} = \left(\frac{\text{volts}}{\text{VOLTS}} \right)^{3.38} = \left(\frac{\text{amperes}}{\text{AMPERES}} \right)^{6.25}$$

$$\frac{\text{life}}{\text{LIFE}} = \left(\frac{\text{volts}}{\text{VOLTS}} \right)^{13.1} = \left(\frac{\text{amperes}}{\text{AMPERES}} \right)^{24.1}$$

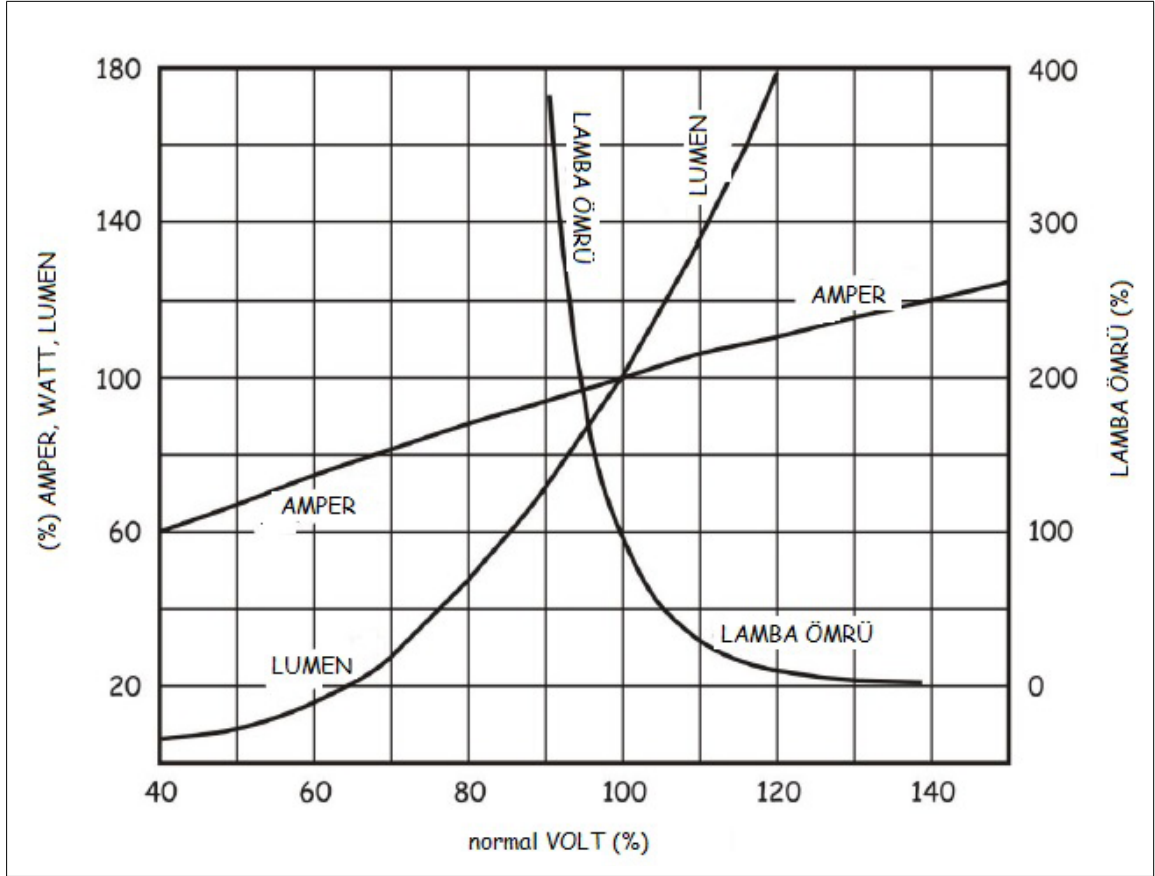
$$\frac{\text{watts}}{\text{WATTS}} = \left(\frac{\text{volts}}{\text{VOLTS}} \right)^{1.54} = \left(\frac{\text{amperes}}{\text{AMPERES}} \right)^{2.85}$$

$$\frac{\text{amperes}}{\text{AMPERES}} = \left(\frac{\text{volts}}{\text{VOLTS}} \right)^{0.54}$$

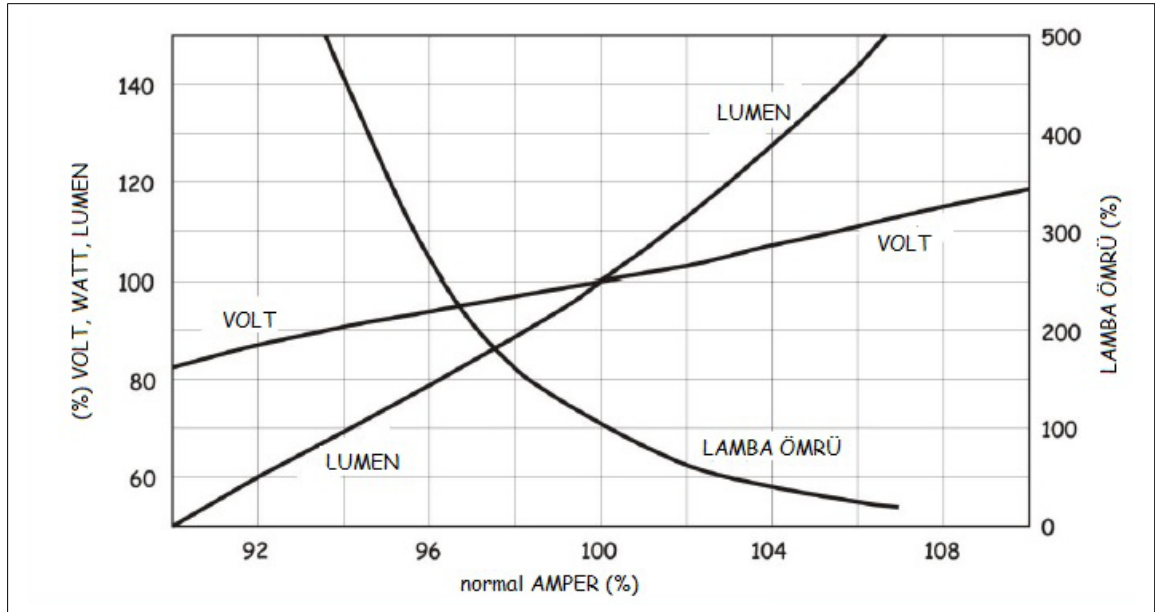
Tablo 11-1. Akkor lamba denklemleri

Not.: Yukarıdaki denklemlerde verilen üsler, farklı lamba türlerine, farklı lamba watt miktarlarına ve çeşitli gerilim değişiklik oranı aralıklarına göre değişiklik gösterir. Yukarıda verilen değerler, anma gerilimlerinin yüzde 90 ila 100’ü aralığında yaklaşık 10 lümen/watt’lık

vakumlu lambalar ile yaklaşık 16 lümen/watt'lık gazlı lambalar için kabaca geçerli olan değerlerdir. Bu aralık dışındaki özellikler için, Şekil 11-1 ve Şekil 11-2'ye bakınız. Burada önemli olan, havacılık lambalarını anma değerlerinin üzerinde çalıştırmanın lamba ömrünü kısalttığını anlamaktır.



Şekil 11-1. Gerilim değişikliğinin genel ışıklandırma (çoklu) devrelerinde akkor filamanlı lambaların çalışma özellikleri üzerindeki etkisi (1984 tarihli IES Işıklandırma El Kitabı'ndan uyarlanmıştır)



Şekil 11-2. Gerilim değişikliğinin seri ışıklandırma devrelerinde akkor filamanlı lambaların çalışma özellikleri üzerindeki etkisi (1984 tarihli IES Işıklandırma El Kitabı'ndan uyarlanmıştır)

11.1.3 Bir havaalanı ışıklandırma sisteminin tasarımcısı, hava alanındaki belirli ışık armatürlerinde kullanılacak lambaların seçiminde bir miktar serbestliğe sahip olup, seri lamba, alçak gerilimli çoklu lamba veya yüksek gerilimli çoklu lamba seçebilir. Bu seçimi ilgilendiren başlıca faktörler şunlardır:

- a) seri lambalardaki gerilim düşüşü genellikle “alçak gerilim” kategorisine girmektedir; 6.6 amper, 200 watt’lık bir pist kenar ışığındaki gerilim düşüşü 30 voltuttur; 20 amper, 500 watt’lık bir yaklaşma ışığı lambasındaki gerilim düşüşü ise 25 voltuttur.
- b) tasarım toleranslarındaki farklılıklardan ötürü, seri lambalar paralel devrelerde kullanılmamalıdır; aynı şekilde çoklu lambalar da seri devrelerde kullanılmamalıdır ve
- c) belirli bir anma güç tüketimi ve ışıksal geriverim değeri için, “alçak gerilimli” lambaların ömrü, “yüksek gerilimli” lambalardan daha yüksek olacaktır.

Tungsten-halojen lambalar

11.1.4 Günümüzde havaalanı ışıklandırmasında kullanılmakta olan lambaların çoğu tungsten halojen lambalardır. Bu lambaların filamanları, gaz dolumunda kullanılan klasik soy gazlara ek olarak az miktarda iyot gibi halojen içeren küçük kuvars tüplerin içindedir. Filaman ısıtıldığında, filamandan buharlaşan tungsten, lamba zarfının iç duvarları üzerinde yoğunlaşır. Buharlaşan halojen yoğunlaşan tungsten ile birleşerek buhar oluşturur. Bu buhar, sıcak filamana doğru giderek, burada ayrılır ve tungsten yeniden filamanın üzerinde çöker. Bu işlem, lamba ampulünün kararmasını azaltır, lambanın ömrünü artırır, ışık yoğunluğunu daha iyi sürdürür ve lambanın verimliliğini artırır. Ancak lambaların maliyeti de artar. Halojen döngüsü, lambanın anma akımında en etkili şekilde çalışır. Bu nedenle, yaklaşma ışıklandırmasındaki gibi sistemler lamba zarfının kararmasını sınırlandıracak uygun bir süre boyunca en yüksek parlaklık kademesinde çalıştırılmalıdır.

Kızılötesi kaplamalı (IRC) lambalar

11.1.5 Halojen lambalar görünen ışıktan daha fazlasını üretirler; yayılan enerjinin yüzde 60’ı kullanılmayan kızılötesi ışımadır. Bazı üreticilerin armatürlerinde IRC lambalar bulunabilir. Bu lamba, filaman tüp veya yansıtıcı üzerinde bulunan özel bir kaplama sayesinde kızılötesi (IR) enerjiyi (ısıyı) tekrar filamana yönlendirerek filamanın daha yüksek sıcaklıkta çalışıp watt başına daha fazla lümen, daha büyük ışıksal erim, daha düşük güç tüketimi ve daha uzun ömür sağlayan bir halojen lambadır. IRC lambalar, kullanım ömrü bakımından aynı koşullar altında standart halojen lambalardan iki kat daha uzun süre dayanır.

11.1.6 Şekil 11-3’te çok yüzeyli reflektörlü (MR) bir MR16 lamba gösterilmektedir. “16” rakamı, bir inçin sekizde biri olarak reflektörün dış çapıdır. Işık ünitesinin fotometrikleri lambaya bağlı olduğundan, havalimanı işleticileri ışık ünitesi üreticisinden kabul almadan lamba tipini değiştirmemelidirler.

11.1.7 Şekil 11-4’te gösterilen PK30 lamba (Prefocus, Kabel (tel), bazın milimetre cinsinden çapı) PAPI ve kenar ışıklandırması gibi ışık mahfazası düzeneklerinde kullanılmaktadır. Lambanın ve

filamanın küçük boyutlu olması daha iyi optik kontrol sağlamaktadır. Diğer havacılık lambalarında olduğu gibi, yüksek seviyede ısı ürettiğinden kullanım sırasında dikkatli olunmalıdır.

11.2 GAZLI DEŞARJ LAMBALARI

Sıralı yanıp sönen yaklaşma ışıklarının lambaları ("stroboskoplar")

11.2.1 Sıralı yanıp sönen yaklaşma ışıklarında kullanılan lambalar akkor lamba değil; gazlı, kondansatör deşarj ışıklarıdır. Bu lamba, argon veya kripton gibi bir soy gaz içeren ve gazın içinde ark oluştuğunda ışık veren, çeşitli biçimlerde şekil verilebilen bir tüptür. Güç beslemesi, arkın enerji kaynağı olan elektrik kondansatörlerini yüklenmeye doldurur ve arkın başlatılması için tetikleme gerilimi sağlar. Güç beslemesinde bu lambada çok yüksek gerilimler bulunmakta olup, ışıklandırma sisteminin tasarımında bu tehlike göz önüne alınmalıdır. Bu ışıkların puant yeğlinliği çok yüksek olabilir ancak kısa sürelidir. Yanıp sönmeye sıklığı, kondansatörlerin yeniden şarj edilmesi için gereken süreyle sınırlı olup, genellikle saniyede birkaç kezdir.

Mania ışıkları

11.2.2 Mania ışıklandırmasında, ışıkların çok kısa süreli yanıp sönmeye gece şartlarında seyrüsefer kılavuzu için uygun değildir. Yanıp sönmeye çok hızlı olursa, pilotun gece ortamında etrafındaki karanlığın içinde ışığın yerini tespit etmesi zorlaşır. Bu nedenle, ışıklar pilot tarafından uzun süreli tek bir yanıp sönmeye olarak görülecek kadar birbirine yakın olan, hızlı bir darbe serisi oluşturacak şekilde tasarlanmaktadır. Bu çoklu darbeye yanıp sönmelerin etkin yeğlinliğinin tespiti, Havalimanı Tasarım El Kitabı (Doc 9157), Kısım 4'te açıklanmıştır.



Şekil 11-3. Reflektörlü MR16 lamba (kaynak: Genesis Lamp Corporation)



Şekil 11-4. PK30 lambası (kaynak: OSRAM GmbH)

Diğer gazlı deşarj lambaları

11.2.3 Gazlı deşarj lambalarının verimliliğinin daha yüksek olması, bu lambaların kullanımını teşvik etmektedir. Bu lambaların çeşitleri arasında flüoresan, cıva buharlı, metal halinde ve düşük veya yüksek basınçlı sodyum buharlı ışıklar yer almaktadır. Bu tür ışıkların kullanımı genellikle, apron alanları gibi alanların aydınlatılmasıyla sınırlıdır ancak bazı taksi yolu ışıklarında ve aydınlatma tabelalarında flüoresan lambalar kullanılmaktadır. Bu lamba türünün kullanılması düşünülen durumlarda, aşağıdaki etkenler araştırılmalıdır.

- Yeniden başlatma. Bu lambaların bazıları ark söndürüldükten sonra birkaç saniye ila birkaç dakika boyunca yeniden başlatılamaz. Güç kesintileri veya geçişleri, kritik zamanlarda ışıkların kaybedilmesine yol açabilir. Diğer tipteki lambalarla acil durum ışıklandırması tercih edilebilir.
- Soğuk başlatma. Bu lambalardan bazıları düşük ortam sıcaklıklarında başlatılamaz veya zor başlatılır.
- Yeğlilik kontrolü. Bu lambalarda çoğunlukla yeğlilik kontrol özelliği bulunmaz veya akkor lambalara kıyasla sınırlı bir kontrol aralığı mevcuttur.
- Stroboskopik etkiler. Lambaların stroboskopik etkileri rahatsız edici olabilir. Alanların aydınlatılması için kullanım da dahil olmak üzere, bu tür ışıklar kullanıldığında ışıkların bağlanmasında denge sağlanarak üç fazlı elektrik besleme sistemlerinin kullanımı tercih edilebilir.
- Renk kayması. Genelde, bu lambalardan yayılan ışık görülmür tayfın sadece belirli bir kısmını kapsar. Bu durum renk kodlamasının fark edilmesini zorlaştırır zira gazlı deşarj lambalarla aydınlatmada renkler olağan görünümünde olmayabilmektedir. Bu durumdan özellikle “kırmızı” renk etkilenir.





BÖLÜM
12

KATI HAL TEKNOLOJİSİ

12. BÖLÜM

KATI HAL TEKNOLOJİSİ

12.1 GİRİŞ

Havacılık yer ışıklandırması (AGL) ilk olarak mevcut teknolojiden, yani seri tip devre şemasının, akkor (filamanlı) lambalı armatürlerin, ayırma AGL) transformatörlerinin ve sabit akım regülatörlerinin kullanıldığı kara yolu ışıklandırmalarından yararlanılarak geliştirilmiştir. Katı hal teknolojinin ortaya çıkışı, AGL'de kademeli bir devrim yaratırken, bir yandan da yeni sorunları gündeme getirmiştir. Bu bölümde, katı hal teknolojinin tasarımı ve bakımı hakkında kısa bir genel bilgi verilmesi amaçlanmaktadır.

12.2 IŞIK YAYAN DİYOT (LED) IŞIK ÜNİTELERİ

Katı hal teknolojinin çeşitli formları içinde, havalimanı uygulamasında en yaygın olanı ışık yayan diyotlu (LED) olanlardır. LED'ler başlangıçta mania ışıklandırması (32 cd) ve taksi yolu kenar ışıklandırması (2 cd) gibi nispeten düşük yeğinlik seviyeleri gerektiren ışıklarda kullanılmıştır. Son yıllarda, LED'lerin verimi öyle bir dereceye ulaşmıştır ki, günümüzde bu teknoloji levhalar, yüksek yeğinlikli kenar ışıkları, yüksek yeğinlikli yaklaşma ışıkları, pist koruma ışıkları gibi her türden AGL için kullanılabilir hale gelmiştir (bkz. Şekil 12-1).

12.3 RENK – CIE S 004/E-2001

12.3.1 LED ışık kaynaklarının akkor lambalar karşısındaki avantajlarından biri, kısıldığında gerivrim cihazının renginin nispeten kararlı olmasıdır. Diğer bir deyişle, ışığı kırmak için akım azaltıldığında, rengin türselliğinde kayma olmaz. Bu sayede, beyaz renk (mavi sınırı) için bazı değişiklikler yapılarak, S 004/E-2001 sayılı CIE Standardı "Işık Sinyallerinin Rengi" kabul edilmiştir. Annex 14, Cilt I 'de akkor ışıklandırma (filaman lambalar) için Şekil A1-1(a) ve katı hal ışıklandırma için Şekil A1-1(b) olmak üzere iki şema bulunmaktadır. Şekil A1-1(a) 'da akkor ışıklandırma için belirtilen renk sınırları, CIE 2.2-1975 "Işık Sinyallerinin Renkleri" içerisinde belirtilen standartlardır. Akkor teknolojinin en sonunda yerini tamamen katı hal teknolojisine bırakması ve Annex 14, Cilt I 'de sadece katı hal ışıklandırmaya ilişkin Şekil A1-1(b) 'nin kalması beklenmektedir.

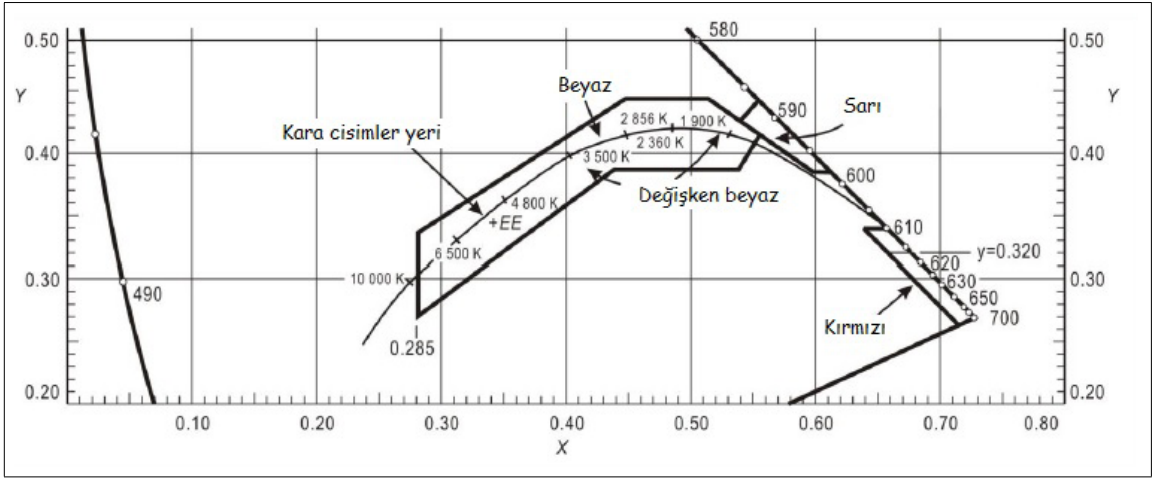
Beyaz ve değişken beyaz

12.3.2 Annex 14, Cilt I 'de, yaklaşma, pist kenar, pist konma bölgesi ve merkez hattı AGL'lerinin renginin "değişken beyaz" olduğu belirtilmektedir. Türsellik sınırları aşağıda Şekil 12-2'de gösterilmiştir. "Değişken beyaz" $x = 0.285$ 'ten $y = 0.790 - 0.667x$ sarı alan sınırına kadar olan herhangi bir renk olup, yaklaşık 10.000 Kelvin dereceden yaklaşık 1900 Kelvin'e kadar benzer renk sıcaklığı çizgisi veya kara cisimler yeri boyunca var olan beyazlar yelpazesidir ve Ek 1'de belirtilen sınır denklemlerini takip eden $x = 0.500$ 'de sona eren ICAO beyazını içerir. Kara Cisimler yeri, akkor ışık

kısıldıkça ortaya çıkan renk değişimini temsil etmekte olup, filaman soğuyarak daha düşük sıcaklıklara indikçe daha sarımsı bir ton alır.



Şekil 12-1. LED ışıklandırma türleri



Şekil 12-2. Akkor ışıklandırmada beyaz ve değişken beyaz

12.3.3 Kısıldığında renkleri nispeten kararlı olan LED ışıklandırmada, “değişken beyaz” spesifikasyonu, renk sınırları Şekil 12-3’te gösterilen “beyaz” olarak yorumlanacaktır. Beyazın yeşil ve mor sınırları, akkor ışıklandırmadakiyle aynıdır. Mavi sınırı, maviden daha iyi ayrılması için $x = 0.320$ ’ye çekilmiştir. Sarı sınırı, CIE S 004’te önerilen $x = 0.440$ sınırındadır.

Sarı

12.3.4 Katı hal ışıklandırmada sarı, CIE S 004’tekiyle aynı olup, yeşil sınırı ITE (Trafik Mühendisleri Enstitüsü) sarısını da kapsayacak şekilde $y = 0.727x + 0.054$ ’e uzatılmıştır.

Kırmızı

12.3.5 Katı hal ışıklandırmasında kırmızı, CIE S 004’ün kırmızısı olup, akkor ışıklandırmadakiyle ay-

nıdır. PAPI ışık ünitelerinde kırmızı, Annex 14, Cilt I, 5.3.5.14 ve 5.3.5.30'a uygun şekilde, $y = 0.320$ üst sınırıyla sınırlı olmaya devam etmektedir.

Mavi

12.3.6 Katı hal ışıklandırmasında mavi, yeşil türsellik alanının mavimsi-yeşil kısmından daha iyi ayrılması için akkor ışıklandırmadakinin yaklaşık yarısıdır.

Yeşil

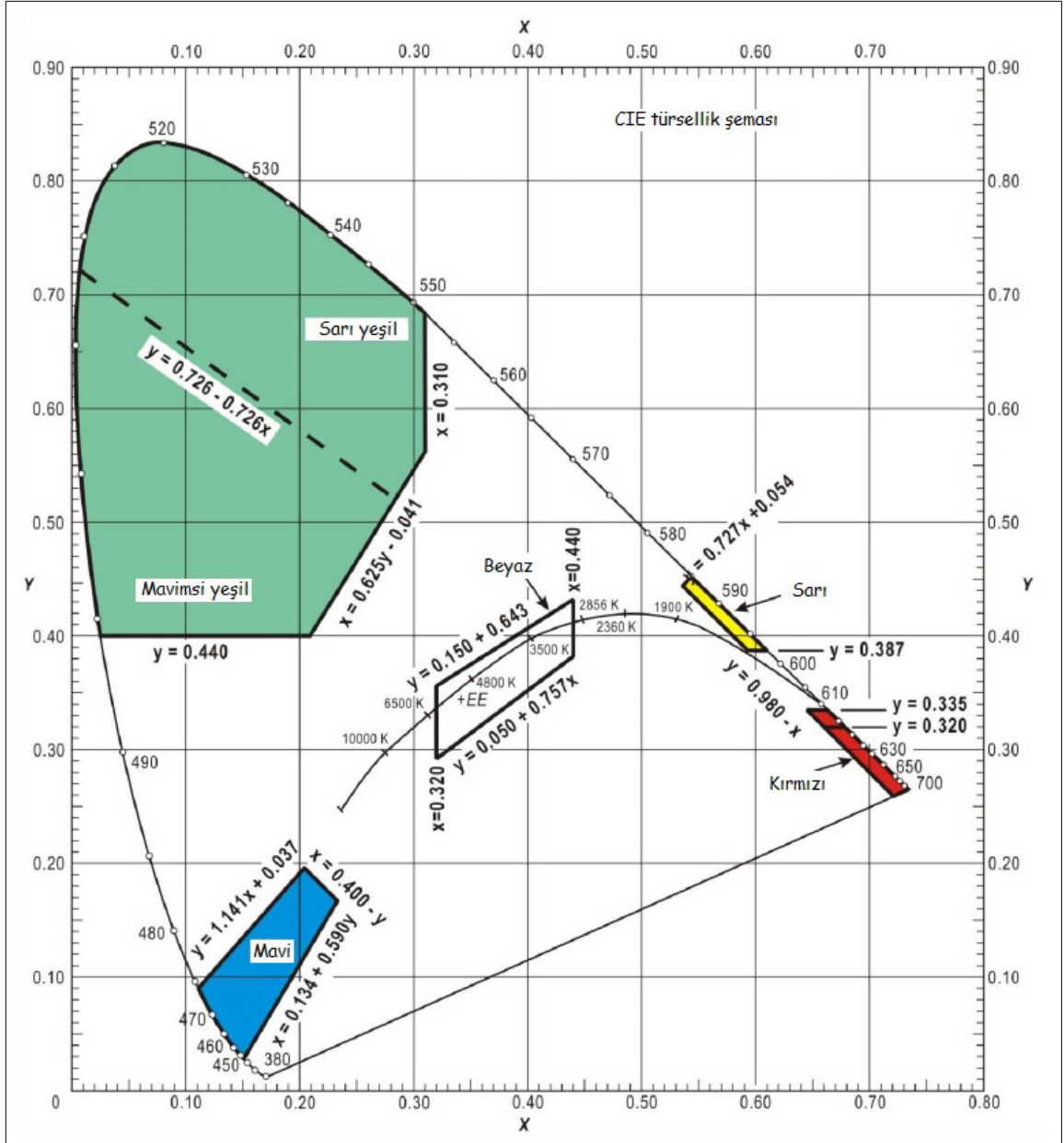
12.3.7 Katı hal ışıklandırmasında yeşil, akkor ışıklandırmasına benzerdir; ancak bu kez beyaz sınırı beyazdan daha iyi ayırt edilebilmesi için akkor ışıklandırmasının restriktif beyaz sınırıdır ($x = 0.625y - 0.041$). Mavi sınırı, maiden daha iyi ayırt edilebilmesi için $y = 0.400$ şeklinde değiştirilmiştir. Sarı sınırı, $x = 0.310$ 'a düzeltilmiştir.

12.4 YEŞİL TONLARININ SEÇİMİNİN SINIRLANDIRILMASI

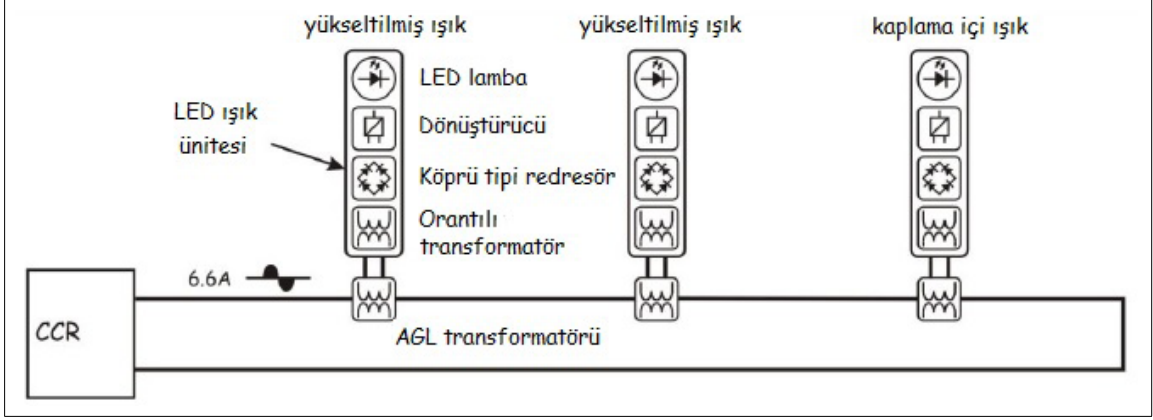
Yeşilin türsellik alanı, diğer renklerininkine göre nispeten daha büyük olup, sarı-yeşilden mavi-yeşile kadar $y = 0.726 - 0.726x$ kısıtlama sınırıyla ayrılan bir renk tonu yelpazesi içerir. Aynı ışıklandırma sisteminde çok fazla renk tonu değişikliği olmasını önlemek için, tesiste seçilen yeşil renkli ışıklar türsellik alanının sarı-yeşil kısmından seçilmişse, sistemde mavi-yeşil kısımdaki yeşillerin kullanılmaması, aynı şekilde mavi-yeşil kısımdan bir yeşil seçilmişse de sarı-yeşil kısımdaki yeşillerin kullanılmaması tavsiye edilmektedir. Bunun için, havalimanı tasarım personelinin renk spesifikasyonu konusunda bilgi sahibi olması gerekmektedir.

12.5 ALTYAPI - SERİ DEVRE

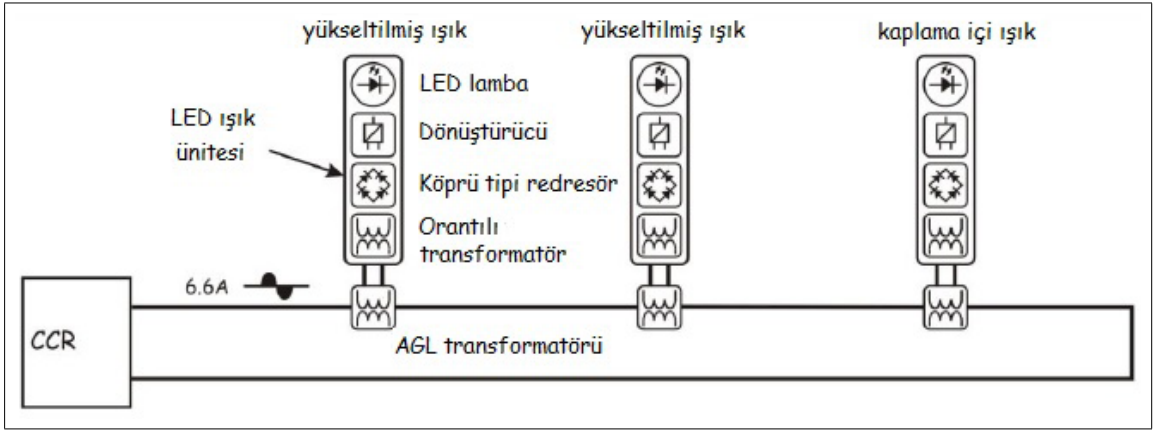
12.5.1 Akkor armatürler kullanılan havaalanı ışıklandırmasının tipik altyapısı, sabit akım regülatörü, yüksek gerilim kablosu ve çeşitli AGL transformatörleri olan bir seri devredir. Işık üniteleri, ayırma transformatörünün alçak gerilimli ikincil tarafına bağlıdır. Bu devreye basitçe yerleştirilmek üzere LED ışık üniteleri tedarik edilebilir. Şekil 12-4'te gösterildiği gibi, LED ışık ünitesi, oranlı transformatör, köprü tipi redresör ve LED yağınlığının kontrolü için mikroişlemci içeren bir dönüştürücüden oluşur. Bu şekilde, yıldırımdan ve geçici rejimlerden korunmak için kullanılan aşırı gerilime karşı koruyucu bileşenler gösterilmemiştir.



Şekil 12-2. Akkor ışıklandırmada beyaz ve değişken beyaz



Şekil 12-3. Katı hal renklerin türsellik sınıfları



Şekil 12-4. Seri devre LED ışıklandırma

12.5.2 Orantılı transformatör, LED lambanın kullanabileceği bir akım seviyesi (örneğin 660 ma) sağlar. Alternatif olarak, orantılı transformatörünün işlevi, AGL'nin işleviyle birleştirilerek, çıktı oranı 10:1 olan tek bir cihaz elde edilebilir.

12.5.3 Köprü tipi redresör, AC ikincil akımı DC'ye çevirir.

12.5.4 Sabit akım regülatörlerinin spesifikasyonları ışıkların en fazla %30'unda açık ikincil devreler olduğunda düzgün çalışacak şekilde olduğundan, kaplama için veya yükseltilmiş LED ışıklarında by-pass cihazına ihtiyaç duyulmaz.

12.5.5 Elektronik dönüştürücü, LED'e giriş sağlar. LED'in nominal anma değerinde kullanılması makbul olduğundan, dönüştürücü yağınliği değiştirmek için darbe genişlik modülasyonundan (PWM) yararlanır. Algoritmalar, LED ışığın geleneksel bir akkor lambalı armatürün performansını taklit etmesini sağlar (bkz. 12.9).

12.6 DARBE GENİŞLİK MODÜLASYONU

LED lambalar normal şartlarda, tam nominal akımlarında çalıştırılır. Yeğinlik değişimi (karartma) darbeleri genişlik modülasyonu (PWM) gerçekleştirilir. Şekil 12-5'te gösterildiği gibi, giriş dalga

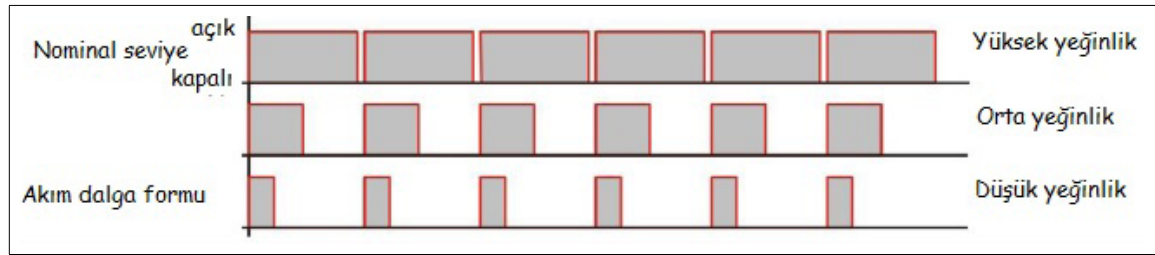
formu darbelerin genişliğini yüksek, orta veya düşük yeğinlikler üretecek şekilde değiştirme suretiyle değiştirilir. Her bir darbenin genliği, LED lambanın nominal anma değerindedir.

12.7 ALTYAPI PARALEL DEVRE

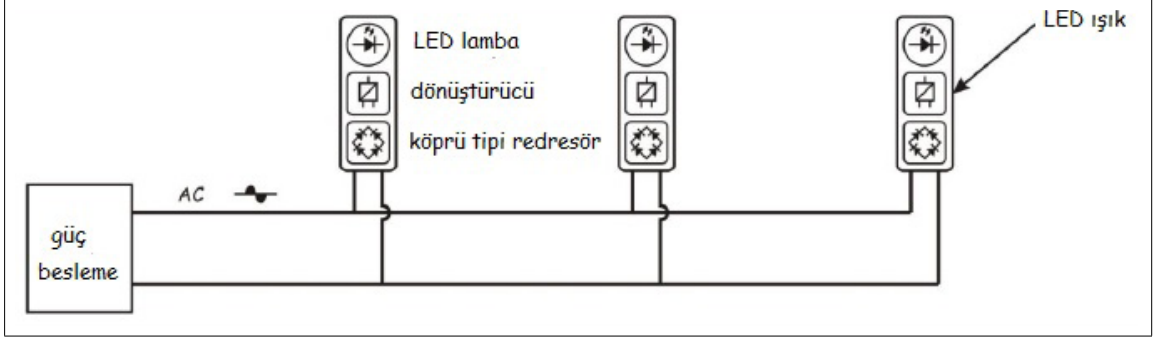
LED ışıklandırma, Şekil 12-6'da gösterilen paralel devre tasarımı kullanılarak da uygulanmaktadır. Işık ünitesinin bileşenleri biraz sadeleştirilmiştir. Bu devre tasarımı, g veriminde artış ve kullanım kolaylığı avantajları bulunmaktadır. Ayrıca, havaalanı tarafında bakım uygulamalarını ve alçak gerilim tesisatlarına ilişkin emniyet düzenlemelerini sadeleştirme avantajı da söz konusudur.

12.8 ALTERNATİF ALTYAPI

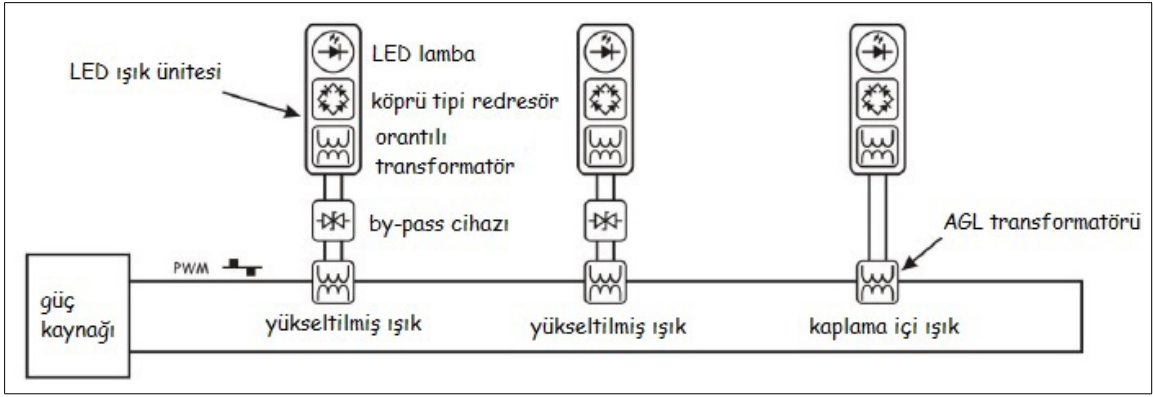
12.8.1 LED armatürler için tek başına gereken elektrik enerjisi miktarının, akkor lambalı armatür- lere kıyasla oldukça düşük olmasına rağmen, geleneksel devre kullanıldığında, yine de CRR2lerin ve AGL transformatörlerinin enerji tknetimi söz konusudur. CCR'lerin enerji tknetimi, CCR'de bulunan mimari tipine göre değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin, daha düşük LED yüklerine alternatif olarak kullanıldığında, ferrezonant CRR'ler genellikle iyi bir giriş gücü katsayısını ve verimi sürdürmektedir. Öte yandan, SCR (yani Tristör) CRR'ler genellikle çıkışında daha düşük bir yükün yerine kullanıldığında, gelen güç kaynağı üzerinde hemen hemen aynı yükü uygulamaktadır. CCR'lerde genellikle daha düşük yükler mevcut olduğunda verimi artırmak için ayarlanabilen prizler bulunur. Ayrıca, daha düşük bir LED yükünün yerine kullanıldığında, AGL transformatörleri kabul edilebilir düzeyde iyi çalışabilir. Ancak, AGL transformatör, LED armatürünün daha düşük yüküne uygun olan daha düşük watt'lı bir transformatörün yerine kullanıldığında en verimli olacaktır. Ayrıca, oğu CCR tasarımı, özellikle de yüksek gerilim girişli transformatörlerin olduğu eski modellerde, bağlı olan yükten bağımsız olarak, enerji verildiğinde sabit bir minimal şarj akımı olmaktadır. Dolayısıyla, LED tasarımıyla mümkün olan tüm ekonomilerden gerçekte yararlanılmamaktadır. Bu durum, ışıklandırma devresinin tasarımı, radikal değişiklikler yaparak, Şekil 12-7'de gösterilen alternatif bir altyapıya geçme olasılığını artırmaktadır.



Şekil 12-5. PWM ile yeğinlik kontrolü



Şekil 12-6. LED ışıklandırma paralel devre



Şekil 12-7. Güç kaynağı kullanarak PWM çıkışı elde etme

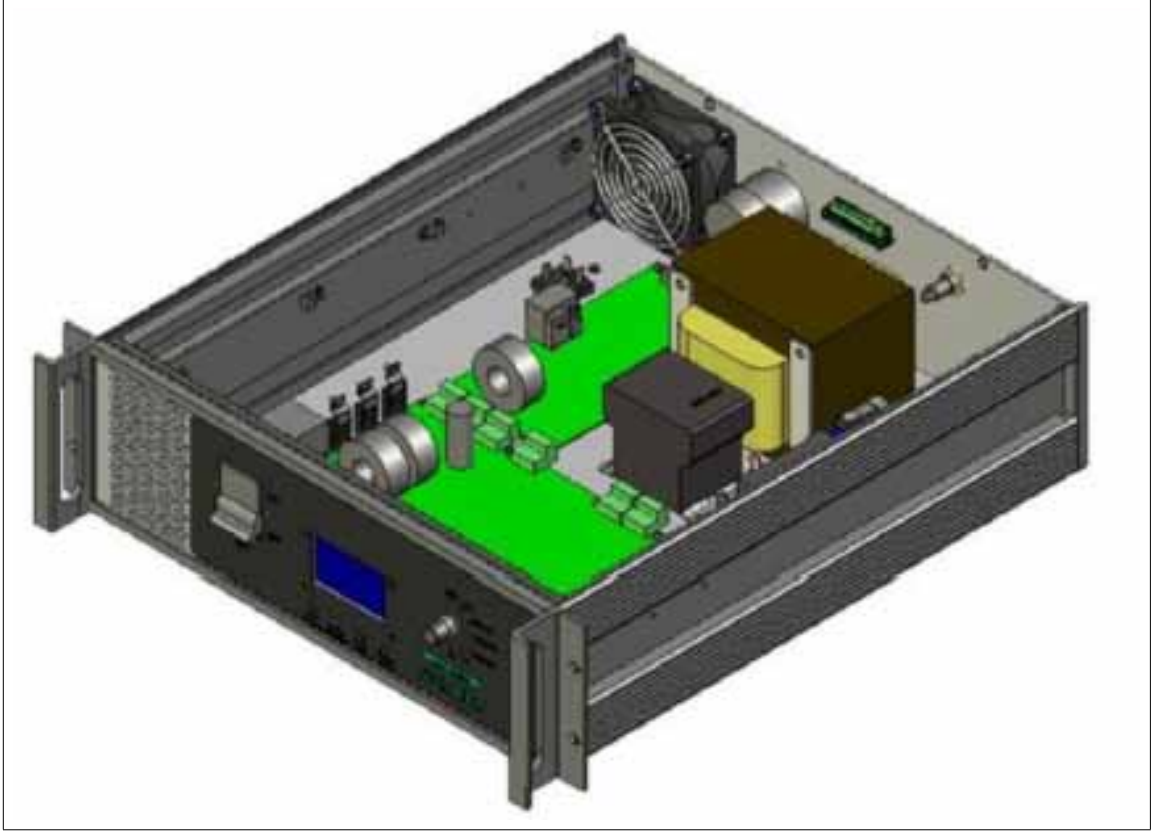
12.8.2 Alternatif altyapının temel tasarım ilkesi, PWM işlevinin her ışık ünitesinin bünyesinde olmak yerine güç kaynağına tahsis edilmesidir. 2 A sıralı bir çıkışa sahip özel güç kaynağı bu durumda geleneksel sabit akım regülatörüne göre boyut ve ayak izi bakımından oldukça küçük, 19 inçlik, rafa monte edilebilir bir tasarıma sahip olabilir. Güç besleme çıkışı, armatür ile seri devre arasında izolasyon olmasını sağlamak için yine de ihtiyaç duyulan AGL transformatörleri üzerinden geçmek için değişmektedir. LED lambalara DC girişi üretmek için her bir armatürde köprü tipi redresör bulunur. Işık ünitesinin devrilmesi durumunda birincil devre dalga formunu etkileyebileceğinden, yükseltilmiş armatürlerde, AGL transformatörünün ikincil tarafındaki açık devrelerden kaçınmak için by-pass cihazı kullanılmaktadır. Kaplama içi ışıklarda devrilme riski bulunmadığından by-pass cihazına ihtiyaç yoktur. Sistemin genel karmaşıklık düzeyinin azaltılmasına bağlı olarak, sistem MTBF değerinde büyük bir artış yaşanır. Bu tasarım, diğer kablolar kullanılmış olsa bile, mevcut seri devre kablosunun yerinden kullanılabilmesini sağlar (bkz. Şekil 12-8).

12.9 PARLAKLIK AYARLARI

Not.: Aşağıdaki kısımda, tek bir Devletin uygulaması ele alınmaktadır. Diğer Devletlerdeki uygulama değişiklik gösterebilir.

12.9.1 Işık kaynağının belirginliği, daima görüldüğü bağlamla ilgilidir. Işık kaynağı ile arka plan arasındaki karışıklık veya ışık kaynağının görüldüğü ışık gürültüsü, ışığın algılanan belirginliği üzerinde etkilidir. Yanan sigaranın zifiri karanlıkla oldukça uzak bir mesafeden algılanabilmesi, bu

durumun uç bir örneğidir. Bir LED ışık kaynağında tayfsal bant genişliği olmaması, çevresindeki gürültü (düşük görüş koşullarının yayınma etkisi de dahil) ile karışıklığı artırarak, belirli bir parlaltının belirginliğinin daha fazla olmasını sağlar.

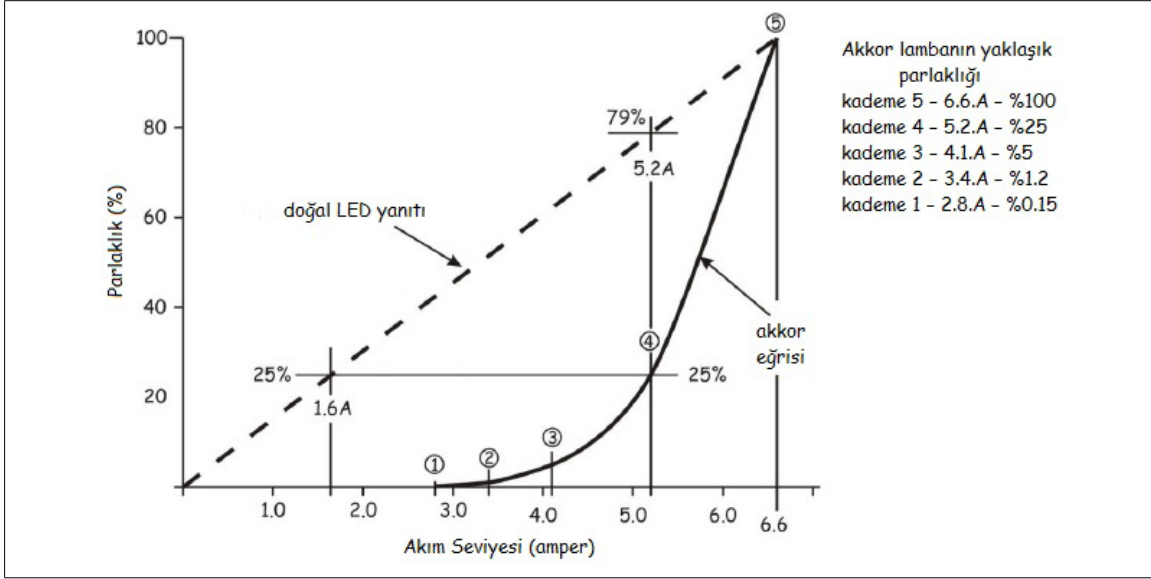


Şekil 12-8. PWM güç besleme (kaynak: ADB Airfield Solutions)

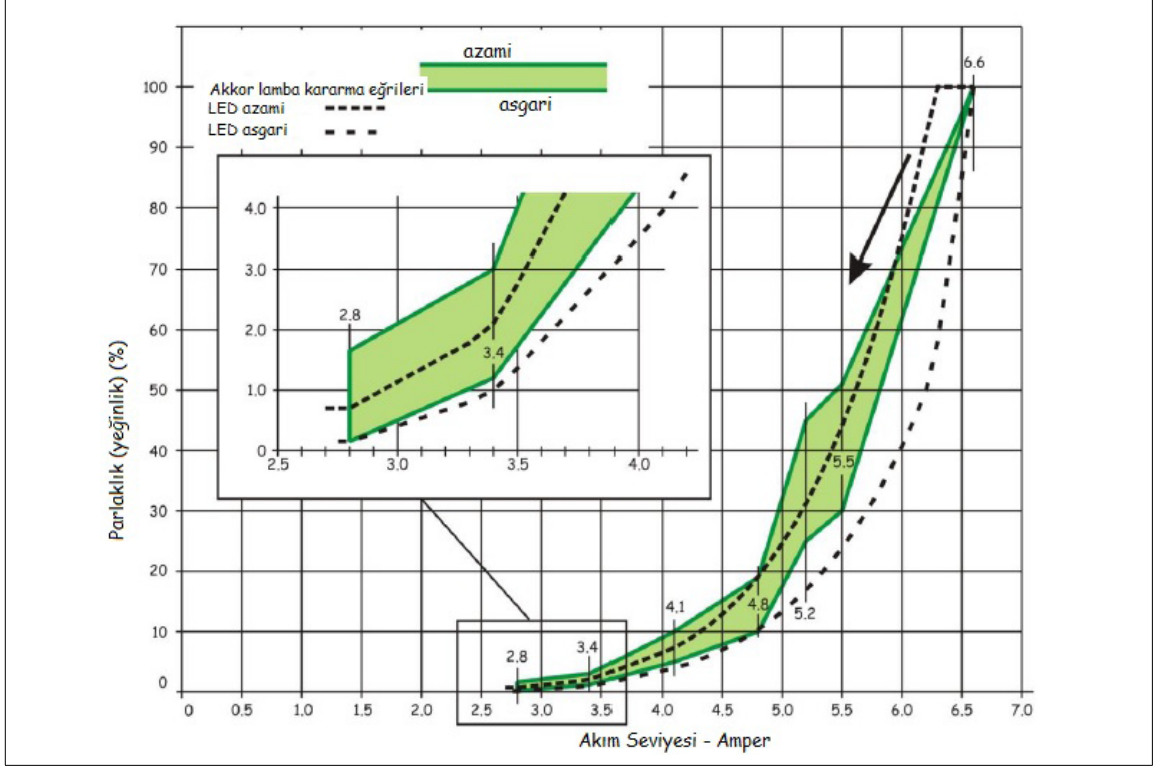
12.9.2 LED ışık ünitesinin, akkor lamba ünitesi ile aynı şekilde performans göstermesi makbuldür. Ancak, Şekil 12-9'da görüldüğü gibi, akım girişi karşısındaki doğal LED tepkisi, filamanın ısınması sonucu tepki eğrisi üstel olan akkor lambaya kıyasla doğrusaldır. Örneğin, 5.2 A seviyesinde çalıştırılan bir akkor lamba ünitesi, tam yeğninliğin yaklaşık yüzde 25'i kadar bir yeğnlik üretir. Öte yandan 5.2 A seviyesinde (ayırma transformatöründen gelen giriş) çalışan LED ışık ise yaklaşık yüzde 79 oranında yeğnlik üretir. LED ışık, yüzde 25 oranında yeğnlik üretecek şekilde yönlendirilmiş olsaydı, yaklaşık olarak 1.6 A seviyesinde bir akım kullanılacaktı. Şema ve akım değerleri 3 ve 5 kademeli sistemlere ilişkindir. Altı ve üzeri kademeli sistemlerde, akım değerleri her kademe farklı olacaktır.

12.9.3 Akkor lambanın performansı, Şekil 12-10'da beyaz ışık için gösterilen şekilde, asgari/azami kararırma eğrisi aralığı bakımından tanımlanabilir. 5 kademeli bir sabit akım regülatörünün kademeleri 6,6, 5,2, 4,1, 3,4 ve 2,8 A'dır. 3 kademeli bir regülatör için ise bu kademeler 6,6, 5,5 ve 4,8 A şeklindedir. Akkor ışıklandırmanın kararırma eğrileri 4,8 A ve 5.5 A'ya kaydırılmış olup, 3 kademe-deki sistemlerin tarihsel gelişimini yansıtmaktadır.

12.9.4 Akkor ışığın performansını taklit etmek için, LED armatürün elektronik bileşenin algoritmaları; yeğlilik verimi, düşük kademeler hariç, akkor lambanınkine yakın bir asgari/azami aralık içinde olacak şekildedir. LED ışığın düşük kademelerde çok parlak olduğuna dair raporlar nedeniyle, düşük kademeler için bu aralık azaltılmıştır. Akkor ışıkların kararına eğrileri, 3 kademeli sistemler için belirtilen akım/parlaklık değerlerini yansıtmak için 4.8 A ve 5.5 A değerine kaydırılmıştır. Eğriler 6.6 A değerinde birleşmektedir. Gerek akkor gerekse LED olsun, bütün ışıklar yüzde 100'de başlar ve eğriler yukarıdan aşağıya doğru okunur.

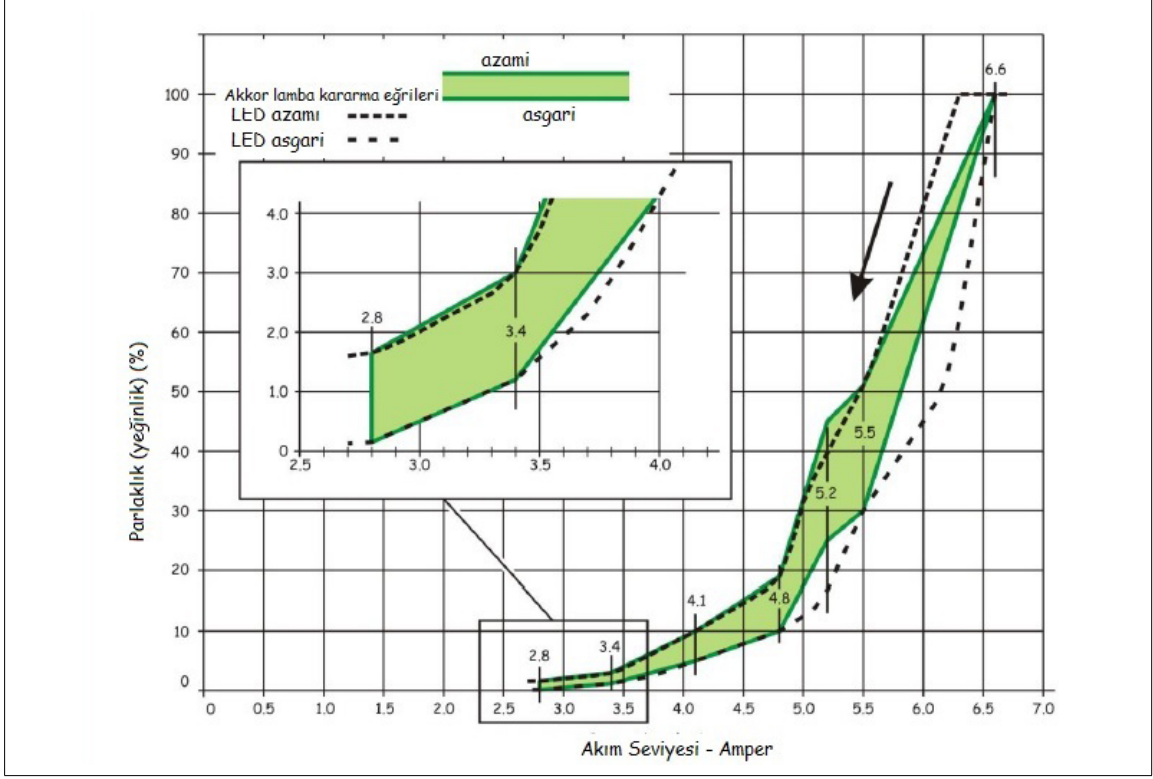


Şekil 12-9. LED ve akkor ışıkların tepki eğrileri



Şekil 12-10. Kararma eğrileri, beyaz ışık

12.9.5 Daha düşük kademelerdeki akım/parlaklık performansını ele alma ihtiyacı sadece beyaz ışık için geçerlidir. Renkli ışıkta, asgari/azami aralık Şekil 12-11'de gösterilen şekilde akkor eğrileri izlemektedir.



Şekil 12-11. Kararma eğrileri, renkli ışık

12.10 LED IŞIKLANDIRMA VE GECE GÖRÜŞ SİSTEMLERİ

12.10.1 Gece görüş sistemleri, ilk olarak II. Dünya Savaşı sırasında savaş tanklarında gece görüş kabiliyeti sağlamak için geliştirilmiş olup, daha sonra keskin nişancıların tercih ettiği tüfeğe monte sistemler için boyutları küçültülmüştür. Teknoloji ilerledikçe parça sayısı ve güç gereksinimi azaltılarak, en sonunda miğferlere takılan sistemler noktasına kadar gelinmiştir (bkz. Şekil 12-12).

12.10.2 Temelde, kullanılan teknolojiye bağlı olarak iki tür gece görüş ekipmanı bulunmaktadır:

- Termal görüntüleme cisimlerden sadece ışık olarak yansımak yerine ısı olarak da yayılan 1300 NM ila 5000 NM arasındaki orta kızıl ötesi ışık tayfının üst kısmını yakalayarak çalışır. Gelişmiş görüş sistemleri olarak da bilinen bu teknoloji, kızıl ötesi ileri görüş radarı (FLIR) ve baş üstü gösterge (HUD) ile birlikte uçağa takılarak kullanılır.
- Görüntü Yoğunlaştırıcı [12] kızıl ötesi ışık spektrumunun alçak kısmı da dahil olmak üzere, gece bulunan ancak gözlerimizle algılayamadığımız küçük miktarlardaki ışıkları toplayıp, görüntüyü rahatlıkla gözlemleyebileceğimiz noktaya kadar büyütme suretiyle çalışır. Pilot gece görüş görüntüleme sistemi / gece görüş gözlükleri (ANVIS/NVG), pilotun normal şartlarda herhangi bir yardımcı kullanılmadığında göze kapalı ve karanlık görünen koşullarda görebilmesini sağlayan görüntü yoğunlaştırıcı sistemlerdir. Gece muharebesi, araba kurtarma ve keşif operasyonları gibi askeri gerekliliklerin etkisiyle gelişen bu sistemler en sonunda pek çok sivil uygulamada kullanılır hale gelmiştir.

12.10.3 Termal görüntüleme, FLIR'nin tepki eğrisi 1300 NM civarında başlar; dolayısıyla beraberinde özel olarak yeterli dalga boyunda ve ışınırılıkta kızıl ötesi (IR) sinyal oluşturacak bir cihazla tasarlanmadığı takdirde hiçbir LED ışık görülmez.



Şekil 12-12. Gece görüş gözlükleri

12.10.4 Şekil 12-13'te görüldüğü gibi, ANVIS/NVG; objektif lensi, fotokatod, mikro kanal plaka (MCP), fosforlu ekran ve görüntüleme lensinden oluşmaktadır.

12.10.5 Görüntü yoğunlaştırma sistemleri zamanla gelişim göstermiş olup, bu gelişimin çeşitli versiyonları "nesil" olarak anılmaktadır. Şekil 12-14'te gösterildiği gibi, üçüncü nesil sistemler, 550 – 575 NM seviyesinde başlayan ve tayfın yıldız ışığındaki kısmı boyunca uzanan bir tayfsal tepki eğrisine sahip olup, herhangi bir yardımcı kullanılmadan insan gözüyle görülemezler (COE Fotopik Eğri)

12.10.6 MIL-STD-3009'de kokpitte ANVIS/NVG'ye uyumlu ışıklandırmanın tasarımına ve ölçülmesine ilişkin standartlar tanımlanmaktadır. Kokpitteki ışıklandırma uyumlu olmadığı takdirde, yakın kızıl ötesinde ANVIS gözlüklerinin otomatik kazanç ayarını etkileyemeye yetecek kadar enerji üreterek, pilotun dışarıdaki daha az ışıklı manzaraya karşı körleşmesine yol açabilir. Bu sebeple, kokpit cihazlarında, enerjisi tayfin alt kısmında (mavi ve yeşil) ve ANVIS tepki eğrisinin dışında olan

aydınlatma sağlar. Ayrıca, herhangi bir çakışmayı daha da azaltmak için, tepki eğrisinin kendisi de Şekil 12-15 ve Şekil 12-16'da gösterilen şekilde, objektif lensine eklenmiş olan A Sınıfı ve B Sınıfı şeklinde tanımlanan filtreler kullanılarak daraltılmaktadır. B Sınıfı, kokpitte bir miktar sarı ve kırmızı ışık kullanılabilmesi için tepki eğrisini daha da daraltır. B Sınıfı, sivil helikopter pilotları tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır.

12.10.7 Havacılık yer ışıklandırması için kullanılan LED ışıkların ANVIS/NVG kullanan pilotlar tarafından görülüp görülmemesi ışığın tayfsal dağılımına, dolayısıyla da çakışma miktarına bağlıdır. III. nesil, filtresiz bir ürünle yeşil, sarı ve kırmızı LED ışıkların görülmesi muhtemelen mümkün olacaktır. A sınıfı filtreyle, sarı ve kırmızı ışıkların görülmesi mümkündür. B sınıfı filtreyle, herhangi bir LED ışığın görülmesi mümkün değildir. Bir ışığın görülme ihtimalinin tayfsal dağılıma bağlı olduğu ve yakın kızıl ötesinde bulunan, ışıyan bir enerji bileşenine sahip olması durumunda yeşil ışığı görmenin bile mümkün olabileceği varsayılmaktadır. Ancak mevcut Standartlarda tayfsal dağılım değil algılanan renk belirtildiğinden bu beklenmedik bir durumdur.

12.10.8 ANVIS/NVG'nin mevcut dezavantajlarından biri, pilot için oluşturan görüntünün tektürel yeşil olması nedeniyle, Annex 14, Cilt I'de öngörülen renk kodlamasını ayırt etmeyi güçleştirmektedir. Mania ışıklandırmasında, ışık akkor lambadaki gibi görülebildiği takdirde, Şekil 12-17'de görüldüğü gibi diğer kültür ışıklandırma sistemleri arasında kaybolmaktadır

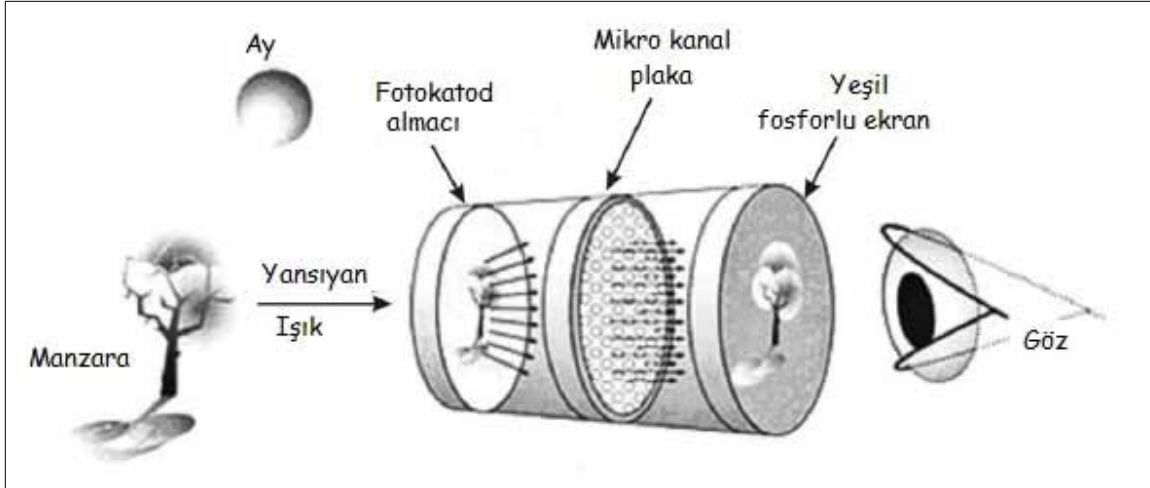
12.11 HAT IŞIKLANDIRMA

LED teknolojisi havaalanları için yeni ışıklandırma şekilleri için imkan sunmaktadır. Örneğin birden çok LED'in bir muhafaza içine kapatılmasıyla, Şekil 12-18'de gösterilen şekilde helikopter pistinde işaretlemelerin geliştirilmesinde kullanılabilecek bir ışık şeridi (hat ışıklandırması) oluşturulabilir. Hat ışıklandırmasının avantajlarından biri de, bir sırada en az üç ışık kurulmadığı sürece noktasal ışık kaynaklarında elde edilmesi mümkün olmayan bir yönlülük özelliğine sahip olmasıdır.

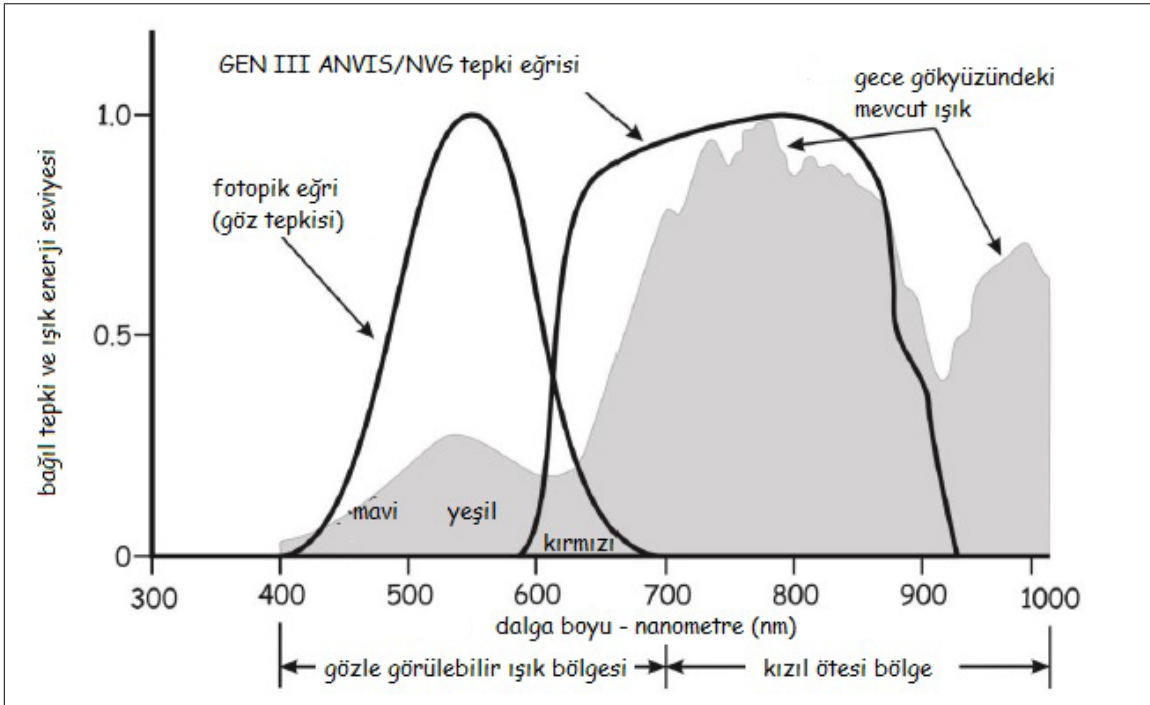
12.12 FARKLI TEKNOLOJİLERİN BİR ARADA KULLANILMASI

12.12.1 LED armatürlerde, akkor ışıklandırma tepkisini taklit etmesini sağlayan elektronikler bulunur. Yine de, tepki aynı hale getirilse bile, LED armatür farklı bir görsel gösterim oluşturacağından LED ve akkor ışıkların karıştırılması tavsiye edilmemektedir. Özellikle LED armatürler, parlaklık kademesi seçiminde esas olarak aynı kalan doygun bir renk üretirken, akkor ışıklar, filaman daha düşük sıcaklıkta çalıştırıldıkça sarıya doğru döner.

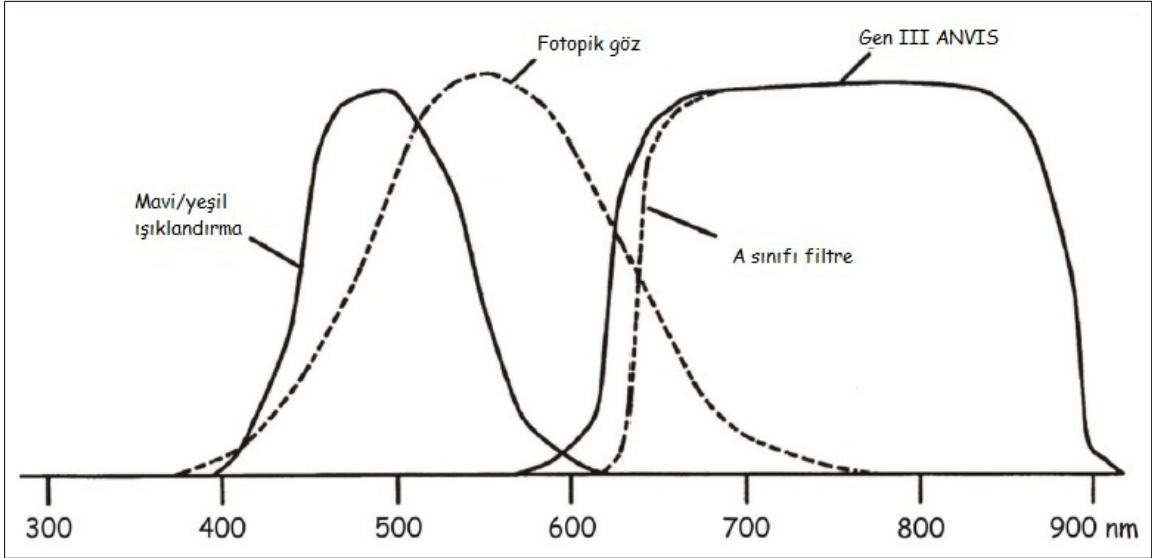
12.12.2 Şekil 12-19'da geleneksel akkor ışıklandırma bulunan bir eşikteki ışıklandırma tesisatının resmi gösterilmiştir. Bu resim, farklı teknolojiler bir arada kullanıldığında meydana gelebilecek algısal problemleri göstermektedir.



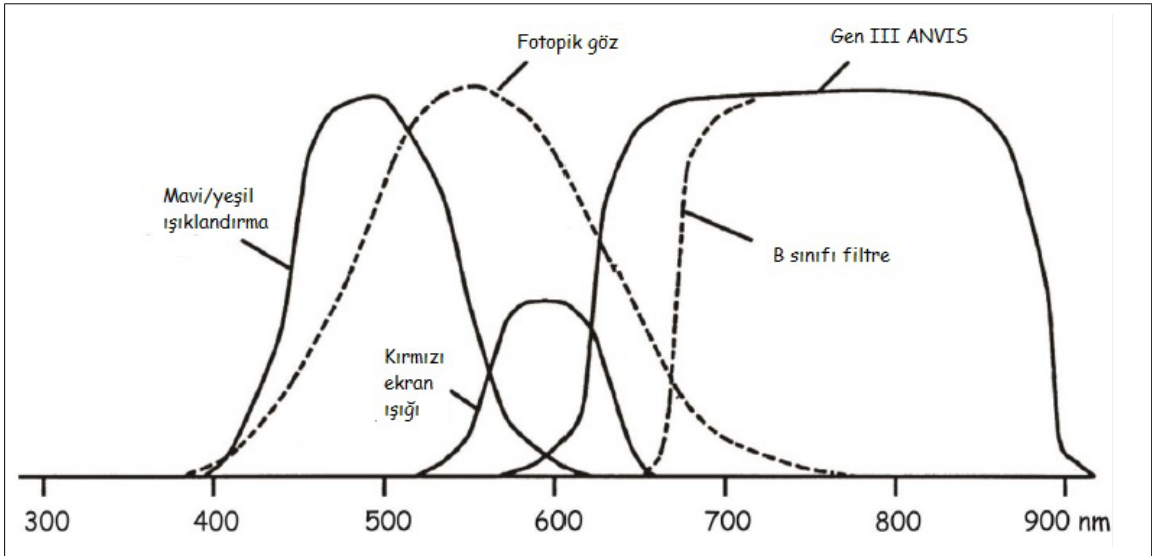
Şekil 12-13. Tipik NVG görüntü yoğunlaştırma tüpü ve optiği (kaynak: AGDisplays)



Şekil 12-14. GEN III ANVIS/NVG gece görüş gözlüklerinin gece gökyüzündeki ışığa karşısındaki tepkisi (kaynak: Gamma Scientific)



Şekil 12-15. A sınıfı filtre kokpitte mavi/yeşil ışıklandırmaya imkan sağlar (kaynak: Dennis L. Schmickley, Boeing Helicopter Co.)



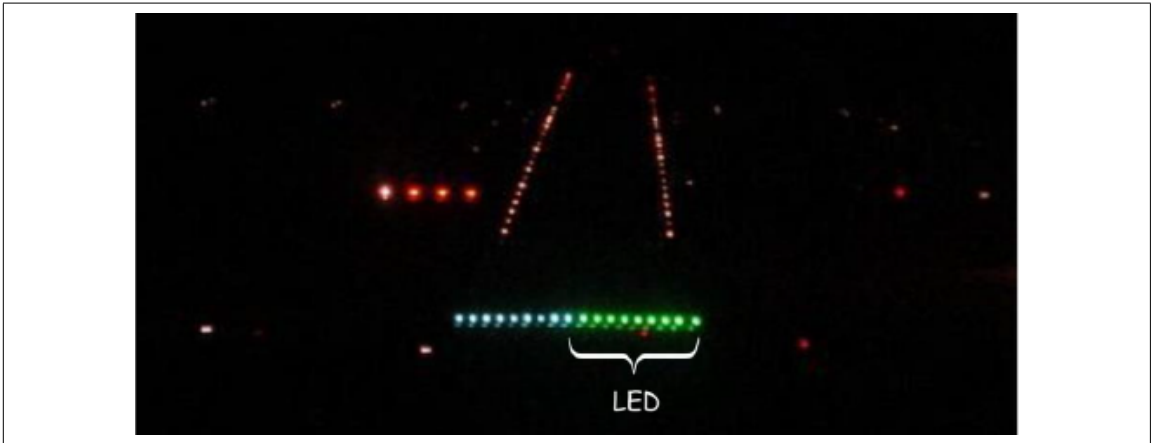
Şekil 12-16. B sınıfı filtre kokpitte mavi, yeşil, sarı ve kırmızı ışıklandırmaya imkan sağlar (kaynak: Dennis L. Schmickley, Boeing Helicopter Co.)



Şekil 12-17. NVG'lerden görülen şekliyle mania ılığı (daire içine alınmıştır) (kaynak: Kanada Ulusal Araştırma Konseyi)



Şekil 12-18. Hat ışıklandırmasının helikopter pistine uygulanması (kaynak: BK Sivil Havacılık Otoritesi)



Şekil 12-19. LED ve akkor eşik ışıklandırması

12.12.3 Aşağıda ışıklandırma kolaylıklarının LED ve akkor teknolojilerinin karıştırılması bakımından listesi yer almaktadır:

- a) Yükseltilmiş pist koruma ışıkları (RGL). Münferit tesisatlarda, taksi yolunun her iki yanındaki her bir yükseltilmiş RGL çifti aynı teknoloji olmalıdır.
- b) Kaplama içi pist koruma ışıkları (RGL). Münferit tesisatlarda, kaplama içi RGL sisteminin tüm ışıkları aynı teknoloji olmalıdır.
- c) Durdurma çubukları. Münferit tesisatlarda, kaplama içi durdurma çubuğu sisteminin tüm ışıkları aynı teknoloji olmalıdır.

Not.: Yükseltilmiş durdurma çubuğu ışıklarının kullanıldığı yerlerde, bu ışıklar taksi yolunun her iki tarafında aynı teknoloji olmalıdır. Ancak, kaplama içi durdurma çubuğu ışıklarından farklı bir teknoloji olabilirler.

- d) Konma bölgesi ışıkları. Münferit tesisatlarda, konma bölgesi ışıklandırma sisteminin tüm ışıkları aynı teknoloji olmalıdır.
- e) Pist merkez hattı ışıkları. Münferit tesisatlarda, merkez hattı ışıklandırma sisteminin tüm ışıkları aynı teknoloji olmalıdır.
- f) Pist durumu ışıkları (RWSL). Münferit tesisatlarda, tüm THL (kalkış bekleme ışıkları), REL (pist giriş ışıkları) ışıkları aynı teknoloji olmalıdır.

Not: RWSL, aynı pist üzerindeki pist merkez hattı veya konma bölgesi ışıklandırmasından farklı olabilir.

- g) Pist kenar ışıkları. Münferit tesisatların her birinde, pist ihtiyat bölgesinin sonundaki sarı kısım da dahil, pist kenar ışıklandırması sisteminin tüm ışıkları aynı teknoloji olmalıdır.
- h) Pist eşiği, sonu ve durma sahası ışıklandırması. Münferit tesisatlarda, pist eşiği, pist sonu ve durma sahası ışıklandırmalarının tüm ışıkları aynı teknoloji olmalıdır.

Not.: Pist kenar, pist eşiği, pist sonu ve durma sahası ışıklandırmalarının her biri, bağlı olduğu pistin merkez hattı ve konma bölgesi ışıklandırmasından farklı teknoloji olabilir.

- i) İşaretler Her lokasyonda, bir dizi levhada oluşan işaret elemanları aynı teknoloji olmalıdır.
- j) Pist bekleme pozisyonu levhaları Her pist bekleme pozisyonu konumunda, taksi yolunun her iki yanındaki levhalar aynı teknoloji olmalıdır.
- k) Ara bekleme pozisyonu levhaları. Her ara bekleme pozisyonunda, taksi yolunun her iki yanındaki levhalar farklı teknoloji olabilir.
- l) Hızlı çıkış taksi yolu gösterge ışıkları (RETIL). Her bir tesisatta, RETIL ışıkları aynı teknoloji olmalıdır.

m) Hassas yaklaşma yolu göstergesi (PAPI). Her bir pist sonunda, PAPI ışık üniteleri aynı olmalıdır. Bu, pistin her iki yanına kurulan PAPI'ler için de geçerlidir.

n) Yaklaşma ışıklandırma sistemleri. Her bir pist sonunda, yaklaşma ışıklandırma sisteminin sabit yanan beyaz ışıkları aynı teknoloji olmalıdır.

Not 1.: Yaklaşma ışıklandırma sisteminde tüm RAIL ışıkları aynı teknoloji olmalıdır ancak sabit yanan beyaz ışıklardan farklı teknoloji olabilir.

Not 2.: Kategori II/III kırmızı ek ışıklandırma sisteminin tüm ışıkları aynı teknoloji olmalıdır ancak sabit yanan beyaz ışıklardan farklı teknoloji olabilir.

Not 3.: Yaklaşma ışıklandırma sisteminin yeşil eşik ve kanat bar ışıklandırmasındaki tüm ışıklar aynı teknoloji olmalıdır ancak sabit yanan beyaz yaklaşma ışıklarından farklı teknoloji olabilir.

o) Taksi yolu ışıklandırması. Her bir "segmentteki" taksi yolu ışıklandırması aynı teknoloji olmalıdır.

Not 1: "Segment" bir taksi yolunun, diğer taksi yolları ve pistlerle kesişen noktalarla ve kurp başlarının/sonlarının teğet noktalarıyla sınırlı olan bölümü olarak tanımlanmaktadır.

Not 2: Bir piste hizmet veren ve çok sayıda taksi yoluyla kesişen uzun taksi yollarında bütün segmentlerin aynı teknoloji olması tercih edilebilir.

Not 3: Bir segmentteki taksi yolu merkez hattı ve kenar ışıklandırması farklı teknolojilerden olabilir.

12.13 ISITICILAR

LED ışık ünitesinin avantajı, güç tüketiminin çok düşük olmasıdır. Ancak bu aynı zamanda armatürü fotometrik dağılımı ve rengi etkileyebilecek kar, buz tabakası ve basit yağış gibi durumlardan korumak için ihtiyaç duyulabilecek olan çalışma sıcaklığının daha düşük olması anlamına gelmektedir. Üreticiler, LED ışık üniteleri için "arktik kit" olarak da adlandırılan bir ısıtıcı verebilmektedir. Isıtıcıya gerek olup olmadığı, tesisin konumuna ve maruz kalacağı hava şartlarına bağlıdır. Bazı durumlarda, biriken kar eriyip armatürün camlarına yapışmadığı için düşük çalışma sıcaklığı avantaj olabilmektedir. LED PAPI'de yağış/buzlanma görülmemesi için tesisin bulunduğu yerden bağımsız olarak bir tür cam ısıtıcıya gerek duyulması muhtemeldir.

12.14 BAKIM

12.14.1 LED'ler belirli şartlar altında binlerce saat dayanabilirken, LED'in ömrü, daha da önemlisi elektronik de dahil bütün aydınlatma armatürünün ömrü yine de sistem entegrasyonuna ve armatürün kullanıldığı fiili koşullara bağlıdır. Armatürünün beklenen kullanım ömrünü etkileyebilecek olan uygulama koşulları arasında en başta çalışma sıcaklığı, açma-kapa döngüsü düzenleri ve nem gelmektedir. LED'lerde kırılan veya aşınan filamanlar olmadığından, normal şartlarda çalıştırıldıklarında genellikle uzun süre dayanırlar. Ancak, zamanla ışıksal geriverimleri azalmakta ve

ışıklarının renginde kaymalar olmakta; aşınma hızı yüksek çalışma sıcaklıklarında artmaktadır. Bu durum uygulama açısından, LED kaynağının ışıksal geriverim kaybı veya renk kayması nedeniyle zaman içerisinde belirli bir uygulama veya amaç için belirtilen spesifikasyonların dışına çıkarak, teknik olarak halen çalışır durumda olmasına rağmen artık kullanıma elverişli kabul edilmemesi anlamına gelmektedir.

12.14.2 Bu nedenle, LED'in akkor lambaya kıyasla uzun ömürlü olması "takıp unutmak" için bir gerekçe olarak görülmemelidir. LED ışık da eninde sonunda bozulduğundan önleyici bakım sistemi uygulanmaya devam edilmelidir. Ayrıca, kaplama için armatürlerin camlarının kirlenmesi gibi performansı azaltabilecek başka faktörler de vardır.

² Katı Hal Aydınlatma Sistemleri ve Teknolojileri Birliği (ASSIST). 2005 ASSIST tavsiyesi: Genel Işıklandırmada LED Ömrü. Cilt 1 Konu 1-7. Troy, NY: Lighting Research Center.





BÖLÜM
13

YERALTI ELEKTRİK SİSTEMLERİ

13. BÖLÜM

YERALTI ELEKTRİK SİSTEMLERİ

Not 1: Birçok Devlette toprak ve olumsuz hava şartlarıyla mücadele etmek için yeraltı elektrik sistemleri ile ilgili uygulamalar geliştirilmektedir. Devletler ayrıca yerel uygulamalarla bağlantılı olarak ayrıntılı elektrik tesisatı standartları getirmişlerdir. Paralel tip (sabit akım) devre şeması tesisatlarında genel olarak aşağıdaki yerel elektrik kuralları uygulanmaktadır.

Not 2: Bu bölümde, mevcut uygulamalara dayalı açıklamalarla, seri tip (sabit akım) devre şeması tesisatına ilişkin kılavuz bilgiler vermek amaçlanmaktadır. Özellikle, ebatlar, malzeme çeşitleri ve etiketleme gibi ayrıntılı kriterler doğrudan bir gereklilik olarak değil de tipik uygulama olarak değerlendirilmelidir.

13.1 GENEL

13.1.1 AGL yer altı devre şemasının kurulumu genellikle Şekil 13-1'de gösterilen şekilde yapılır. Gerekirse birincil kabloya paratonerler takılmakta ve kablo, dış korumalı veya korumasız olabilir. Personel emniyeti için donanım topraklama sistemi bulunur (bkz. 13.1.8 ila 13.1.13). Elektrik denge iletkeni (gösterilmemiştir; bkz. 13.1.14 ila 13.1.19) aracılığıyla yıldırımdan korunma sistemleri (LPS) genel olarak, yıldırımdan korunacak olan kanal ve kabloların üzerine kurulur. LPS olan durumlarda, LPS aynı zamanda personel emniyeti işlevini de yerine getirdiğinden, donanımın topraklanmasına gerek yoktur. Yerel uygulamaya göre, deponun yakınlarında sistemin uçlarına ve birincil devrede uygun aralıklarla ya da seçilen ışık istasyonlarında paratoner takılabilir. Paratonerler, her bir topraklama elektroduna veya mevcut topraklama teline ya da LPS elektrik dengesine bağlanır.

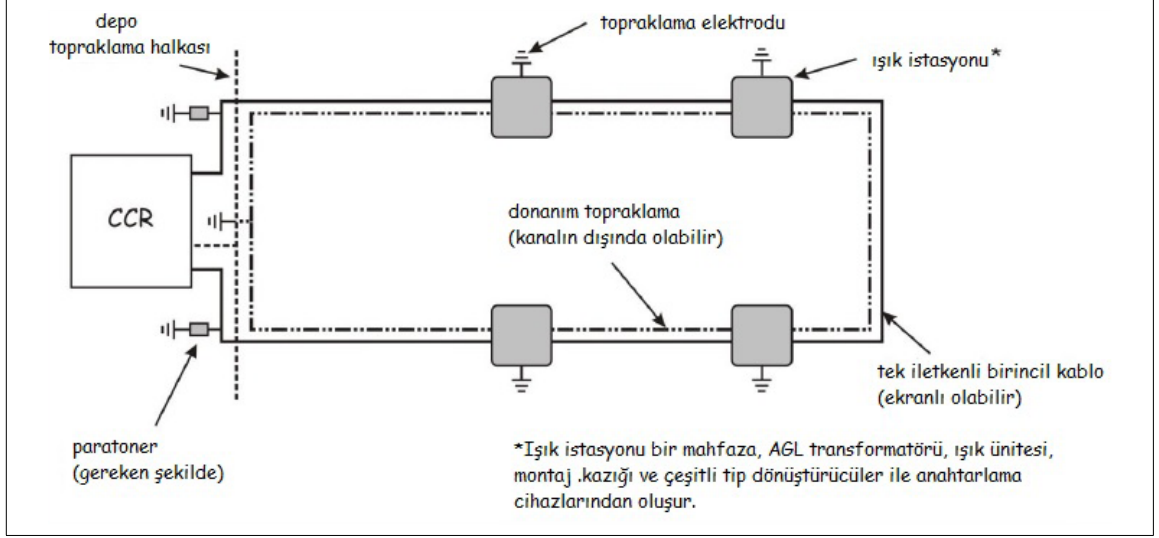
13.1.2 Şekil 13-2'de görüldüğü gibi, ikincil tarafta ışık istasyonu donanımının kurulumu yerel uygulamaya göre değişmektedir. (c), (d) ve (e) şemalarında, topraklama sisteminin AGL transformatörünün ikincil tarafında bağlantısı gösterilmektedir. (a) ve (c) şemalarında, ışık ünitesinin ve optik düzeneğinin transformatör mahfazası üzerinde takıldığı yer gösterilmektedir. (b) ve (d) şemalarında, yanında doğrudan gömülen AGL transformatörüyle birlikte, ışık ünitesinin, ankraj kazığı olarak da anılan montaj kazığına takılması gösterilmektedir. (e) şemasında, montaj kazığının üzerindeki ışık ünitesi ile muhtemelen metal olmayan ayrı bir mahfaza içinde kurulu olan AGL transformatörü görülmektedir. Bu durumda, donanım topraklaması, transformatör mahfazasının metalik üst plakasında bulunan topraklama bağlantı teliyle tamamlanır. (f) şemasında, topraklama bağlantı telinin PAPI veya hava tarafındaki yönlendirme levhaları gibi ışık ünitelerine takılması gösterilmektedir.

Ekranlı kablo

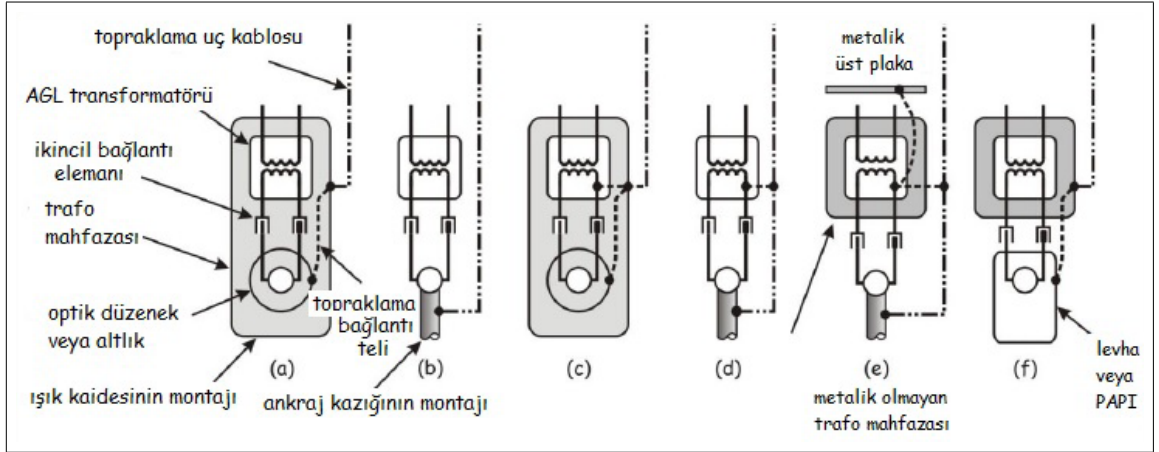
13.1.3 Elektromanyetik uyumluluk (EMC) amacıyla sabit akım seri devrelerde ekranlı kablo kullanılıyorsa, kablo ekranı çevrim boyunca kesintisiz olmalı ve Şekil 13-3'te gösterilen şekilde, birincil seri devrenin uçlarından depo topraklama halkasına topraklanmalıdır. Kablo ekranları ayrıca

yalıtımın yüksek gerilim stresine bağlı olarak azalmasına karşı koruma sağlar ve kablo ekranının mümkün olan her noktada topraklanması tavsiye edilir. Gelen ve giden kablolar gösterilen şekilde bağlanarak, kablo ekranının ışık istasyonu boyunca kesintisiz olması sağlanmalıdır.

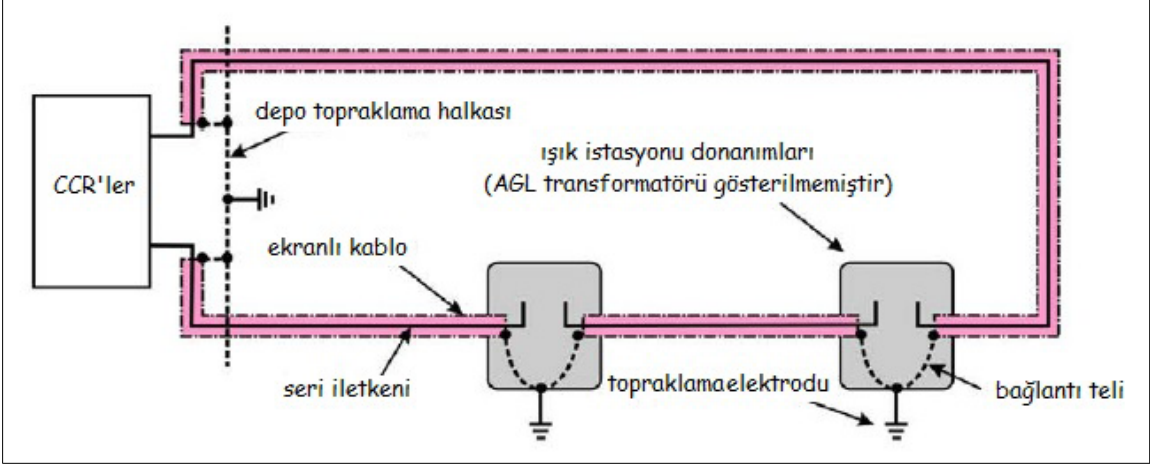
13.1.4 Yer altı elektrik sistemlerinin kurulumu, birincil kablo, AGL transformatörü, ikincil teller, montaj araçları ve donanım topraklama veya yıldırımdan korunma sistemi (LPS) olmak üzere beş temel bileşen sağlar.



Şekil 13-1. Tipik sabit akım seri devre



Şekil 13-2. Işık istasyonu donanımlarının kurulumu



Şekil 13-3. Ekranlı kabloların süreklilik arz edecek şekilde bağlanması

Birincil kablo

13.1.5 CRR'den ışık istasyonlarına ve ışık istasyonları arasında birincil kablonun döşenmesi, doğrudan gömme yöntemiyle veya elektrik borusu içine konularak yapılabilir. Toprak hareketlerine karşı koruma sağladığından ve kablonun ileride değiştirilmesi daha kolay olduğundan elektrik borusu içine döşeme tercih edilmektedir. Elektrik borusunun kesiti yeterli ise, ileride döşenebilecek ilave kablolar için de kullanılabilir. Serpiştirilmiş devrelerin kablolarının ayrı kanallar içine döşenmesi makbuldür.

İkincil teller

13.1.6 AGL transformatöründen ışık armatürüne giden ikincil teller ile ilgili olarak, ışık ünitesi mahfazadan uzaktan bulunuyorsa, bu ikincil tellerin temsil ettiği yüklemeye hesaba katılmalıdır (8. bölüme bakınız). Kaplama işi ışıklandırma düztaban tipiye, ikincil teller doğrudan testere kesiklerine veya elektrik devrelerinin içine döşenebilir. Daha sonra bakımı daha kolay olduğundan elektrik borusu tercih sebebidir.

Işık ünitesinin montajı

13.1.7 Işık ünitesinin montajı, montaj kazığıyla veya bir mahfaza üzerine yapılır. Mahfazalar AGFL transformatörü için bakım kolaylığı sağladığından genel eğilim, doğrudan gömmek yerine mahfaza kullanılması yönündedir. Mahfaza kaplamalı alanlarda kullanım amacıyla metal olabilir veya kaplamasız alanlar için metal olmayan bir mahfaza kullanılabilir (plastik veya beton). Işık armatürü, yakınında bulunan bir mahfaza içinde transformatörle birlikte, ankraj kazığı üzerine, doğrudan mahfazanın üzerine veya ayrıca düztabanlı bir yuvanın üzerine kurulabilir. Mahfaza üzerinde yükseltilmiş bir ışık kurulacaksa, mahfazanın hareket etmesini önlemek için beton bir yatak içine kapatılması gerekir. Küçük havaalanlarında ve orta yoğunluklu ışıklandırma sistemlerinde, mahfazanın biraz oynaması tolere edilebilir. Bazı havalimanlarında, transformatör mahfazası, yaklaşma ışığı kulelerinin al kısmına bağlı olan kilitli bir dolap şeklinde takılmaktadır. Yaklaşma ışıklandırma sisteminin bataklık gibi yüksek bir su tablası bulunan alanlar boyunda uzandığı yerlerde, bu kurulum şekli, mahfazanın içine su girme problemini ortadan kaldırmaktadır. Örneğin konma

bölgesi ışıklandırmasına olduğu gibi bazı durumlarda AGL transformatörlerinin yan yana yerleştirilmesi makbuldür. Bu durumda, trafolar tek bir mahfaza içine birlikte kurulur ve mahfaza duvarına takılan bir raf üzerine dizilir. Şekil 13-21’de birden çok AGL transformatörünün kurulumu gösterilmektedir.

Donanım topraklama sistemi

13.1.8 Donanım topraklama sisteminin amacı, topraklama kısa devre arızası durumunda personelin emniyetini sağlamaktır. Paralel (gerilim) devrelerinin aksine, sabit akım regülatörünün koruyucu cihazları kısa devre arızalarına ışıklandırma sistemini devre dışı bırakarak tepki vermez. Seri devrede topraklama yoktur ve tek bir topraklama arızasında normal çalışmaya devam eder. İkinci bir topraklama arızası meydana geldiğinde, direnç değerine ve arızaların yerine bağlı olarak, ışıklandırmanın herhangi bir segment gider veya kararır; ancak regülatör çıkış akımı vermeye devam eder.

13.1.9 Donanım topraklaması için kabul edilen yöntem, topraklama telinin ışık kaideleri ve armatür montaj kazıkları da dahil olmak üzere bütün metal donanımlara bağlanarak, bu elemanlar aynı toprak potansiyelinde tutulacak şekilde tekrar elektrik deposundaki topraklama halkasına geri döndüğü “eşpotansiyel yöntemidir”.

13.1.10 Donanım topraklaması, yalıtımlı veya çıplak bir iletken vasıtasıyla ve ışık ünitesinden veya ışık kaidesinden (veya düztabanlı tesisatlar kullanılıyorsa transformatör mahfazası aracılığıyla) elektrik deposundaki sistem topraklamasına kesintisiz olarak sağlanır. Donanım topraklama teli normalde yalıtılmış tel olarak kanal sistemi içine döşenir ancak kanal dışında çıplak tel olarak doğrudan da gömülebilir. Sistem, her ışık istasyonunda veya 150 m ila 300 m aralıklarla topraklama elektroduna bağlanmalıdır.

13.1.11 Donanım topraklama teli, normalde 10 mm² (#8 AWG) ila 25 mm² (#4 AWG) ölçülerinde som bakırdır. Galvanize çelik gibi diğer malzemeler de kullanılmaktadır. Tel malzemesinin toprakta korozyona karşı uygunluğu titizlikle kontrol edilmelidir.

13.1.12 Donanım topraklama sisteminin tamamında toprak direnci ulusal kurallarda belirtilen değer üzerinde olmamalıdır (genellikle azami toprak direnci değerleri 6 ila 25 ohm arasında değişmektedir).

13.1.13 Elektrik denge teli şeklinde bir yıldırımdan korunma sisteminin (LPS) kullanıldığı yerlerde, LPS donanım topraklaması için de kullanılarak, ayrı bir donanım topraklama sistemine gerek kalmayabilir.

Yıldırımdan korunma sistemi

13.1.14 Yıldırımdan korunma sisteminin (LPS) veya elektrik denge sistemin amacı, yıldırımdan boşalan enerjinin toprağa girerek, donanımın zarar görmesine veya personelin yaralanmasına yol açmadan emniyetli bir şekilde dağılacığı düşük dirençli, tercih edilen bir yol sağlamaktır.

13.1.15 Eş potansiyel yöntemi kullanılarak, elektrik denge iletkeni bütün metal elemanları aynı potansiyelde tutmak için tüm ışık kaidelerine, armatür montaj kazıklarına ve depo topraklama halkalarına bağlanır.

13.1.16 Elektrik denge iletkeni genellikle doğrudan korunan kanalın veya kablonun üzerine çekilir.

13.1.17 Elektrik denge iletkeni normal şartlarda topraklama elektrodlarına 150 m ila 300 m aralıklarla bağlanır. Pist ve taksi yolu kavşakları veya apron sahalarında, elektrik denge teli elektrik borularının üzerine çekilerek, geçişin her iki tarafındaki topraklama elektrodlarına bağlanır. Tesisin geçmiş şimşek yoğunluğuna bağlı risk göz önüne alınarak, elektrik denge iletkeni yalıtımlı olabilir veya kaplama geçişlerinde kanal içine alınabilir.

13.1.18 Düztabanlar içindeki kaplama içi ışık armatürlerinde, AGL transformatörünün kaplamanın yanında olduğu durumlarda, tesis elektrik denge sistemini ikincil uç kablolar üzerinden devam ettirmemeyi tercih edebilir. Bu durumda, elektrik denge sisteminden ışık kaidesine çekilen uzatma donanım topraklaması olup, elektrik borusu veya testere kesiği içinden yalıtılmış tel çekilerek döşenir ve tabanın iç topraklama uzantısına bağlanır (bkz. Şekil 13-22).

13.1.19 Elektrik denge teli, normalde 10 mm² (#8 AWG) ila 25 mm² (#4 AWG) ölçülerinde som bakırdır.

Topraklama bağlantı teli

13.1.20 Tesiste, LPS sistemi mi yoksa donanım topraklama sistemi mi kurulu olduğuna bakılmaksızın, mahfazanın iç topraklama uzantısından optik düzeneğine (kaplama içi ışıklar) veya üst plakaya (yükseltilmiş ışıklar) kadar yeterli uzunlukta, esnek bir topraklama bağlantı teli sağlanır. Bağlantı teli, olası bir arıza durumunda veya optik düzeneğin ya da üst plakanın tabandan ayrılması durumunda personel emniyeti için donanım topraklamasını uzatır. Bu topraklama bağlantı teli içeride olduğundan ve görünemediğinden, gerçekte bağlı olduğu garanti edilemez ve elektrikçinin her zaman yalıtımlı eldivenlerle çalışması gerekir (Şekil 13-20 ve Şekil 13-22'de topraklama bağlantı telleri gösterilmektedir.).

İkincil toprakla

13.1.21 Bazı yerel uygulamalara göre, topraklama sistemden, AGL transformatörünün ikincil sargısının bir ucuna bağlantı yapılmaktadır. Bu topraklama, birincil ve ikincil kısa devre meydana geldiğinde elektrikçinin maruz kalabileceği gerilimi azaltır. Şekil 13-2'de ikincil topraklama örnekleri gösterilmiştir.

Toprak direnci

13.1.22 LPS için çoğunlukla kabul edilen 25 ohm'luk toprak direnç değerinin, tüm tesisatlar için uygun olduğu düşünülmemelidir. Yıldırım risk değerlendirmesi sonucunun yüksek olduğu yerlerde yıldırımdan etkin koruma sağlamak için toprak direnci değerlerinin azaltılması gerekebilir. Donanım topraklamasında, toprak direnci değeri yerel elektrik kurallarına göre tanımlanabilir (örneğin 6 ohm).

Göz önünde bulundurulacak başlıca hususlar

13.1.23 Elektrik kablolarının yer altına döşenmesi pahalı bir işlemdir ve asgari bakımla uzun ve etkili hizmeti güvence altına alacak önlemler kullanılmalıdır. Bütün çalışmalar, bu tip işlerle düzenli olarak uğraşan deneyimli personel tarafından yapılmalıdır. Yeraltı kabloların çoğu havaalanının manevra sahasından veya bu alanın çok yakınından geçecektir. Dolayısıyla, faal havaalanlarında bu tesisatın hava araçları veya tesisat işlemini yapan kişiler açısından herhangi bir tehlike arz etmemesini sağlamak için çok büyük özen gösterilmelidir.

Yapım çalışmaları öncesi düzenlemeler

13.1.24 Malzemelerden, işçilerden, gündüze ve gece çalışma saatlerinden, tesisat yöntemi ve usulünden ve yapılacak olan her nevi geçici veya kalıcı onarım işleminden sorumlu mühendisin ön onayı alınır. Hava trafik kontrol, gerekli görülmesi halinde, çalışmanın koordinasyonu için gerekli düzenlemeler yapılır. Kabloların güzergahı titizlikle belirlenerek işaretlenir. Yakıt depoları, su hatları, gömme kumanda ve güç kabloları vb. mevcut yeraltı tesisatlarının korunması için tüm makul tedbirler alınır. Genel olarak bölge yakınlarında herhangi bir çalışmaya başlanmadan önce, çalışan herhangi bir kolaylığa giren/çıkan tüm güç ve kumanda kabloları ile bilinen tüm yardımcı tesisler işaretlenmelidir. Daha sonra ve tüm yapım çalışması süresince, diğer yeraltı kolaylıkları olası hasardan korunmalıdır. Tesisat sırasında hasar gören tüm yeraltı kabloları, derhal aynı kalitede malzemeyle onarılmalıdır.

13.1.25 Bağlantılar yapılan kadar nem girmesini önlemek için kabloların uçları bantlanmalıdır.

13.1.26 Kanallarda, elektrik borularında veya ışık kaidesi ile transformatör mahfazaları arasındaki birincil kablolar ek yerlerine izin verilmemelidir.

Kablo döşeme yöntemleri

13.1.27 Yeraltı kablolar, doğrudan gömme ve kanal içine çekme (doğrudan gömme elektrik borusu veya kapalı kanal yani kanal bankları) olmak üzere iki yöntemle döşenmektedir. Bu yöntemlerin öğeleri, aşağıda ele alınmaktadır.

13.2 KABLORIN DOĞRUDAN GÖMÜLMESİ

13.2.1 elektrik kablolarının doğrudan gömülerek döşenmesinde başlıca adımlar:

- hendek açma;
- kum serme;
- kabloların yerleştirilmesi;
- kumla ilk dolgu;
- elektrik denge telinin yerleştirilmesi ve

f) normal toprakla ikinci dolgudur (ikinci dolgu ikaz bandının yerleştirilebilmesi için iki parça halinde olabilir).

Hendek açma

13.2.2 Temel gereklilikler. Aksi belirtilmediği sürece, aynı yerde bulunan ve aynı genel istikamette uzanan tüm kablolar aynı hendek içerisine döşenmelidir. Hendeğin duvarları mutlaka dikey olmalıdır böylece banket yüzeyindeki bozulma en düşük seviyede tutulacaktır. Hendeklerin alt yüzeyi mutlaka engebesiz olmalı ve kalın taneli agrega içermemelidir. Mümkünse hendek açma işlemi, kablolar aynı iş günü içerisinde döşenip hendek kapatılacak şekilde yapılmalıdır. Çimlerin sağlam olduğu ve çim tabakasının kaldırılabileceği yerlerde, çimler dikkatle sıyrılarak düzgün bir biçimde muhafaza edilmelidir.

13.2.3 Hendek kazma çalışmaları için geçici olarak sökülen kanal bankı veya elektrik borusu işaretleri tekrar gereken şekilde yerine konmalıdır. Önerilen tesisatlardan mevcut faal kablolarla kesiştiği durumlarda, kabloyu döşenen kişi, bu kabloların yeterli bir şekilde korunmasını sağlamalıdır. Kesişmelerin önüne geçilemeyen yerlerde, planlarda belirtilenler hariç olmak üzere, mevcut kablolar üzerinde herhangi bir ek yerine izin verilmeyecektir. Mevcut kabloların yeri elle tespit edilmelidir. Kazılarak çıkarılan kablolar kontrol edilerek, herhangi bir hasar görülmediğinden emin olunmalıdır.

13.2.4 Kablo derinliği. Doğrudan gömme kablolar, havaalanı arazisinde bitmiş zeminin en az 450 mm altında; havaalanı arazisi dışında bitmiş zeminin en az 750 mm altında; pist, taksi yolu, apron ve hizmet yollarının altında ise en az 1000 mm derinlikte olmalıdır. Havalimanı arazisi dışına çekilen kabloların yerel elektrik kurallarındaki gereklilikler gereğince daha derine döşenmesi gerekebilir. Örneğin, aksi belirtilmediği sürece, demir yolu hattı altından geçen yerlerde asgari kablo derinliği 1200 mm olmalıdır.

13.2.5 Hendek derinliği. Kabloların döşeneceği hendek, gerekli kablo derinliğine ek olarak Şekil 13-4'te gösterilen şekilde, en alt kablonun altında asgari 77 mm'lik bir yatak (örneğin kum) tabakası için yeterli olacak derinlikte olmalıdır.

Kabloların yerleştirilmesi

13.2.6 Mümkün olan durumlarda, kablo, bir ışık istasyonundan diğerine kadar ek yeri olmadan, tek parça halinde uzanmalıdır. Ek yeri gerekliliklerini asgari düzeye indirmek için elverişli olan en uzun besleme kablosu uzunlukları kullanılmalıdır. Kablonun kesilmesi gerekiyor ise, kesme işleminin ardından neme karşı korumak için kabloların uçları etkili bir biçimde kapatılmalıdır. Kablolar, yarıçapı, kauçuk ve plastik kaplı kabloların çapının sekiz katından veya metal zırhlı kabloların çapının on iki katından az olacak şekilde bükümlü olmamalıdır. Dolaşmış/bükülmüş olan kablolar döşenmemelidir. Kablo serilirken, makaranın başında gözlemlenmek için biri durmalı ve kablodaki her türlü aksaklığı bildirmelidir. Doğrudan toprağa gömülecek olan kabloyu makaradan çözme işlemi, kablonun döşeneceği yerde, açılan hendekte veya hendeğin yanında yapılmalı ve kablo hendeğin dibine dikkatle yerleştirilmelidir. Kablo(lar) bir hendeğin içine bir ucundan açılarak çekilmemelidir. Kabloların birbirinin üstünden geçmesi gerekiyorsa, en üst kablo bitmiş

borularının içine döşenmemelidir; ancak pist veya taksi yolu kavşaklarında mevcut bir kanal içine döşenebilir. Elektrik teli kanal içine döşendiğinde yalıtılmalıdır.

İkaz bandı

13.2.9 Hendeğin içinde yer altı elektrik ikaz (uyarı) bandı çekilmelidir; bu bandın konumu, doğrudan gömülen kablonun veya varsa elektrik denge telinin 150 mm üzerinde ya da doğrudan gömme kabloların ya da varsa elektrik denge telinin yüzeyi ile üst seviyesi arasındaki mesafenin yaklaşık olarak yarısında ve bitmiş zeminin en az 200 mm altında olmalıdır. Kullanılan bant, uzaktan fark edilebilmesi için metalize folyo damarlı, 100 ila 150 mm genişliğinde polietilen film bant olmalıdır. Bant renkli olmalı ve üzerinde kesintisiz olarak planlarda belirtilen şekilde açıklamalar bulunmalıdır.

Trafiğin yoğun olduğu bölgeler

13.2.10 Kablolar, kaplamalı alanların, kara yollarının, demiryolu hatlarının veya arkların altında doğrudan gömülmemelidir. Bu bölgelerde kablolar beton mahfazalı kanallar veya sert çelik elektrik borular içerisinde döşenmelidir.

Kayalık bölgeler

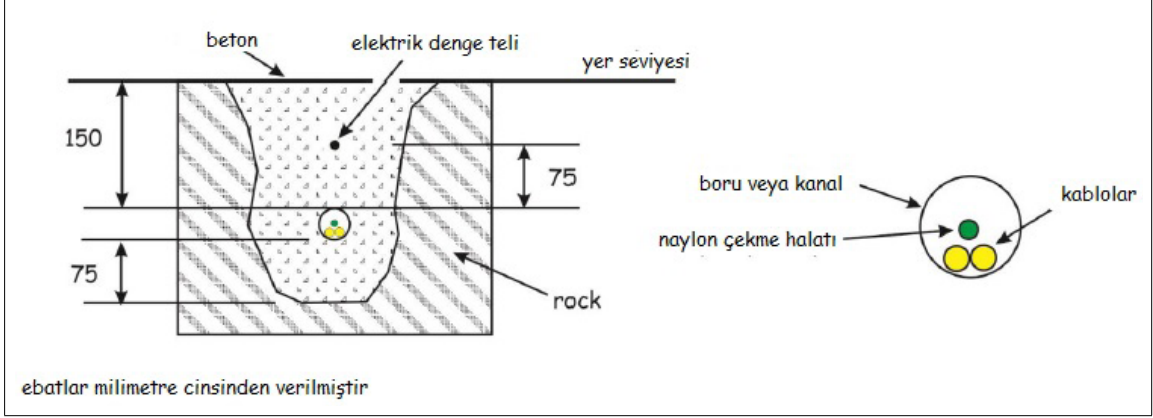
13.2.11 Sert kaya ile karşılaşılacak ve kaçınmanın mümkün olmadığı durumlarda, kaya kazılarak, kablolar boru veya kanal içerisinde yerleştirilmeli ve betonla dolgu yapılmalıdır. Şekil 13-6'da gösterildiği gibi, boru tesisatı yüzeyin en az 150 mm altında ve kazılan yerin dibinden en az 75 mm yüksekte olmalıdır. Elektrik denge teli kanalın üzerine takılmalıdır. Kanala naylon bir çekme halatı da eklenebilir. Üst tabaka iletken beton olmak üzere iki kat uygulama yapılması değerlendirilmelidir.

Hendek genişliği ve kablolar arası uzaklık mesafesi

13.2.12 Tek bir kablo için hendek genişliği en az 150 mm olmalıdır. Bir hendekte birden fazla kablonun bulunduğu durumlarda, hendek genişliği aşağıda belirtilen ayırım mesafeleri korunacak şekilde ayarlanır.

13.2.13 Kablolar arasında yatay ayırım:

- a) Farklı seri ışıklandırma devrelerine ait seri ışıklandırma kabloları arasında yanlamasına 75 mm mesafe bulunmalıdır. Aynı devreye ait seri ışıklandırma kabloları ayırma mesafesi bırakmadan yerleştirilebilir.
- b) 600 volttan düşük aynı veya farklı devrelerin güç kabloları, yatay ayırım mesafesi olmaksızın aynı hendekte birlikte serilebilir.



Şekil 13-7. Kablo/elektrik denge teli arasındaki yanıl ayırma mesafesi

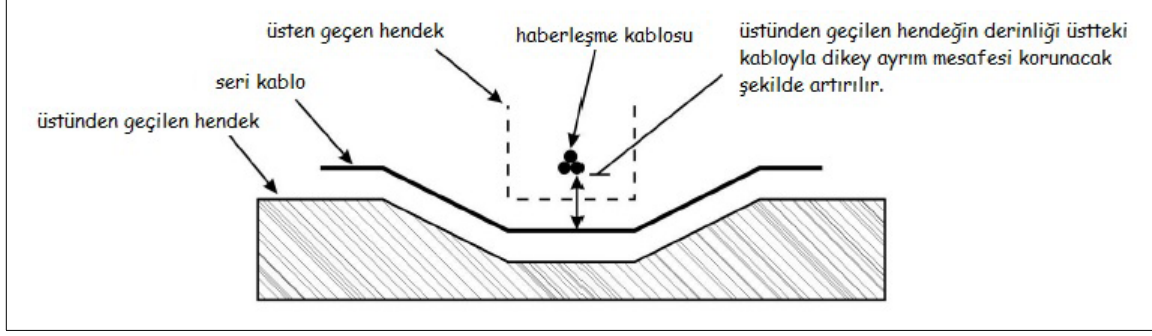
- c) Gerilim değeri 600 ila 5000 volt arası olan farklı devrelerin güç kabloları aralarında en az 100 mm olacak şekilde ayrılmalıdır.
- d) 5000 volt veya altı tüm güç kabloları, tüm kumanda kablolarından, telefon kablolarından veya koaksiyel tip kablolar ile arasında en az 150 mm olacak şekilde ayrılmalıdır.
- e) 5000 volt üzeri güç kabloları diğer tüm kablolardan en az 300 mm mesafeyle ayrılmalıdır.
- f) Kumanda kabloları, telefon kabloları ve koaksiyel kablolar hendeğin içine aralarında yatay ayırma mesafesi olmadan serilebilir.

13.2.13 Kablolar arasında dikey ayırma:

- a) Sıkışma kablolarına hasar verebileceğinden kabloların hiçbiri başka bir kabloyla doğrudan üst üste gelmemelidir.
- b) Kablolar arasındaki dikey ayırma mesafeleri yatay ayırma için verilenlere benzer olmalıdır ancak yatay ayırma mesafesi gerektirmeyen kablolar arasında dikey olarak en az 60 mm ayırma mesafesi bırakılmalıdır.
- c) Topraklama telleri ve elektrik dengeleri en üst seviyedeki kabloların yaklaşık 150 mm üzerinde olmalıdır.

Üst üste geçişler

13.2.15 Dikey ayırma mesafeleri yukarıda belirtilmiş olmakla birlikte, bir hendek içerisinde doğrudan gömülen kabloların üst üste geçmesi önerilmemektedir. Kabloların bu şekilde kat kat gömülmesi, ileride atlıardaki kabloların onarılmasını güçleştirir. Çoğunlukla dikey ayırma mesafeleri, kabloların farklı bir açıdan birbirlerini üstünden geçtiği durumlar içindir. Bu tür üstten geçmelerin mümkün olduğunca 90 derece yakın olması tercih edilir. Dikey ayırma mesafesi sağlamak için hendek derinliği Şekil 13-8'de gösterilen şekilde artırılır.



Şekil 13-8. Birbiri üstünden geçen kablolar

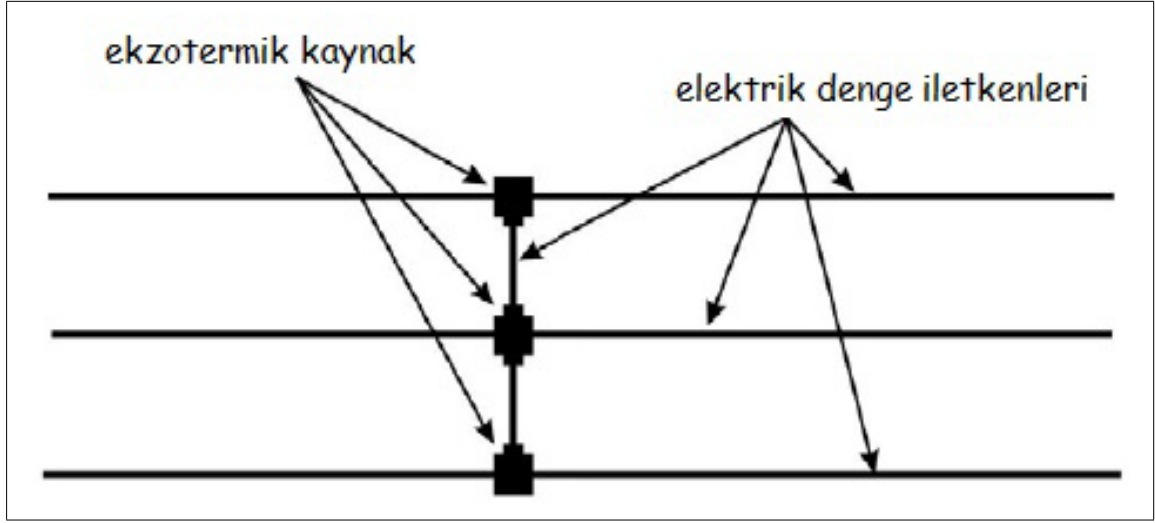
Elektrik denge teli ara bağlantıları

13.2.16 Kabloların ve elektrik borularının kesiştiği yerlerde elektrik denge iletkenleri arasında ara bağlantı yapılmalıdır. Kabloların, elektrik borularının veya kanallarının üzerine birçok elektrik denge teli döşenen yerlerde, aralarında en fazla 150 m arayla ara bağlantı yapılmalıdır. Şekil 13-9'da elektrik denge telleri arasında bir ara bağlantı yöntemi gösterilmektedir.

13.2.17 Elektrik telleri arasında ve topraklama elektrodlarına yapılan ara bağlantılar için elektrik denge telleri bağlama işlemlerinde, ekzotermik kaynak kullanılmalıdır. Bu bağlantılar sadece bu tür işlerle düzenli olarak uğraşan deneyimli personel tarafından yapılmalıdır. Tesisatlarda üreticinin tavsiyelerine ve aşağıdaki koşullara uyulmalıdır:

- Kaynaklardaki tüm cüruflar giderilmelidir.
- Işık armatürünün altlıklarındaki kaynaklarda, altlıkların içinde ve dışında ekzotermik bağlama işlemlerinden zarar görmüş olan tüm galvanize kaplamalı yüzey alanları ve "ergimiş" alanlar sıvı soğuk galvanizleme maddesiyle kaplanarak eski haline getirilmelidir. Kaplanacak yüzeylerin hazırlanması ve kaplama maddesinin uygulanması üreticinin tavsiyelerine uygun şekilde yapılmalıdır.
- Kaynak bağlantılardaki tüm gömülü bakır ve kaynak malzemesi, yüzeyin aşındırıcı toprağa ve neme maruz kalmasını önlemek için katran bitümastik malzemeyle veya muadil yöntemlerle tamamen kaplanmalıdır.

13.2.18 Alternatif olarak, elektrik denge telinin ışık kaidelerine ve ankraj kazıklarına bağlantısı, bu iş için onaylanmış cıvatalı bağlantı noktaları kullanılarak da yapılabilir.



Şekil 13-9. Elektrik denge teli ara bağlantıları

Kablo gevşeklik payı

13.2.19 Çekilen kablunun her iki ucunda, bütün bağlantıların, ayırma transformatörlerinin, ışık ünitelerinin ve kablo bağlantılarının yer seviyesi üzerine çıkarıldığı tüm noktaların her iki yanında yaklaşık 1'er metrelik kablo gevşeklik payı bırakılmalıdır. Gevşeklik payı ilmeği, kablunun geçtiği asgari derinlikle aynı derinlikte döşenmelidir. Bu ilmeklerde, iç yarıçapı kablunun dış çapının on iki katından az olmayan bükümler bulunmalıdır. Kablunun yer üstüne çıktığı yerlerde, yer üstünde ilave gevşeklik yapı bırakılmalıdır. Tüm kablo ek yerlerinde, ek yerinde veya ek yerinin uçlarından 30 mm'lik mesafe içerisinde bükümsüz gevşeklik payı ilmekleri bulunmalıdır. İleride yapılacak testler veya yer seviyesi üzerindeki bağlantılar için gereken yerlerde, kablunun erişim yapısının üstünden dikey olarak en az 300 mm uzanabilmesini sağlayacak kadar gevşeklik payı bırakılmalıdır. Bu şart, ilerideki bağlantılar için veya belirlenen şekilde, boş altıklardan, buatlardan ve erişim yapılarından birincil kablo geçen yerler için de geçerlidir.

Son dolgu

13.2.20 Kablo döşendikten sonra, hendek aşağıdaki şekilde doldurulmalıdır:

- Dolgu işlemi sırasında hendeklerin içinde su birikintileri bulunmamalıdır.
- Kabloları ayıran dolgu, iyice bastırılarak yerine sıkıştırılmalıdır. Kablo ayırma mesafeleri korunmalı ve yatay, dikey veya bu ikisinin kombinasyonu olmalıdır.
- İlk dolgu tabakasının derinliği, sıkıştırılmamış halde ölçüldüğünde, 75 mm'den az olmalıdır ve çapı 8 mm'den büyük agrega partikülleri içermeyen toprak veya kum malzeme kullanılmalıdır. Bu tabaka, kablo ayırma mesafelerinin korunması için bastırarak sıkıştırma işlemi haricinde sıkıştırılmamalıdır. Elektrik denge telleri bu katmanın üzerine serilir.
- İkinci tabakanın derinliği, sıkıştırılmamış halde ölçüldüğünde, 120 mm'den az olmamalı-

dır ve çapı 25 mm'den büyük agrega partikülleri içermeyen malzeme kullanılmalıdır. İkaz bantları bu katmanın üstüne serilebilir.

- e) İkinci ve daha sonraki tabakalar, en azından yanındaki işlem görmemiş toprak kadar yoğun olacak şekilde iyice bastırılarak sıkıştırılmalıdır. Gerekirse, istenen sıkıştırma seviyesine ulaşmak için dolgu malzemesi gereken şekilde ıslatılmalı veya havalandırılmalıdır.
- f) Üçüncü ve daha sonraki dolgu tabakalarının derinliği 200 mm'yi geçmemelidir ve dolgu malzemesi hafriyat malzemesi veya ithal malzeme olabilecek olup, çapı 100 mm'den büyük taş veya agrega içermemelidir.
- g) Hendek dolgu malzemesiyle tamamen doldurulmalı ve bastırılarak yanındaki yüzeye aynı seviyede olacak şekilde sıkıştırılmalıdır; ancak hendeğin üzerine çim serilecekse, dolgu işlemi, yapılacak çimlendirme işleminin türüne uygun olarak gerekli derinlikte durdurulmalıdır. Dolgunun yerine oturması için yeterli pay bırakılmalıdır. Kazılan malzemenin fazlası kaldırılarak, planlara ve spesifikasyonlara uygun şekilde bertaraf edilmelidir.
- h) Restorasyon. Mevcut çim tabakasının kaldırıldığı yerlerde, çim tabakası dolgu işlemi tamamlanır tamamlanmaz tekrar yerleştirilmelidir. Hendek açma, toprak yığma, kablo serme, rampa yapımı ve diğer çalışmalarla değiştirilen alanların hepsi tekrar eski haline getirilmelidir. Bu restorasyon işlemi sırasında üst toprak işleri, gübreleme, kireçleme, ekim, çim kaplama, başsız çivi çakma veya malçlama gibi gerekli tüm işlemler yapılacaktır. Hendek açma işlemleri kaplamalı alanlarda yapılırsa, açılan yerler uygun dolgu malzemesiyle doldurulduktan sonra, orijinal kaplamaya benzer bir kaplama ile üzeri yeniden kaplanmalıdır. Üzeri yeniden kaplanan kesimler orijinal kaplamayla aynı seviyede olmalı, üzerinde herhangi bir çatlak olmamalı ve üzerindeki trafik yüklerini çökmeden veya çatlamadan çekebilecek kapasitede olmalıdır.

Elektromanyetik parazit

13.2.21 Havaalanı ışıklandırma devreleri, RVR ekipmanı, süzülme açısı, konumlandırıcı gibi havaalanının kritik seyrüsefer sistemlerinden bazılarının performansını olumsuz etkileyebilecek aşırı elektromanyetik parazit (EMI) oluşturabilmektedir. Bazı CCR'ler çalışma özellikleri gereği muhtemel EMI kaynağıdır. Aşağıdaki önlemler, havalimanı ortamındaki EMI'yi ve/veya EMI'nın olumsuz etkilerini azaltmaya yardımcı olabilir:

- a) Havaalanı ışıklandırma devreleri kumanda ve haberleşme kablolarıyla aynı boru, kablo kanalı veya kanal bankı içine döşenmemelidir.
- b) Havaalanı ışıklandırma sistemleri, kumanda ve/veya haberleşme kablolarıyla kesişecek şekilde döşenmemelidir.
- c) Bazı durumlarda, EMI emisyonlarını azaltmak için regülatör çıkışına harmonik filtreleri döşenebilir. Bu filtreler bazı regülatör üreticilerinden temin edilebilir.
- d) Yedek kumanda ve haberleşme kabloları topraklanmalıdır.

- e) Üreticiler, tasarımı yapanlar, mühendisler vs. mevcut seyrüsefer teçhizatı ve parazit olasılığı konusunda bilgilendirilmelidir.
- f) Proje sözleşmelerinde yeni donanım ile mevcut donanım arasında elektromanyetik uyumluluk şartı bulunmalıdır. Uygunluğu doğrulamak için operasyonel kabul testleri istenebilir.

Toprak sürme makinesiyle kablo çekme

13.2.22 Bazı koşullarda, toprak sürme makinesiyle kablo döşemek mümkün olabilir. Bu döşeme yöntemi sadece kumlu toprakların ağırlıklı olduğu ve kablo yalıtımında çentik veya kesik oluşuma yol açabilecek taş veya benzeri kalıntıların olmadığı yerlerde kullanılabilir. Bu teçhizat, kablolar havalimanı arazisinde bitmiş zeminin altına en az 450 mm derinlikte yerleştirilecek şekildedir. Makine ilerledikçe, kablo makaradan elle açılmalı, toprak eğimi etkisiyle açılmasına izin verilmemelidir. Bazı durumlarda, toprak sürme makinesiyle esnek kanal veya polietilen boru döşenmesi de mümkündür.

Ek yerleri

13.2.23 Planlarda gösterilen türde bağlantılar, bu tür işlerle düzenli olarak uğraşan deneyimli personel tarafından, aşağıdaki şekilde yapılmalıdır:

- a) Dökme malzemedeki ek yerleri. Bu ek yerlerinde, iletkenlerin bağlanması için sıkıştırılmalı bağlantı elemanları kullanılmalıdır. Kalıplar takıldıktan sonra malzemeler karıştırılarak üreticinin talimatlarına göre ve mühendisin uygun gördüğü şekilde dökülmelidir.
- b) Sahada bağlanan fişli ek yerleri. Bu tür ek kablolar üreticinin talimatlarına göre takılmalıdır. Ek kablo doğrudan soketli bağlantı elemanlarına takılmalıdır. Her halükarda, bağlantı elemanlarının birleşme yeri en az bir kat lastik veya sentetik lastik bantla ve bir kat plastik bantla, yarı yarıya üst üste gelecek şekilde sarılmalı, birleşme yerinin her iki tarafında en az 37 mm uzanmalıdır.
- c) Fabrika dökümlü fişli ek yerleri. Bu ek kablolar doğrudan soketli bağlantı elemanlarına takılmalıdır. Her halükarda, bağlantı elemanlarının birleşme yeri en az bir kat lastik veya sentetik lastik bantla ve bir kat plastik bantla, yarı yarıya üst üste gelecek şekilde sarılmalı, birleşme yerinin her iki tarafında en az 37 mm uzanmalıdır.
- d) Bantlı veya ısı büzüşmeli ek yerleri. Bantlı ek yeri uygulaması 14. bölümde anlatılmıştır.

13.3 (BETON MAHAZALI VEYA MAHAZASIZ) KANALLARIN / ELEKTRİK BORULARININ DÖŞENMESİ

Güzergah seçimi

13.3.1 Asgari maliyetle azami esneklik dengesini sağlamak ve ileride yapılabilecek binaların ve diğer yapıların temellerinden geçmemek için kanal hattı güzergahları seçilmelidir. Elektrik güç dağıtım hatlarıyla haberleşme hatlarının çekilmesinin gerekli olabileceği durumlarda, ayrı iniş

deliği bölmelerinde iki izole sistem sağlanmalıdır. Mümkünse, kanallar ayrı bir beton zarf içine döşenmelidir. Elektrik ve haberleşme kanalları, diğer yeraltı tesislerinden, özellikle de yüksek sıcaklıktaki su veya buhar borularından uzak tutulmalıdır.

Kanal malzemeleri

13.3.2 Kanallar için kabul edilebilir standart malzemeler arasında fiber, karo ve plastik gibi standart malzemeler yer almaktadır. Plastik kanallar ve borular, halojen içermemesi dolayısıyla da çevreye daha uygun olması sebebiyle polietilenden yapılmış olmalıdır. Sert çelik elektrik boruları da zemin altına döşenebilir ve gerekli durumlarda sahada veya fabrikada uygulanan kaplamalar sağlanmalıdır.

Kanalların kesiti

13.3.3 Bir kanal bankı içerisindeki elektrik borularının iç çapı 10 cm'den az olmamalıdır; ancak haberleşme hatları için çapı en az 7.5 cm olan kanallar kabul edilebilir seviyededir.

Beton mahfazasız kanal döşeme

13.3.4 Tek kanallı hatlar için açılan hendeklerin genişlikleri, 150 mm'den az, 300 mm'den fazla olmamalıdır; aynı seviyede döşenen iki veya daha fazla kanal için açılan hendeğin genişliği ise orantılı olarak daha fazla olmalıdır. Beton mahfazasız kanallar için açılan hendeklerin dipleri, kanala bütün uzunluğu boyunca eşit destek verecek seviyeye tam olarak uygun olacak şekilde yapılmalıdır. Hendeğin dibine kanal için altlık malzemesi olarak, en az 75 mm kalınlığında (sıkıştırılmamış halde ölçüldüğünde) ince toprak malzemedan oluşan bir tabaka yerleştirilmelidir. Altlık malzemesi, yumuşak toprak, kum veya diğer ince dolgulardan oluşmalı ve çapı 6mm'den büyük partiküller içermemelidir. Altlık malzemesi, iyice sağlam olana dek bastırılarak sıkıştırılmalıdır. Aynı beton mahfazasız hendeğin içine iki veya daha fazla kanal döşenmesi durumunda, kanallar arasında yatay istikamette en az 75 mm (dış cidardan dış cidara ölçüm), dikey istikamette ise en az 75 mm mesafe bırakılmalıdır. Sert çelik veya kalın cidarlı elektrik borusu doğrudan toprağa gömülebilir. Diğer tüm elektrik boruları mahfaza içinde gömülmelidir (bkz. Şekil 13-10).

Beton mahfaza içine kanal döşeme

13.3.5 Beton mahfaza içine döşenen tüm kanallar, en az 75 mm kalınlığında beton tabakası üzerine yerleştirilmelidir. İki veya daha fazla kanalın, beton mahfaza içine gömüleceği durumlarda, kanallar arasında en az 75 mm (dış cidardan dış cidara ölçüm) mesafe bırakılmalıdır. Kanal yerleştirme işlemi devam ederken, kanal bankının kenarlarına ve üzerine en az 75 mm kalınlığında beton yerleştirilmelidir. Kanalların genişleyen ağızları veya manşonları beton mahfaza ile aynı hizada veya iniş deliklerinin ya da el deliklerinin iç duvarlarına döşenmelidir. İç içe geçmeli ara parçalar, kanallar arasında eşit mesafe kalacak şekilde en fazla 1.5 metrelik aralıklarla kullanılmalıdır. Yan yana kanallar içerisindeki bağlantı parçaları aralarında en az 600 mm mesafe olacak şekilde düzenlenmeli ve beton dökme işleminden önce su geçirmez hale getirilmelidir. Kusurlu bir bağlantı parçası olan hiçbir kanal döşenmemelidir. Beton mahfazalı kanallar veya sert çelik elektrik boruları, karayollarının, demir yollarının, pistlerin, taksi yollarının, diğer kaplamalı alanların veya arkaların

altına döşeniyorsa, beton zarfın veya elektrik borusunun üst kısmı dengeli temel tabakasının alt kısmından en az 450 mm aşağıda olacak şekilde, diğer herhangi bir bölgede ise bitmiş zeminin en az 450 mm altında olacak şekilde döşenmelidir. Elektrik denge telleri gereken şekilde takılır.

Kanallar ve esnek borular

13.3.6 Kanal sistemi içine kablo döşenirken, kablolar Şekil 13-11'de gösterilen şekilde gruplandırılmalıdır. Esnek kanal (boru) Şekil 13-10'da gösterilen şekilde doğrudan hendek içine yerleştirilir.

Topraklama buşingleri

13.3.7 Sert çelik elektrik borusunun bir iniş deliğine veya el deliğine girdiği/çıktığı yerlerde, tüm devreler için bir topraklama buşingi bulunmalıdır.

Kanal banklarının düzeni

13.3.8 Isının en iyi şekilde dağılması için iki kanal genişliğinde veya yüksekliğinde düzenlemeler kullanılmalıdır. Buna paralel olarak, kanal bankları birkaç kanal yüksekliğinde veya genişliğinde olabilir. (Çok sayıda kanal söz konusu olduğunda bu mümkün olmayabilir). İki kanal genişliğindeki dikey düzen, kabloların iniş deliğinin duvarlarında daha kolay asılmasına imkan sağlar ancak iki boru yüksekliğindeki yatay düzen kadar ekonomik olmayabilir.

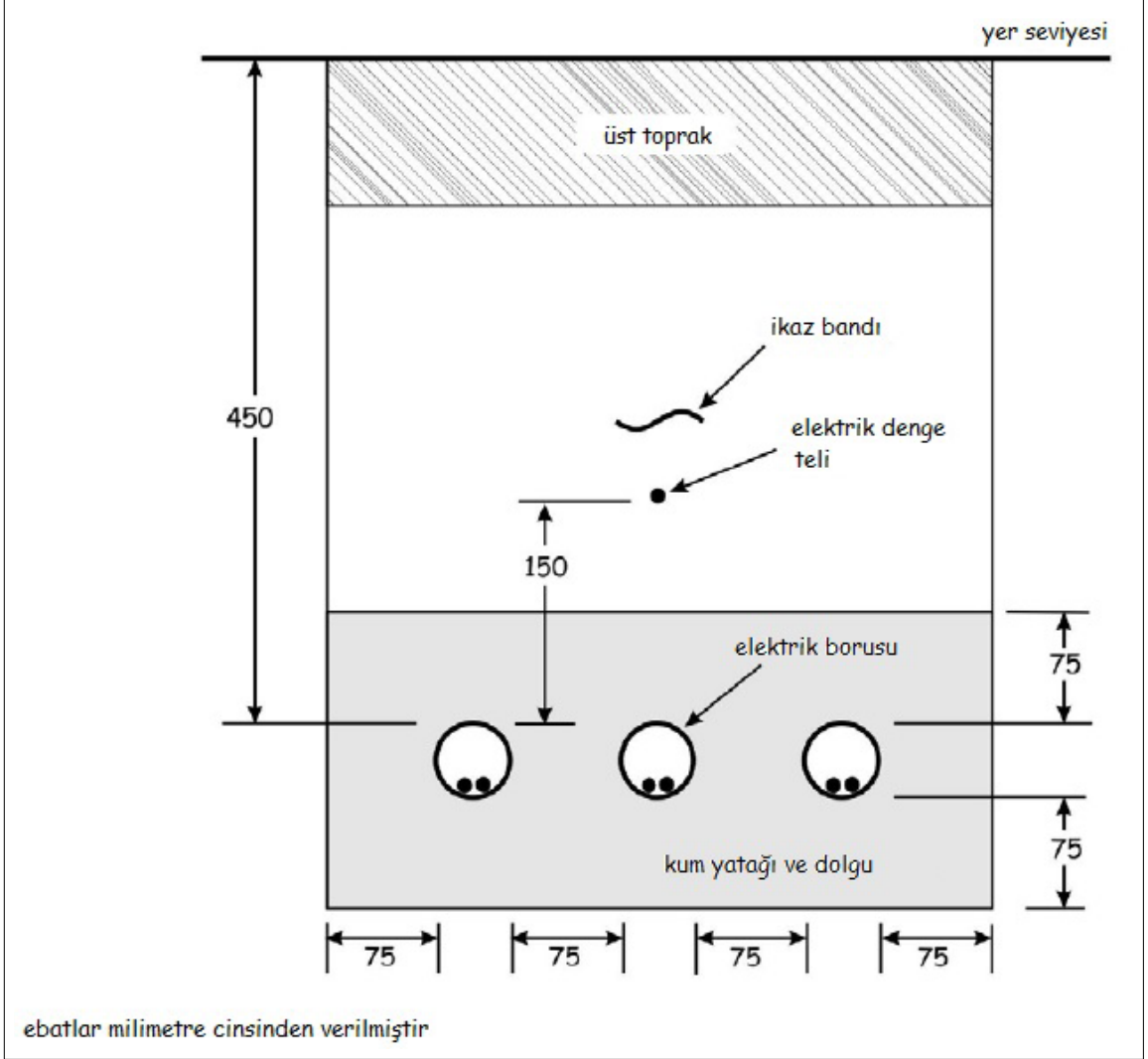
13.3.9 Drenaj. Bütün kanal hatları, drenaj için eğim el deliklerine, iniş deliklerine ve kanal uçlarına doğru olacak şekilde döşenmelidir. Eğim bir metrede en az 2,5 mm olmalıdır. Eğimi tek yön boyunca sürdürmenin elverişli olmadığı durumlarda, kanal hatları merkezden iniş deliklerine, el deliklerine veya kanal sonlarına doğru her iki yönde eğimli olabilir. Nemin birikebileceği ceplerden veya tuzaklardan kaçınılmalıdır.

Kablo çekme

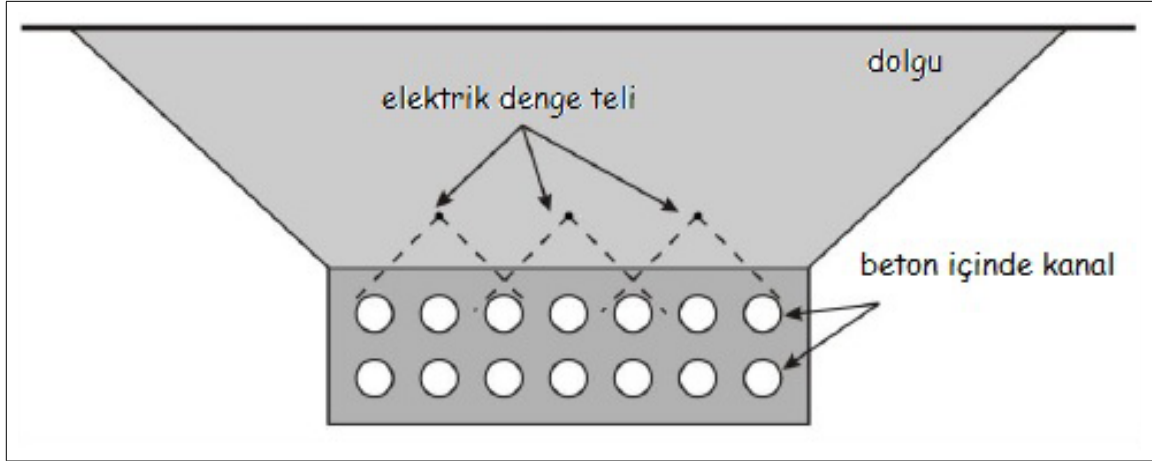
13.3.10 Döşenen yedek kanalların her birinde, alan ölçüsü en az 5 mm² olan bakır kaplanmış çelik çekme tel bulunmalıdır. Alternatif olarak, ıslak kanal/altlık/iniş deliği içinde çürümeyecek veya küflenmeyi desteklemeyecek bir polipropilen çekme halat kullanılabilir. Yedek kanalların açık uçları, çıkarılabilir konik tapayla tıkanmalıdır. Tapa, çekme telini sıkıca sabitlemelidir.

Yedek kapasite

13.3.11 Tüm yeni yeraltı sistemlerinde, planlanan tesisatlar ve ileride yapılabilecek genişletmeler için yeterli kanal artı asgari yüzde 25 oranında yedek kanal bulunmalıdır.



Şekil 13-10. Beton mahfazasız kanal/elektrik borusu



Şekil 13-12. Çoklu kanalların üzerinde elektrik denge teli

İkincil uç kablo koruması

13.3.14 Normal şartlarda, ikincil kablo ucu, kırılabilir bağlantı parçalarının içinden geçilir. İkincil kablo ucunun açıkta olduğu aksi durumlarda, mahfazadan veya gömülü AGL transformatöründen ışık ünitesine kadar esnek kablo kılıfıyla koruma sağlanabilir.

13.4 İNİŞ DELİKLERİ VE EL DELİKLERİ

13.4.1 Şekil 13-13'te gösterildiği üzere, iniş deliklerinin ve el deliklerinin seçilmesinde etkili olan faktörler çekilen kanalların sayısı, yönü ve konumu; kablo rafı düzenlemeleri; drenaj yöntemi; çalışma alanı yeterliliği (özellikle iniş deliğine herhangi bir donanım kurulacak ise) ile donanımın kurulması ve kaldırılması için gerekli açıklığın boyutudur.

Konum

13.4.2 İniş delikleri veya el delikleri, bağlantılar veya ek yerleri için gerekli olan ve diğer yardımcı tesislerle çakışmadan kaçınılacak yerlere yerleştirilmelidir. İniş deliği ayırım mesafesi, düz kanal hatlarında 200 metreyi, kavisli kanal hatlarında ise 100 metreyi aşmamalıdır. Kablolar çekilirken, gerekirse tesisat hasarını önlemek için aralık mesafeleri azaltılmalıdır. Döşeme işlemi sırasında gerginlik, kablo yalıtımına zarar vermeyecek veya kabloların biçiminin bozulmasına yol açmayacak noktaya kadar sınırlandırılmış olmalıdır (bkz. Tablo 13-1).

Ağızlıklar

13.4.3 İleride genişletme yapılacağı zaman iniş deliğinin duvarının bozulmasına gerek olmaması için iki veya daha fazla yedek ağızlık (iniş deliğinden çıkan kısa kanallar) bulunması iyi bir uygulamadır. Ağızlıkların her iki ucu tıkaçlarla kapatılmalıdır.

13.5 YERALTI KABLOLARININ KANAL İÇİNDE DÖŞENMESİ

Kanalların hazırlanması

13.5.1 Kanal döşeme işlemi tamamlandıktan sonra, kablolar kanallara sürülerek veya kanalların içinden çekilerek döşenir. Kablolar döşenmeden önce kanal açık ve sürekli olmalı ve kanalda herhangi bir döküntü/birikinti bulunmamalıdır. Kablo, iletkenin zararlı bir şekilde gerilmesini, yalıtım malzemesinin zarar görmesini veya koruyucu dış örtünün hasar görmesini önleyecek şekilde döşenmelidir. Bütün kabloların uçları kurulumdan önce nem geçirmeyen kapatma bandıyla kapatılmalı ve bağlantılar yapılanaya kadar kapalı tutulmalıdır. Bir kanala veya elektrik borusuna birden çok kablo döşenecekse, bütün kablolar aynı anda döşenmelidir. Bir kanala veya elektrik borusuna hiçbir durumda ek veya bağlantı yapılmamalıdır.

Kanalların içinden kablo çekme

13.5.2 Çekme yöntemi. Bir kanala döşenecek kablolar, elektrikli vinçle veya elle çekilmelidir. Tüm çekme işlemlerinde yeterli miktarda kablo çekme maddesi kullanılmalıdır. Petrol yağı kullanılmamalıdır. Herhangi bir kablo kılıfının veya ceketinin yüzeyi, orijinal kalınlığının onda birinden daha derine inen hasar görmüş olmamalıdır. Kablo, dış çapının onda birinden daha basık/ovalleşmiş olmamalıdır. Yaygın olarak döşenen kablolar için azami kablo çekme gerginlikleri Tablo 13-1'de listelenmiştir. Bu tabloda belirtilen limitlerde, çekme aracı olarak çelik veya tel halatların kullanımının önüne geçmek amaçlanmamaktadır. Ancak, çekilen kablo için uygun gerginliği gösterecek bir dinamometre kullanılmıyor ise, çekme gerginliğini Tablo 13-1'de gösterilen kuvvetlerle sınırlandıracak olan uygun boyutta bir halat takımı kullanılmalıdır. Bir kanala çekilecek herhangi bir kablo grubu kombinasyonu, her bir kablo için izin verilen gerilim toplamı artı yüzde 15 değerini geçmemelidir.

Kablo	Gerginlik (kg)	Halat çapı (mm)			
2 - 1c 8.4mm ² Sol	125	4.8 C			
3 - 1c 8.4 mm ² Sol	165	6.4 C	4,8 M		
4 - 1c 8.4 mm ² Sol	250		6.4 M		
2 - 1c 13.3 mm ² Str	190	6.4 C	4.8 M		
3 - 1c 13.3 mm ² Str	285	8.0 C	6.4 M		
4 - 1c 13.3 mm ² Str	380	9.6 C		4.8 D	
1 - 2c 8.4 mm ² Str	140	6.4 C			

Tablo 13-1. Dinamometre veya halat kullanılarak izin verilen azami zırsız kablo çekme değerleri

Kablo	Gerginlik (kg)	Halat çapı (mm)			
1 - 3c 8.4 mm ² Str	180	6.4 C			
1 - 4c 8.4 mm ² Str	265		6.4 M		
1 - 2c 13.3 mm ² Str	220	6.4 C	4.8 M		
1 - 3c 13.3 mm ² Str	310	8.0 C			
1 - 4c 13.3 mm ² Str	400	9.6 C	8.0 M	4.8 D	
1 - 6c 3.3 mm ² Str	140	6.4 C			
1 - 12c 3.3 mm ² Str	285	8.0 C	6.4 M		
1 - 12PR 0.6 mm ²	105	4.8 C			
1 - 25PR 0.6 mm ²	245		6.4 M		
1 - 50PR 0.6 mm ²	480	11.5 C			4.8 N
1 - 100PR 0.6 mm ²			12.0 M	8.0 D	
c – İletken	Sol – Katı	Str – Damarlı	PR – Çift		
C – Pamuk	M - Manila	D – Dakron	N – Naylon		
Not.– Listede yer almayan kabloların azami çekme gerginliği bilgileri, söz konusu kablonun üreticisinden temin edilmelidir.					

13.5.3 Çekme uzunluğu. Ek yerlerini en aza indirmek için kanallara bir seferde elverişli olan en büyük uzunluklarda kablo çekilmelidir. Aksi gerekmediği sürece, iniş delikleri ve el delikleri arasında döşenen kablo tipi için elverişli olan en fazla uzaklık mesafesi bırakılmalıdır ancak iniş delikleri veya el delikleri arasındaki mesafe hiçbir koşulda 200 metreyi aşmamalıdır.

İniş deliklerinde ve el deliklerinde kabloların döşenmesi.

13.5.4 Kablo rafları. Kablolar, iniş deliklerinin veya el deliklerinin iç kısmında, keskin bükümlerden veya dolaşmalardan kaçınılarak, dikkatli bir şekilde biçimlendirilmelidir. Bütün ek yerleri ve kablolar, 3.2. mm çapında naylon ip kullanılarak kablo raflarına bağlanmalıdır. İniş deliklerindeki ve el deliklerindeki raflar plastik tipte olmalı ve bu raflarda porselen izolatörler bulunmalıdır. Ek yerleri ve bağlantı elemanları, kanalın iniş deliğinde veya el deliğine açıklan ağzından en az 0,6 metre mesafede olmalıdır. Uygulanabilir olması durumunda, farklı kablolarındaki ek yerleri de kademeli olarak düzenlenmelidir.

13.5.5 Kablo sonlandırma. Tüm kumanda kabloları, telefon kabloları ve koaksiyel kablolar gereken şekilde sonlandırılmalıdır. Anma değeri 5000 voltun üzerinde olan tüm güç kablolarının sonlandırma işlemi, gerilim giderme cihazı kullanılarak yapılmalıdır. Kablo başlıklarının kullanıldığı durumlarda, üreticinin tavsiyelerine sıkı bir şekilde uyulmalıdır. Sonlandırmalar, transformatör buşinglerinde yapılıyorsa, gerek yüksek gerilim tarafında gerekse alçak gerilim tarafında açıkta kalan iletken yüzeyler tam gerilim için bantlanmalı ve yüksek yalıtımlı suya dayanıklı kaplamayla boyanmalıdır.

13.5.6 Kablo topraklama. Kabloların topraklanmasında aşağıdaki koşullar geçerlidir.

a) Bütün kılıflı güç kablolarının kılıfları her iki uçta da topraklanmalıdır. Topraklama iletkeni,

bu amaç için özel olarak tasarlanmış olan bir topraklama bağlantı elemanı vasıtasıyla topraklama çubuğuna bağlanmalıdır. Doğrudan toprağa gömülen güç kabloları üzerindeki kılıflar veya zırh, ek yerlerinden değil ancak her iki uçtan topraklanmalıdır.

- b) Bütün kılıflı kumanda kablolarının kılıfları her iki uçta da topraklanmalıdır. Her ek yerinde kılıfın topraktan yalıtım direnci orijinal kablonun yalıtım direncine eşit olmalıdır.
- c) Telefon kablolarının kılıfları sadece bir uçta topraklanmış olmalıdır. Her ek yerinde kılıfın topraktan yalıtım direnci orijinal kablonun yalıtım direncine eşit olmalıdır.
- d) Koaksiyel kablo kılıfları, kablonun çekildiği uzunluk boyunca topraktan yalıtılmış olmalıdır. Kılıflar sadece çekilen kablonun her iki ucundaki teçhizat/donanımda sonlanan koaksiyel bağlantı elemanında topraklanmalıdır.

Kabloların gruplandırılması

13.5.7 Aynı kanal içinde iki veya daha fazla kablo döşenmesi durumunda aşağıdaki hususlar geçerlidir:

- a) Gerilim değeri aynı olan güç kabloları aynı kanal içine dönebilir;
- b) Gerilim değeri 600 voltun altında olan güç kabloları aynı kanal içine dönebilir;
- c) Gerilim değeri 600 voltun altında olan güç kabloları; kumanda kabloları, telefon kabloları veya koaksiyel kablolar ile aynı kanal içine döşenmemelidir;
- d) Gerilim değeri 600 voltun üzerinde olan güç kabloları; kumanda kabloları, telefon kabloları veya koaksiyel kablolar ile veya gerilim değeri 600 voltun altında olan güç kabloları ile aynı kanal içine döşenmemelidir;
- e) Kumanda kabloları, telefon kabloları ve koaksiyel kablolar aynı kanal içerisine dönebilir ve
- f) Güç, kumanda ve telefon kabloları, 13.5.9. sayılı maddenin hükümlerine tabi olarak, aynı kanal sistemi içerisine dönebilir.

13.5.8 Ayrıca aşağıdaki kurallar da geçerlidir:

- a) Farklı gerilim sınıfına ait kablolar aynı kanal içine döşenmemelidir;
- b) Ayrıca, pist tarafı veya taksi yolu tarafı gibi farklı bölgelerin kabloları da aynı kanal içinde karıştırılmamalıdır ve
- c) Serpiştirilen devreler genellikle aynı kanala döşenir ve derin taban sistemlerinde ortak yönlendirme için zorunlu kılınabilir.

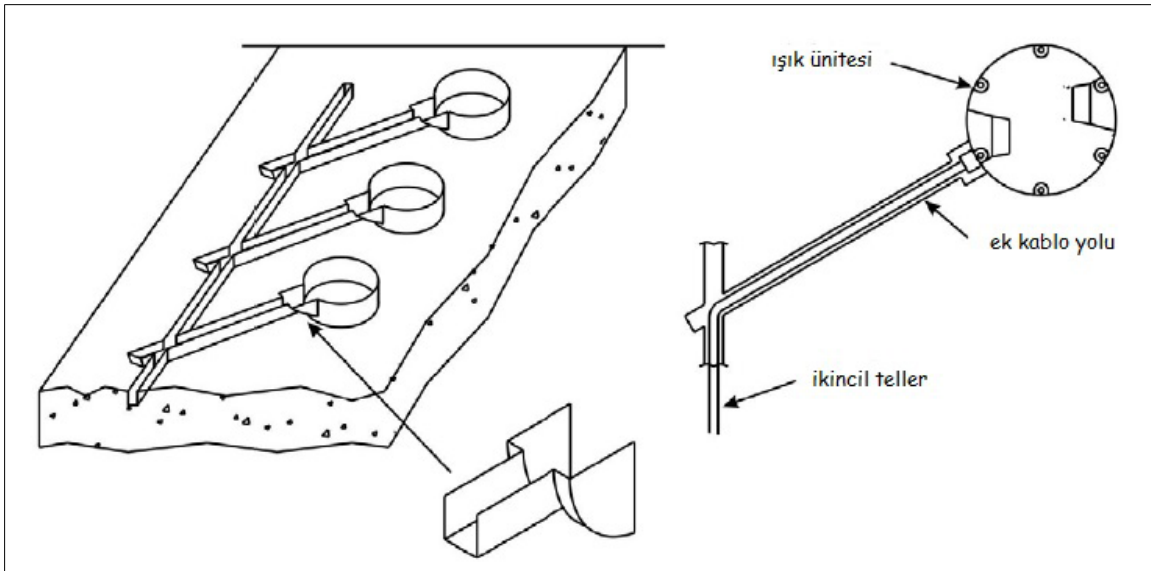
13.5.9 İniş deliklerine veya el deliklerine kablo döşeme ile ilgili olarak aşağıdaki kurallar geçerlidir:

- Güç ve kumanda kabloları, aksi gerekmedikçe ayrı iniş delikleri ve el delikleri içerisine döşenmelidir. Yer varsa, her iniş deliğinde her bir kablo için bir ek yerine yetecek kadar kablo gevşeklik payı bırakılmalıdır ve
- Güç kablolarını ve diğer kablo çeşitlerini ayrı iniş delikleri veya el delikleri içine döşemenin mümkün olmadığı durumlarda, kablolar ayrı bölmelerde veya iniş deliğinin ya da el deliğinin karşıt taraflarına döşenmelidir.

Testere kesikleri içerisine kablo döşeme (ikincil tesisat)

13.5.10 Testere kesiklerinin kullanımı:

- Mevcut kaplamalara, örneğin pist merkez hattına veya konma bölgesi ışıklarına ve taksi yolu merkez hattı ışıklarına yeni ışıklar kurulurken, testere kesiklerinin veya kerflerin içine kablo döşenmesi gerekebilir. Sadece ayırma transformatörlerinin ikincil devreleri testere kesikleri içine döşenmelidir. Bu teknik, kaplamayı zayıflattığı için yeni kaplamada kullanılmamalıdır.



Şekil 13-14. Testere kerfi detayı

- Testere kesikleri ağırlıklı olarak beton kaplamalar için kullanılır ve genellikle asfalt kaplamalar üzerinde yapılan onarımlar veya geçici çalışmalarla sınırlıdır.

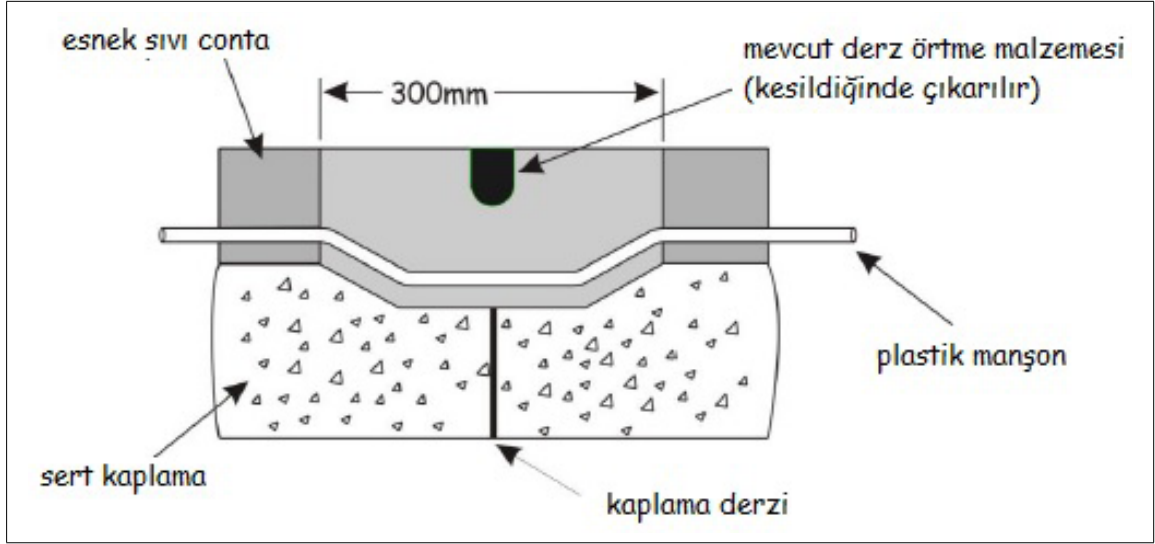
13.5.11 Kaplamanın kesilmesi. Testere kesikleri, elmas bıçaklı testereleler kullanılarak yapılmalıdır. Testere kesiği veya kerf en az 10 mm genişliğinde (Şekil 13-14'e bakınız) ve en az 20 mm derinliğinde olmalıdır. Aynı testere derinliğinde veya ışık armatürlerinin, transformatör mahfazalarının ve ekleme bölmelerinin girişlerinde birden fazla kablo döşenecek ise bu genişlik ve derinlik artırılmalıdır. Kerfin derinliği, testere kesiğinin kaplamadaki bir yapı birleştirme yeriyle kesiştiği yerlerde, kaplamanın altında tel gevşeklik payı bırakmaya yetecek kadar artırılmalıdır. Tüm testere kesikleri, dikey tarafları düz sıra halinde dizilecek şekilde olmalıdır. Testere kesiklerinin kesiştiği yerlerde, kesişen kenarlarda kablo yalıtımında meydana gelebilecek hasarı azaltmak için oluk

açılmalıdır. Testere kesikleri açılırken ortaya çıkan birikintilerin toplanarak, elmas pütürlerini düzeltmek için işlenmesi tercih edilebilir.

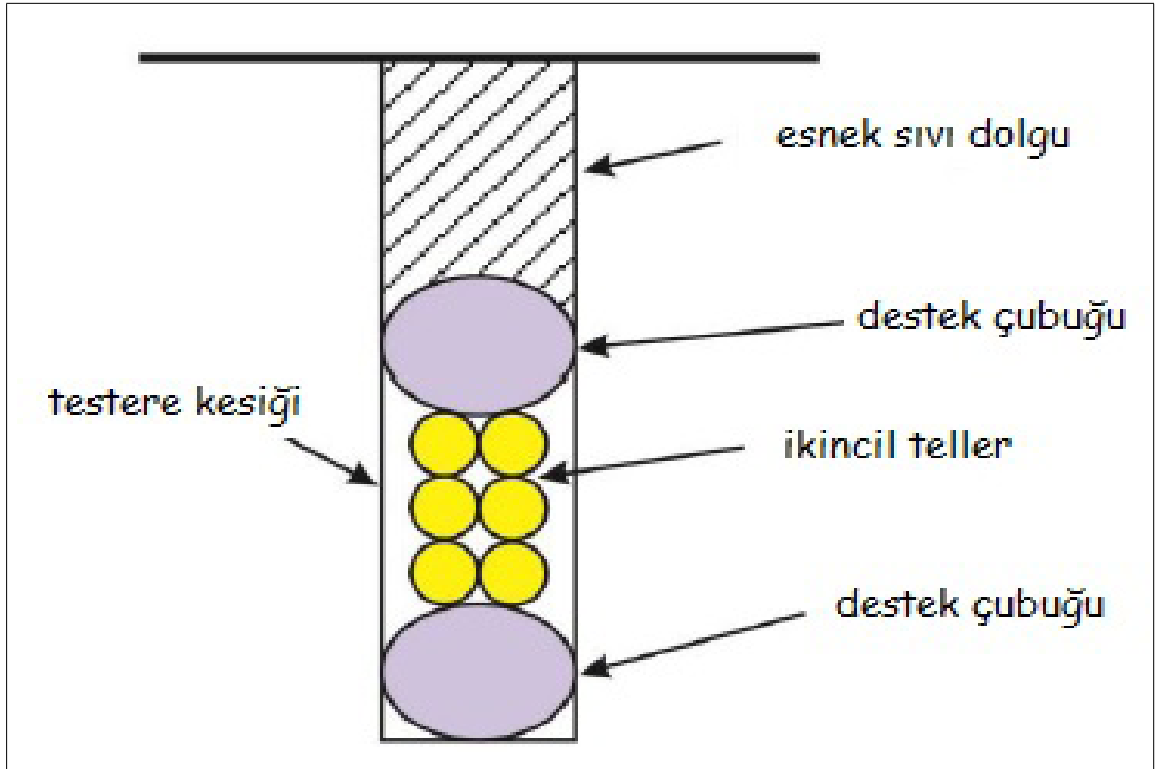
13.5.12 Testere kesiğinin temizlenmesi. Testere kesiği kuşlanarak tüm yabancı cisimler ve gevşemiş maddeler giderilmelidir. Kuşlama işleminde kullanılan kum, bu iş için uygun boyutta ve kalitede olmalıdır ve uygun ölçekli başlıklarla ve uygun hava basıncıyla uygulanmalıdır. Kablolar ve teller döşenmeden hemen önce, testere kesiği yüksek hızlı su veya buhar jetiyle yıkanarak, yüksek hızlı hava jetiyle kurulanmalıdır. Bu alan, iş tamamlanana kadar temiz tutulmalıdır.

13.5.13 Kabloların testere kesikleri içine döşenmesi. Bu kablolar, ayırma transformatörlerinin ikincil devresine yönelik olduğundan, ıslak ve nemli yerler için uygun 600 voltluk yalıtkan kullanılmalıdır. Polivinil klorür, polietilen, kauçuk ve etilen propilen kauçuk uygun yalıtkan türleridir. Yalıtkan üzerinde cekete gerek yoktur. Örgülü bakır iletken kullanılmalı ve iletkenin kesiti en az 1.5 mm² olmalıdır. İletkenin toplam uzunluğu 350 metreden fazlaysa, iletken kesiti 8.0 mm²'den az olmamalıdır. Genellikle tek iletken tel kullanılmaktadır ancak iki iletkenli kablo da kabul edilebilir. Testere kesiklerinde kabloya ek yapılmamalıdır; sadece tam boy uzanan kablo kullanılmalıdır. Kablolar testere kesiklerinin dibine yerleştirilmeli ve kauçuk ya da plastik pabuçlarla ya da paslanmaz metal klipslerle sabitlenmelidir. Aynı kesiğe birden fazla kablo yerleştirildiğinde kabloların birbirinden ayrılmasına gerek yoktur. Pabuçlar veya klipler arasında en az 1 metre aralık bırakılmalıdır ancak kaplama birleşim yerlerinde, testere kesiklerinin kesişme noktalarında ve ekleme bölmelerinin ya da ışıkların girişlerinde daha yakın aralıklar tercih edilebilir. Kablolar, kaplamalardaki birleşim yerlerinde en az 0.3 metre uzunluğunda, polietilen veya başka bir esnek makaronla kaplanmalıdır. Makaronun ölçüsü, kabloların rahat hareket edebileceği şekilde olmalıdır. Makaron birleşim yerine ortalanmalı ve kapatma maddelerinin girmesini önlemek için uçları bantla sarılmalıdır (bkz. Şekil 13-15).

13.5.14 Alternatif olarak, ikincil kablolar, testere kerfinin boyu uzunluğunda kesilen ve kerfin içine yerleştirilen boru şeklinde köpük çubuklar (halatlar) olan "destek çubukları" eklenerek de korunabilir. Üstteki destek çubuğu, kabloların sıvı sızdırmazlık dolgusunun içine hapsolmesini önleyerek daha sonra arıza durumunda vs. çıkarılmasını kolaylaştırır. Alttaki destek çubuğu ise, kabloların aşınmasını önlemeye yardımcı bir tampon işlevi görür. Naylon halatlar da kullanılabilir (bkz. Şekil 13-16).



Şekil 13-15. Birleşme yeri geçişi



Şekil 13-16. Kaplama içi ışıklarda ikincil kablo yolu testere kesiği

13.5.12 Testere kesiğinin sızdırmazlık yalıtımı. Testere kesiği, kabloların döşendiği uzunluğun tamamı boyunca uygun yapışkan maddelerle kapatılmalıdır. Bu maddeler genellikle ilgili kablo yalıtkanı ve beton tipi için uygun, iki bileşenli sıvı tip maddelerdir. Dolgu maddesinin test numunelerinin uzama kapasitesi en az yüzde 45 oranında olmalıdır. Yapışkan bileşikler, üreticinin tavsiye ettiği kadar eski olmamalı ve sıcaklık değerlerinin 30°C'yi geçmediği veya üreticinin tavsiyelerine uygun olan yerlerde saklanmalıdır. Karıştırma ve döşeme işlemi sırasında üreticinin

talimatlarına uyulmalıdır. Genellikle, yapışkan bileşikler karıştırma işleminden önce ve karıştırma işlemi sırasında ön ısıtma işlemi uygulanarak 25°C'ye getirilmektedir; ortam sıcaklığı 7°C veya üzeri ise, bileşik harici ısı uygulanmadan tatmin edici bir şekilde uygulanabilir ve işlenebilir. Testere kesiklerinin olduğu alanlardaki kaplama birleşim yerleri, kapatma maddesinin açık birleşim yerinden içeri akmasını önlemek için kenevir, jüt, pamuk, keten gibi fitil malzemeyle veya diğer uygun malzemelerde doldurulmalıdır. Fazlalık olan veya dökülen malzemenin tamamı alınmalıdır.

13.5.16 Kablo sonlandırma. Kablolar, armatürlerde, transformatör mahfazalarında veya ekleme bölmelerinde düzgün bir şekilde sonlandırılmalıdır. Bu sonlandırma ünitelerine girişler kapatılmalıdır. Kabloların bağlantı sonlandırma uçları uygun şekilde bağlanmalı ve yalıtkanın ucu ile iletken arasından kabloya nem girmesi önlenmelidir.

13.5.17 İkincil kabloların kanal içine döşenmesi. Alternatif olarak, ikincil teller elektrik borusu içine döşenebilir. Isıl genleşme özelliği kaplamanınkine uygun bir kanal tipinin seçilmesine özen gösterilmesi gerekir.

Kablo işaretleme

13.5.18 Renk kodlu bant. Bütün kablolar ve kablo güzergahları kolayca ayırt edilebilecek şekilde işaretlenmelidir.

13.5.19 Kablo etiketleme. Döşenen birincil havaalanı ışıklandırma kablolarında, her bağlantı elemanının her iki tarafında ve iniş delikleri, el delikleri, buatlar, ek kutuları vb. kablo erişim noktalarına giren-çıkan her havalimanı ışıklandırma kablosunun üzerinde kablo devresini tanıttıcı işaretler bulunmalıdır. Kablo sonları ve başlıkları, işlevlerini, hizmet verdikleri kolaylığı ve diğer ilgili verileri gösterecek şekilde etiketlenmelidir. Etiketler uygun boyutta ve kalınlıkta ve aşınmaz malzemedir olmalı ve kullanılan harflerin boyutu 6mm'den az olmalıdır. Naylon bağcıklar kullanılarak kabloya sağlam bir şekilde iliştilmelidir. Etiket işaretlemesi, kablonun hizmet verdiği kolaylığın veya kolaylıkların adının kısaltması ve kablonun sunduğu hizmet türünü (güç, telefon, kumanda ve radyo frekansı (koaks) gösteren harf kodundan oluşmalıdır. Kumanda fonksiyonları için telefon tipi kabloların kullanıldığı durumlarda, bu kablo telefon kablosu olarak değil kumanda kablosu olarak işaretlenmelidir. Aynı kolaylığa hizmet vermek için iki veya daha fazla türdeş kablonun kullanılması durumunda, bu kablolar tek bir etiket altında toplanabilir.

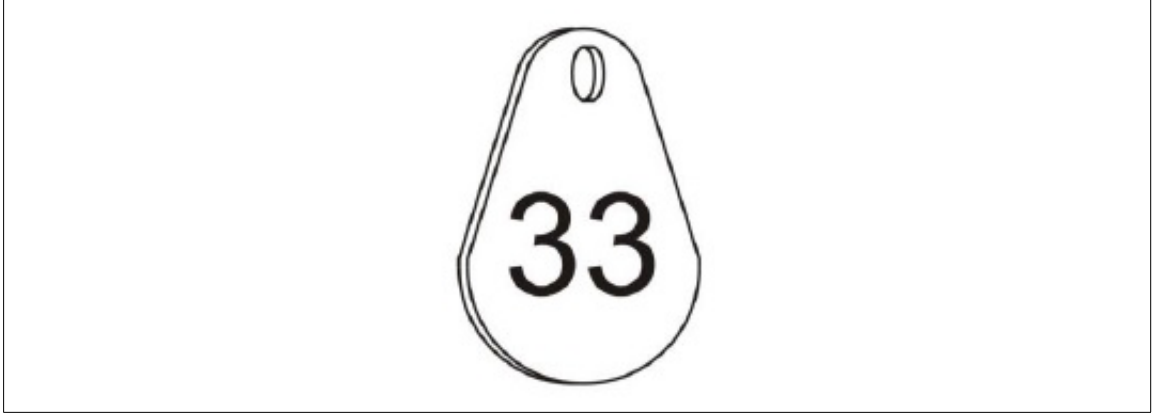
13.5.20 İşaretleyiciler, bir hat üzerinde kablo devresi tanıttıcı sembollerinin basılması için yeterli uzunlukta olmalıdır. Kablo devresinin tanıtımı, yapı planlarında belirtilen devrelerle uyumlu olmalıdır.

Işık istasyonu kimlik numaraları

13.5.21 Her istasyona (transformatör mahfazası tesisatı) planlara uygun olarak, Şekilde 13-17'deki gibi kimlik numaraları atanmalıdır. İstasyonu tanımlayan kimlik numaraları aşağıdaki yöntemlerden herhangi birine göre takılabilir:

- Beton kaplamalarda, transformatör mahfazasının taban plakasının kaplama tarafına siyah boyayla, asgari 50 mm yükseklikte şablon kimlik numaraları yazılır.

- b) Trafo mahfazası taban plakasının baş kısmının altına, üzerine sayıların kalıcı olarak basıldığı veya oyulduğu asgari 50 mm çapında, paslanmaz metal bir disk asılır.
- c) Sayılar, transformatör ışık kaidesinin etrafındaki beton dolgunun göze çarpan bir kısmına asgari 75 mm yüksekliğinde olacak şekilde basılır.

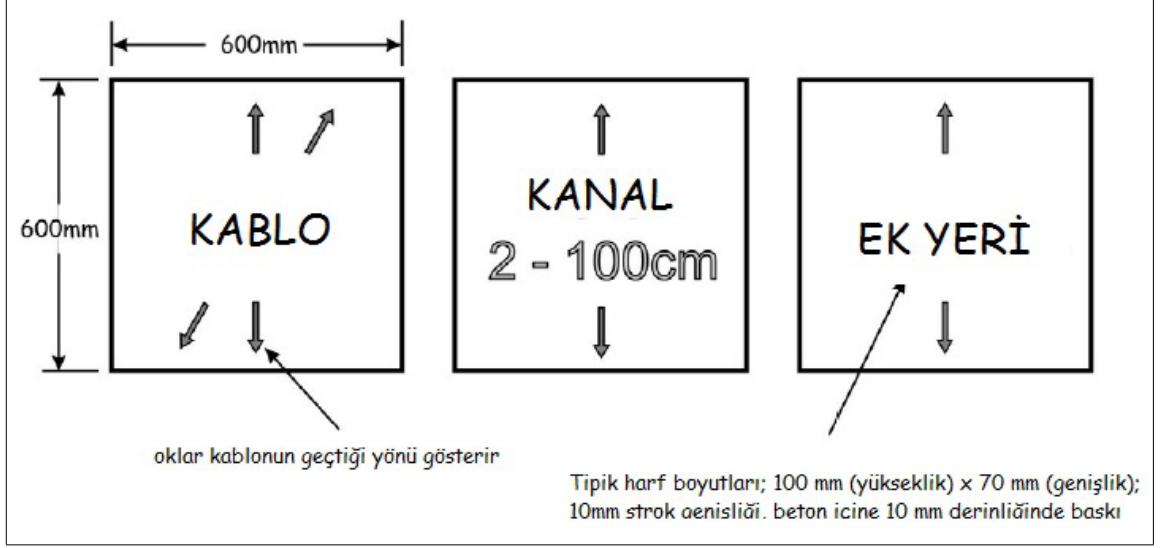


Şekil 13-17. Tanıtıcı etiket

Kablo güzergahı işaretleyicileri

13.5.22 Doğrudan gömme kablo güzergahları, kablo yönü her değiştiğinde ek bir işaretle, kablo boyunca her 60 metrede bir ve her kablo ek yerinde uygun boyutta ve kalınlıkta beton levhadan bir işaretleyici ile işaretlenmelidir. Bu işaretleyiciler kablo hendeğinin son dolgusundan hemen sonra yerleştirilmelidir. İşaretleyiciler, Şekil 13-18'de gösterilen şekilde, üst kısmı bitmiş zeminin yaklaşık 25 mm üzerinde olacak şekilde düz olarak yerleştirilmelidir. Beton işaretleyici en az 24 saat kurduktan sonra, üst yüzeyi, işlem görmemiş beton dış yüzeyler için uygun boya kullanılarak parlak turuncu renge (veya göze çarpan başka bir renge) boyanmalıdır. Her bir kablo işaretleyicisinin üst yüzeyinde aşağıdaki bilgiler basılı olmalıdır:

- a) "KABLO" veya "EK YERİ" sözcüğü Ek yapılan kablonun tipi belirten harf "EK YERİ" sözcüğünün önünde yer almalıdır;
- b) hizmet verilen kolaylığın adı;
- c) döşenen kablonun tipi "GÜÇ", "KUMANDA", "TELEFON", "KOAKSİYEL" sözcüğü ile ya da bu terimlerin uygun kısaltmalarıyla işaretlenmelidir; Döşenen tüm kablo türlerinin adı işaretleyici üzerinde gösterilmelidir;

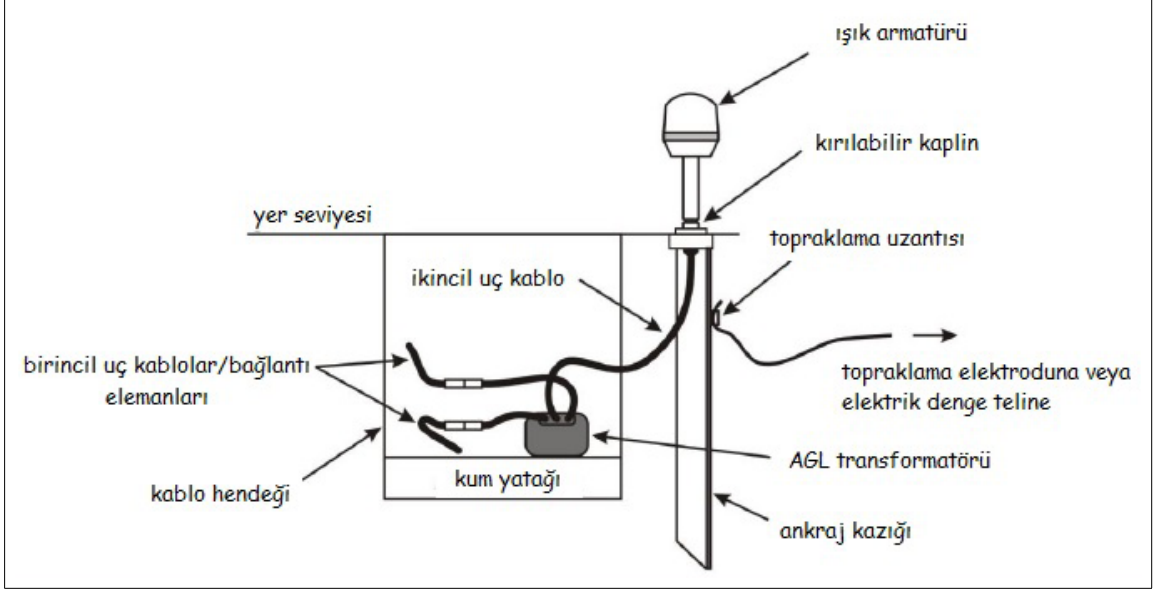


Şekil 13-18. Kablo işaretleyicileri

- d) döşenen kablonun yönünü veya yön değişikliğini gösteren oklar;
- e) harfler en az 100 mm yüksekliğinde, 70 mm genişliğinde ve 10 mm derinliğinde olmalıdır;
- f) kanala veya elektrik borusuna döşenen kablolarda, her 60 metrede bir veya her kablo yönü değişikliğinde kablo işaretleyici bulunmalıdır; ancak beton veya asfalt yüzeylere işaretleyici yerleştirilmemelidir ve
- g) iniş delikleri veya el delikleri kullanıma amacına göre tanımlanmış olmalıdır.

13.6 AGL TRANSFORMATÖRLERİNİN DOĞRUDAN GÖMÜLMESİ

Şekil 13-19'da gösterildiği gibi, doğrudan gömme AGL transformatörleri genellikle transformatörlere bağlanan kablolarla aynı derinlikte döşenmelidir. Transformatörler ve kablolar bağlantı elemanları üzerinde bükülme veya gerilme olmayacak şekilde düzenlenmelidir ve kablolar ve uçlarda toprak çökmesini ve don kabarmasını kaldıracak gevşeklik payı bırakılmalıdır. Uygun bağlantı elemanları kullanılarak, dış birleşim yeri iki üç tur elektrik bantıyla bantlanmalıdır. Kabloların transformatörlere bağlanması için ek yapılmamalıdır.

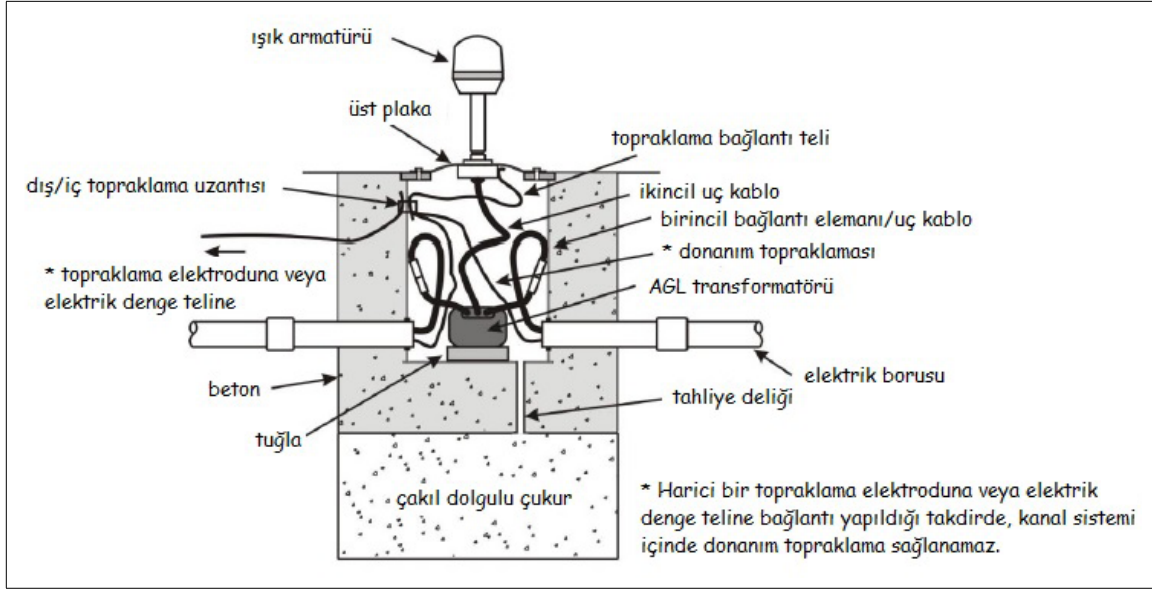


Şekil 13-19. AGL transformatörünün ankraj kazığıyla monte edilmiş ışık armatürüyle birlikte doğrudan gömülmesi

13.7 TRANSFORMATÖR MAHFAZALARI / IŞIK KAIDELERİ

Transformatör mahfazaları/ışık kaideleri ile birlikte döşeme

13.7.1 AGL transformatörlerine gelen kablo bağlantılarının çoğu özel mahfazalarında, ışıklandırma armatürlerinin kaidelerinde olup, bunlar kaplamalı pistlerin veya taksi yollarının kenarındaki yüzeyin altında veya kaplamanın içinde yer almaktadır. Tercihen, bu mahfazalar, alt tarafta ve kenarlarda en az 10cm ila 15 cm'lik betonla mahfaza kabını kuşatan dökme beton bir temel içerisinde, belirlenmiş olan yerlere yerleştirilir. Devre kablolarını almak için kabın girişlerine bağlanan metal elektrik boruları beton duvarların içinden uzanmalıdır. Kabın üst kısmı aynı seviyede ve ışık armatürünün veya da kapak levhasının monte edileceği betonun üst yüzeyinin altında uygun derinlikte olmalıdır. Kurulum ve betonun kürlenmesi sırasında mahfaza kabının üst kısmının seviyesini, hizasını ve uygun derinliğini korumak için bir tutucu veya master kullanılmalıdır. Kabloların uçları mahfaza kabının içine çekilir ve elektrik borusunun beton temelin dışındaki ucu, mahfazanın içine su girmesini önlemek için, kablonun etrafından uygun bir bileşikle doldurularak kapatılır. Bu kapların üzerine monte edilen yükseltilmiş ışıklarda, yarı gömme ışıklarda veya boş kapaklarda, kabın içine su girmesini önlemek için sızdırmaz bir conta veya başka bir kapatma aracı bulunmalıdır. Şekil 13-20'de bu transformatör mahfazasının bir örneği gösterilmektedir.



Şekil 13-20. Transformator mahfazası üzerindeki ışık ünitesi

Mevcut kaplamanın içine kurulum

13.7.2 Işıklar mevcut kaplamalara kurulacaksa, transformator mahfazasının beton temel üzerine kurulması pratik olmayabilir. Genellikle transformator mahfazası kaplamanın kenarında bulunur; ışığa gelen ikincil kablolar ise testere kesikleri içine döşenir. Bağlantıların yapılması için ışığın bulunduğu yerde, trafo mahfazası, buat kutusu veya ışık armatürü yerleştirilebilir. Işık armatürü bir mahfazanın üzerine kurulabilir veya doğrudan deliğe yerleştirmeye uygun tipte olabilir. Elmas kenarlı uçlar kullanılarak, kaplamanın içine armatürler veya mahfazalar için uygun boyutta delikler açılmalıdır. Buat kutuları ve ışık armatürleri için açılan deliğin dibi düz veya hafif içbükey olmalıdır ancak çevresindeki en az 2.5 cm'lik bir alan düz olmalıdır. Eğer delikler fazla derin açılmışsa, istenen derinliğe gelecek şekilde dolgu macunıyla doldurulmalıdır ve kurulumu devam etmeden önce bu macunun kurumması beklenmelidir.

Mahfazanın yerleştirilmesi

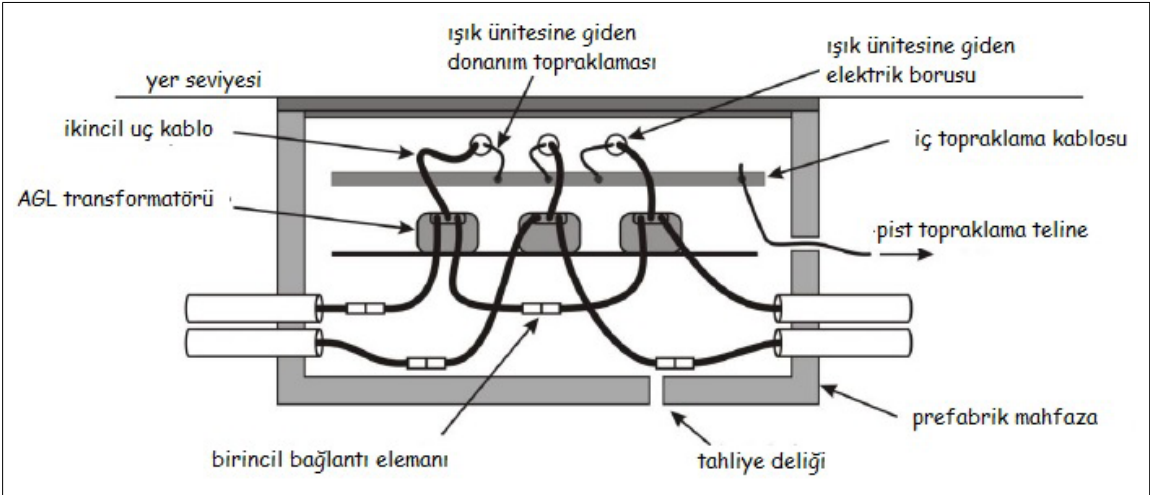
13.7.3 Transformator mahfazasının, buat kutusunun veya armatürün kenarları kurulumdan hemen önce kumlanmalıdır. Ayrıca açılan deliğin iç cephesi de kumlanmalıdır. Mahfazanın veya armatürün dibi ve kenarları ile açılan deliğin cepheleri ve dibi, beton ile armatür veya mahfaza arasındaki boşluğu doldurmaya yetecek asgari miktardaki uygun dolgu maddesi kullanılarak hazırlanan bir astarla kaplanmalıdır. Dolgu maddesi genellikle, üreticinin talimatlarına göre karıştırılarak uygulanan iki bileşenli bir macundur. Her ışık veya mahfazanın kurulumu sırasında, uygun yükseklikte ve hizada olmasını sağlamak için bir tutucu veya mastar kullanılmalıdır. Tutucu, dolgu maddesi donuncaya kadar yerinden çıkarılmamalıdır. Kablolar çekilerek, bağlantı veya ekleme yapmak için gereken konuma getirilmeli ve girişleri doldurularak kapatılmalıdır. Dolgu maddesinin veya gömme maddesinin fazlalık olan kısmının tamamı alınmalıdır.

Prefabrik mahfazalar

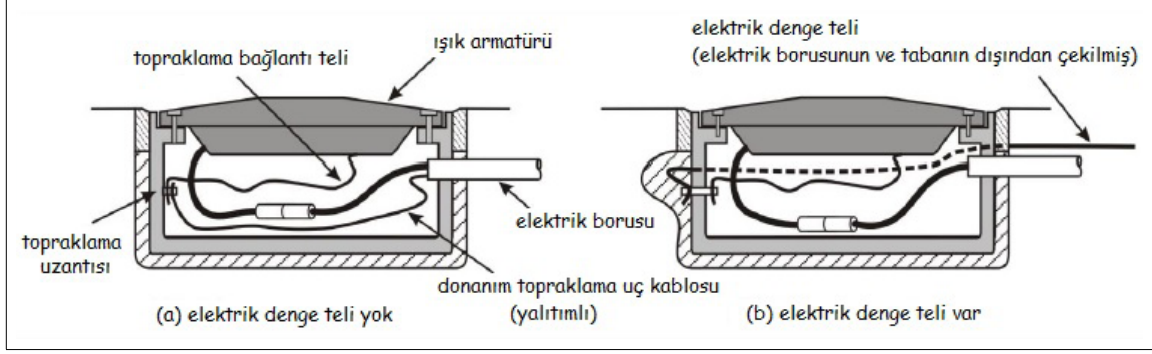
13.7.4 Alternatif olarak, AGL transformatörler, pistin yanında bulunan prefabrik bir mahfazaya kurulabilecek olup, ışık ünitesine giden ikincil uçlar ise elektrik borusu içinden geçer. Şekil 13-21'de donanım topraklamaları da ikincil elektrik borusu içinde döşenmiş olan bu tür bir transformatör mahfazası gösterilmektedir.

AGL transformatörlerin mahfaza içine yerleştirilmesi

13.7.5 Ayırma transformatörleri, transformatör mahfazalarına yerleştirilirken, mümkünse ayırma transformatörleri mahfazaların dibine düz tarafı gelecek şekilde yerleştirilmelidir. Kablolar, transformatörlerin uçlarına uygun bağlantı elemanı ile, ek yapılmadan bağlanır ve birleşim yerleri bantlanır. Bağlantı elemanları mümkünse bükülme veya gerilme olmadan mahfazaların dibinde düz konumda olmalıdır. Ayırma transformatörleri üzerindeki topraklama bağlantıları, eğer bu tür bağlantılar bulunuyor ise, donanım topraklama teline veya elektrik denge teline bağlanmalıdır. Mahfazaların iç sıcaklığı 120°C'nin üzerinde olacaktır; ışık armatürleri ile transformatörler arasında konulacak bir parça folyo, ısının transformatör üzerindeki etkilerini azaltacaktır. Bazı yerel uygulamalara göre, AGL transformatörünü mahfazanın dibinde birikebilecek sulardan yüksekte tutmak için, transformatör tuğla üzerine yerleştirilir veya (bir raf veya özel bir askı yardımıyla) mahfazanın duvarına monte edilir.



Şekil 13-21. Prefabrik mahfaza içinde birden çok transformatör



Şekil 13-22. Düztabanın döşenmesi

13.8 DÜZ IŞIK TABANLARININ DÖŞENMESİ

Şekil 13-22'de gösterildiği gibi, kaplama içi ışık armatürlerinin kurulumu için derinliği olmayan düz bir taban veya altlık kullanılmaktadır. Taban kaplamanın içinde açılan deliğe yerleştirilerek; doğru azimut, yükseklik ve seviyede olmasını sağlamak için özel bir master yardımıyla yerine oturtulmaktadır. Açılan deliğin yanları ile taba arasında kalan mesafeyi doldurmak için sıvı bir dolgu malzemesi kullanılmaktadır. Optik tertibatına giden ikincil teller, testere kesiği içine döşenen elektrik borusu içinden veya doğrudan testere kesiğinin içinden armatüre çekilir. Donanım topraklaması, optik tertibatının tabandan iyice ayrılmasını sağlamak için yeterli uzunluktaki bir topraklama bağlantı teli aracılığıyla optik tertibatına uzatılır. Donanım topraklama teli, genellikle 14 mm² (#4 AWG) ölçüsünde, yalıtımlı tel olarak tanımlanmaktadır. Yıldırımdan korunmak amacıyla elektrik denge teli döşenen yerlerde, donanım topraklama teline gerek olmayıp, topraklama bağlantı teli harici/dahili bir uzantı vasıtasıyla elektrik denge teline bağlanır.





BÖLÜM
14

**HAVAALANLARINDA
YERALTI HİZMET KABLOLARI**

14. BÖLÜM

HAVAALANLARINDA YERALTI HİZMET KABLolari

14.1 YERALTI HİZMET KABLolarININ ÖZELLİKLERİ

Yalıtım

14.1.1 Anma değeri azami 35 kilovolta kadar olan kablolar için çalışma, aşırı yük ve kısa devre koşullarında azami iletken anma sıcaklık değerleri sağladıkları için aşağıdaki yalıtkan maddeler yaygın olarak belirtilmektedir:

- a) Çapraz bağlı polietilen (XLP). Sıcakta sertleşen bu madde, mükemmel elektriksel özelliklere, iyi bir kimyasal dirence, iyi fiziksel mukavemet özelliklerine sahiptir.
- b) Etilen propilen kauçuk (EPR). Bu madde, çapraz bağlı polietilene eşdeğer kabul edilen elektriksel özelliklere sahiptir bu nedenle yüklenici firmaya bu iki tipten herhangi birini temin etme opsiyonu verilmelidir.
- c) Termoplastik elastomer (TPE). Bu kablo malzemesi, ince tabakalar halinde etkili elektrik yalıtımı ve dayanıklılık sağlamanın yanı sıra çeşitli sıcaklık aralıklarında iyi bir esneklik özelliğine sahiptir.
- d) Poliüretan (PUR) ceketli. Halojen içermeyen bu kablo ceket, buzlanmayı önleyici ürünlere karşı dayanıklıdır.

14.1.2 Özel koşullarda daha düşük iletken anma sıcaklık değerlerine sahip oldukları veya daha düşük azami anma gerilimi sınıfına girdikleri garanti edilen aşağıdaki yalıtkan maddeler kullanılabilir.

- a) Kauçuk. Kauçuk yalıtkanlı iletkenler, ek yapma kolaylığı, iyi nem direnci ve düşük dielektrik kayıpları sağlar.
- b) Kağıt yalıtkanlı. Düşük iyonlaşma, uzun ömür, yüksek dielektrik mukavemeti, düşük dielektrik kayıpları ve değişen sıcaklık koşulları altında iyi bir kararlılık sergileyen özelliklerinden dolayı kağıtla yalıtılmış kablo kullanılır. Cilalı patiskayla yalıtımda olduğu gibi, kağıtla yalıtım da uygun bir koruyucu metal kılıf gerektirmektedir. Bu husus, mevcut kablolar kağıtla yalıtılmış ise bir seçenek olarak, ekstra maliyet gerekçelerinin haklı bulunduğu durumlarda ise bir gereklilik olarak belirtilebilir zira ne çapraz bağlı polietilen ne de etilen propilen kauçuk gerekli özellikleri sağlamaktadır.
- c) Butil kauçuk. Sıcaklıkta sertleşen bu yalıtkan, yüksek dielektrik mukavemetine sahiptir ve neme, ısıya ve ozona karşı yüksek direnç gösterir. 35000 volta kadar olan gerilimlerde kullanılabilir ancak çapraz bağlı polietilene veya etilen propilen kauçuğa göre daha düşük iletken anma sıcaklık değerlerine sahiptir.

d) Silikon kauçuk. Sıcaklıkta sertleşen bu yalıtkan ısıya, ozona ve koronaya karşı yüksek direnç gösterir. Islak veya kuru yerlerde, açıkta veya elektrik borusu içinde kullanılabilir. En yüksek iletken anma sıcaklık değerlerine sahiptir ancak sadece 5000 volta kadar olan uygulamalarda kullanılabilir.

14.1.3 Tablo 14-1'de AWG numaraların metrik sistemdeki muadilleri verilmiştir. Muadil değerleri yukarı yuvarlanmıştır (örneğin AWG #10 için 5.26 mm²'lik alan, metrik sistemde 6 mm²'ye yuvarlanmıştır)

AWG numarası	mm ²	Metrik karşılığı (mm ²)
2	33,631	35,0
4	21,151	25,0
6	13,302	16,0
8	8,366	10,0
10	5,261	6,0
12	3,309	4,0
14	2,081	2,5
16	1,309	1,5
18	0,823	1,0
20	0,518	0,75
22	0,326	0,5

Tablo 14-1. AWG'den metrik sisteme dönüştürme

Not.: Genel uygulama olarak, ikincil tarafta 6,6 amperlik devre şeması için kullanılan telin metrik kesiti 4mm² (#12 AWG) 'dir. Birincil tarafta ise, telin metrik kesiti 10 mm² (#8 AWG) 'dir.

14.1.4 Bazı Devletler, havalimanı tesisatlarına ilişkin Standartları kendi elektrik kurallarına eklemiştir.

14.2 KABLO KILIFLARI

Ametal kılıflar

14.2.1 Ametal kılıflar esnek, nem itici ve uzun süre dayanıklı yapıda olmalıdır. Ametal kablo kılıfı malzemesi olarak sıklıkla kullanılan neopren pek çok yerde kullanıma uygun değildir. Bu madde, sıklıkla, yalıtkanın içine sızabilecek aşırı miktarlarda su emmektedir. Özellikle tropik bölgelerde, bazı ametal kılıf malzemelerinin, mikroorganizmalardan, böceklerden veya bitkisel yaşamdan zarar görebildiği bildirilmektedir. Yeraltına veya elektrik borularının içine döşendiğinde iyi performans sergileyen bazı kılıf malzemeleri, güneş ışığına maruz kalacakları yerlere döşediklerinde hızla bozulmaktadır. Düşük sıcaklıklarda kırılabilir hale gelen malzemeler soğuk bölgelerde kullanılmamalıdır. Bazı bölgelerde, kemirgenler de ametal kılıflı kabloları sıklıkla zarar verebilmektedir. Bu bölgelerde kablolar kanalların içine döşenmeli veya metal kılıflı kablo kullanılmalıdır.

Metal kılıflar

14.2.2 Mekanik hasara veya yüksek iç basınca maruz kalan kablolarda, kurşun, alüminyum veya çelik gibi metal bir kılıf kullanılması gerekir. Kağıt veya cilalı patiska gibi bazı yalıtkanlarda bu korumanın her durumda bulunması gerekmektedir.

14.3 KABLO ÖRTÜLERİ

14.3.1 Metal kılıfların korozyondan korunması için uygun bir kablo örtüsünün veya kablo ceketinin kullanılması gerekebilir.

14.4 EKLANLI KABLolar

14.4.1 Elektrik alanını yalıtkanın kendisine hapsetmek ve kaçak akımların kablonun dışına ulaşmasını önlemek için orta gerilim dağıtım kablolarının ekranlanması gerekmektedir. Havaalanı ışıklandırmasında kullanılan seri devre kabloları ve anma gerilimi beş kilovolt ve üzeri olan tüm metal kılıflı kablolar hariç olmak üzere, anma gerilimi iki kilovolt ve üzeri olan tüm metal olmayan koruyucu kılıflı kablolarda yalıtkanın ekranlanması gerekmektedir. Koruyucu ekranlar elektrik çarpması riskini azaltmak için topraklanmalıdır. Topraklama işleminin her uçta yapılması gerekmektedir aksi takdirde tehlikeli düzeyde endüklenmiş gerilim ortaya çıkabilir.

14.5 KABLolarIN ATEŞE DAYANIKLI HALE GETİRİLMESİ

14.5.1 İniş deliklerindeki, el deliklerindeki ve 1400 volt veya üzeri gerilimde çalışan transformatör depolarındaki kablolar veya bu gerilim seviyelerinde çalışan diğer kablolar uygun püskürtmeli kaplamayla ateşe karşı dayanıklı hale getirilmelidir. Fiziksel ayırım mesafesinin, bariyerle ayırım veya diğer hususların elverdiği durumlarda istisnalar yapılabilir.

14.5.2 Ana iniş deliğine ve elektrik deposunun zemininden geçen kablo kanalı sistemine giren kablolarla özellikle dikkat edilmelidir. Bu noktada kablolardan herhangi birinde meydana gelen bir arıza havaalanı ışıklandırmasının diğer kablolarına yayılarak, kapsamlı bir onarım çalışmasına ihtiyaç doğurabilir.

14.6 KORONA HASARINA KARŞI KORUMA

14.6.1 Ozondan hasar görebilecek yüksek gerilim kablolarının yalıtkanı, ozonu üreten korona kontrol altına alınarak, iletken ile yalıtkanı arasında ince bir yarı iletken film yerleştirilerek bu hasara karşı korunmalıdır. Bu film, iletken ile yalıtkan arasındaki boşlukları doldurarak, korona oluşumunu dolayısıyla da ozon oluşumunu önler.

14.7 KABLO İLETKENLERİ

14.7.1 İletkenlik özelliğinin yüksek olması, esnekliği ve kullanım kolaylığı nedeniyle, çoğu yalıtım-

lı iletken formlarında tavlı bakır kullanılmaktadır. Yarı sert çekilmiş bakırın çekme mukavemeti tavlı bakırdan daha fazladır. Aşındırıcı koşulların kullanımlarını sınırlandırdığı durumlar haricinde, bir seçenek olarak bu iletkenlere izin verilebilir.

14.8 SAĞLIK VE ÇEVRE İLE İLGİLİ HUSUSLAR

14.8.1 Kablolar seçilirken sağlık ve çevre ile ilgili hususlar göz önünde bulundurulmalıdır. Polivinil klorür (PVC) veya kurşun (Pb) gibi halojen içeren ve geri dönüştürülmesi sorunlu olan ürünlerden kaçınılmalıdır. Tercihen bu kablolar, aşağıdaki Standartlarda belirtilen daha çevre dostu kablolarla değiştirilmelidir.

- a) alev ve yanma geciktirici (IEC 60332-3-24);
- b) halojen içermeyen kablo (IEC 60754-1);
- c) zehirli madde içermeyen, paslanmaz kablo (IEC 60754-2) ve
- d) düşük duman emisyonu ve opaklık kablosu (IEC 61034).

14.8.2 Tasarımı yapan ve kabloları alan kişiler, elektrik donanımlarında tehlikeli maddelerin kullanımına kısıtlama getiren Tehlikeli Madde Kısıtlama Yönergesi (RoHS, 2002/95/EC) olarak anılan ve elektrikli ve elektronik donanımlarda bazı tehlikeli maddelerin kullanımın kısıtlanmasına ilişkin yönerge hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Bu yönerge, elektrik ürünlerinin toplama, geri dönüşüm ve geri kazanım hedeflerine ilişkin Atık Elektrikli ve Elektronik Donanım Yönergesi (WEEE, 2002/96/EC) ile bağlantılı olup, aşırı miktarlardaki zehirli e-atık probleminin çözülmesine yönelik yasama girişiminin bir parçasıdır.

14.9 HİZMET SINIFLARI

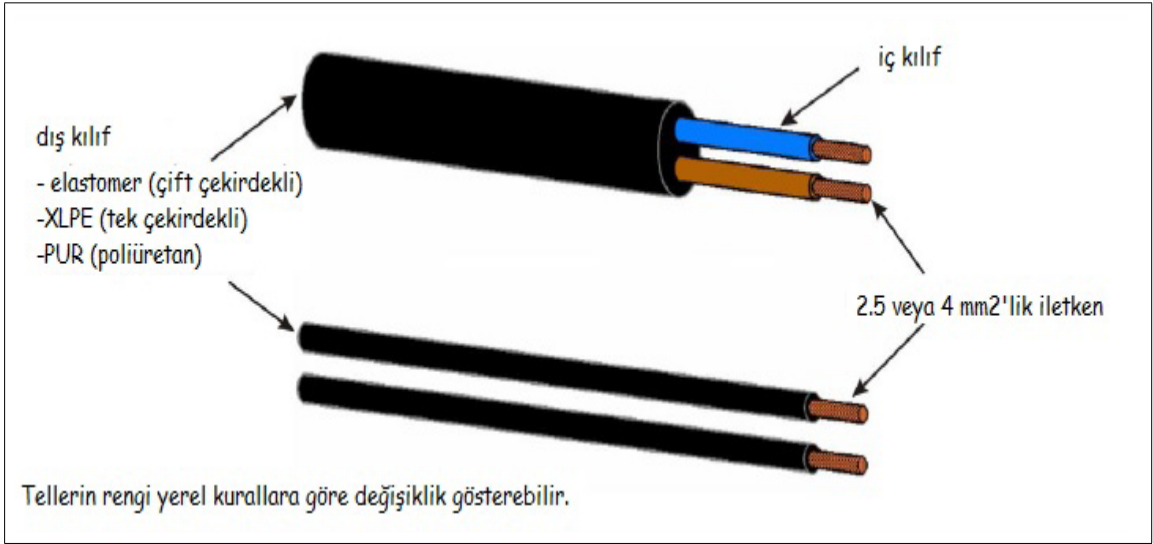
Alçak gerilim kabloları

14.9.1 Alçak gerilim kabloları, seri/seri ayırma transformatörlerinin ikincil devrelerini armatürlerdeki lambalara bağlamak amacıyla, alçak gerilim dağıtım devreleri için, tekli ünitelere ve daha kısa devrelere alçak gerilim besleme devreleri olarak (yalıtım anma gerilimi 600 volt veya altı olan) kullanılmaktadır. İletkenler genellikle bakırdır ancak alüminyum da olabilir. Tek ve çok iletkenli kablolar kullanılmaktadır. Hem som hem de örgülü iletkenler kullanılmaktadır ancak kablonun sık sık esnemesi bekleniyor ise örgülü iletken tercih edilmektedir. İletkenin kesiti 2,5 mm² ila 4 mm² (#14 ila #12 AWG) arasında veya gerilim düşüşünü azaltmak için gerekirse daha fazla olabilir.

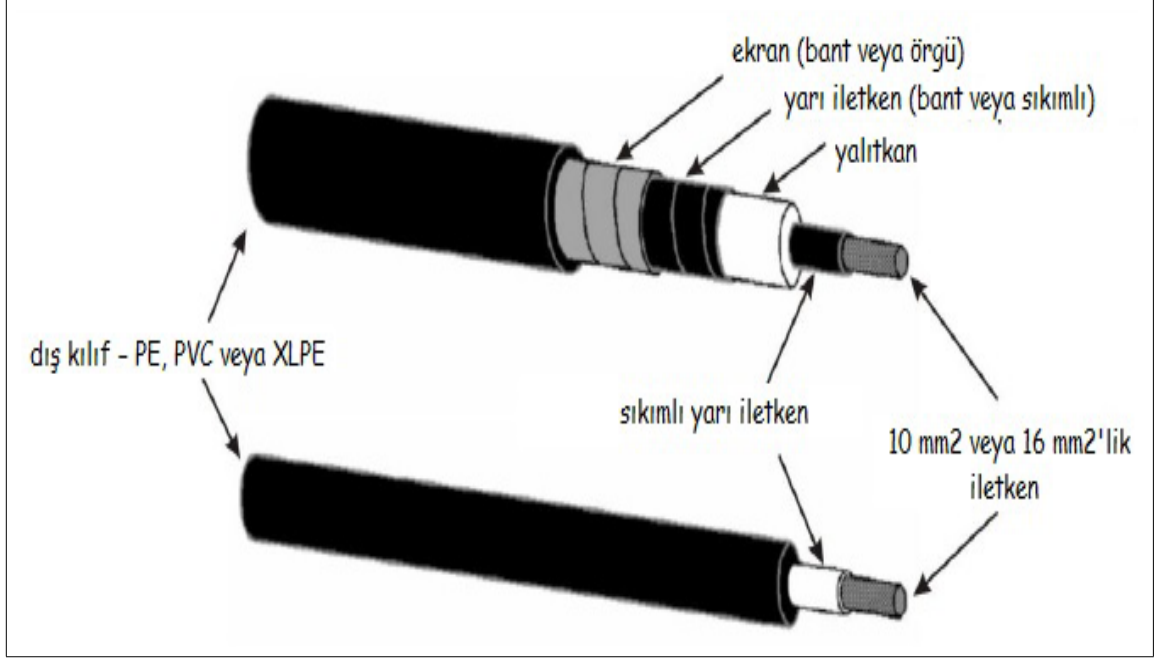
14.9.2 İki iletkenli ikincil uç kablolar için, ilgili Devletin uygulamasına bağlı olarak bir renk kodlaması kullanılır. Avrupa'da, tanımlı iletken (nötr) rengi kahverengi, elektrik taşıyan iletkenin rengi ise mavidir. Kuzey Amerika'da, tanımlı iletken (nötr) rengi beyaz, elektrik taşıyan telin rengi ise siyahtır. Tanımlı iletken, ikincil bağlantı elemanının büyük pimine ve soketin kabuk kısmına (dışlı veya ön odaklamalı) gitmelidir (bkz. Şekil 14-1).

Seri havaalanı ışıklandırma kabloları

14.9.3 Seri ışıklandırma kablosu, birincil kapalı devre ve elektrik deposuna geri dönen besleme hatları için kullanılan tek iletkenli kablodur. Bu devrelerde kullanılan seri akım 6,6 veya 20 amperdir. Yaygın olarak kullanılan iletken kesitleri ise 10 mm² (#8 AWG) veya 16 mm² (#8 AWG) 'dir. İletken genellikle örgülüdür ancak som iletken de kullanılabilir. Yalıtkanın anma değeri genellikle 5000 voltur. Yalıtkan üzerinde ametal kablo ceketleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Yalıtkan ile kablo ceketleri arasında veya kablo ceketleri ile ametal kablo örtüsü arasında metal bantla koruma sıklıkla kullanılan bir yöntemdir ancak bazı tesisatlarda buna gerek olmayabilir. Tercih edilen seri ışıklandırma kabloları; örgülü, bakır iletkenli; çapraz bağlı polietilen, etilen propilen kauçuk veya butil-neopren kauçuk yalıtkanlı; klorosülfolanmış polietilen, polivinil klorür, polietilen veya dayanıklı neopren ceketli; meta bant korumalı kablolardır.



Şekil 14-1. İkincil teller



Şekil 14-2. Birincil kablo

14.9.4 Genel olarak kullanılan gerilim değerleri, 6,6 amper çıkışlı 20 kVA'lık sabit akım regülatörleri için 6000 ila 30330 volt arasında değişmektedir. Daha büyük regülatörlerden daha yüksek gerilimler elde edilebilir (örneğin 6,6 amperde çalışan 30 kVA'lık bir regülatör için 4545 volt). Ancak, regülatör büyüklüğünün 20 kVA ile sınırlandırılması ve ışıklandırma sisteminin yükü dağıtmak için birden fazla devre kullanılarak kurulması tavsiye edilmektedir.

Kumanda kabloları

14.9.5 Kumanda kabloları genellikle çift veya çok iletkenli alçak gerilim kablolarıdır. Bazı basit kumanda devrelerinde bir grup tek iletkenli kablo kullanılabilir. Bazı kumanda kablolarında, hat gerilimi ve/veya nötr için bir veya iki büyük iletken; ayrı ayrı kumandalar için de daha küçük iletkenler bulunmaktadır. Diğer tesisatlarda, hat veya nötr için bir çift büyük tel, ayrı ayrı kumandalar içinse çok sayıda küçük iletken tel kullanılabilir. Çok iletkenli kumanda kablolarında yedi, on iki, on altı veya daha fazla iletken bulunur. Kumanda kablolarının çoğunda örgülü bakır iletkenler kullanılır. İletken ölçüsü, hat gerilimi düşüşünü kabul edilebilir bir aralık içerisinde tutacak şekilde seçilir. İletkenlerin kesit ölçüsü genellikle 2.5 mm² ila 0.5 mm² (#12 ila #22) aralığındadır. Yalıtım direnci değeri, genellikle 250 volt veya altındaki kumanda gerilimi için uygun olmalıdır. Kauçuk, polietilen, polivinil klorür, cilalı patiska ve kağıt kumanda kabloları için kullanılan yalıtkan çeşitlerinden bazılarıdır. Kablo çapını düşürmek için ince bir yalıtkanın kullanılması tercih edilir. Alternatif akım kumanda devrelerinde, devreler arasında endüklenen gerilimi azaltmak için iletkenlerin çift burgulu veya sarmal olması tercih sebebidir. Çok iletkenli kablolarda dış ceket bulunmalıdır ve kablolar metal bantla korunabilir.

Haberleşme kablosu.

14.9.6 Kontrol kulesi, ışıklandırma depoları ve ofisler veya istasyonlar arasında haberleşmeyi sağlamak için özel iç haberleşme ve telefon devreleri kurulmalıdır. Bu devrelerde genellikle bir adet veya daha fazla sayıda çift burgulu telefon tipi kablo kullanılmaktadır. Bu kablolar, yeraltı tesisatlarına uygun olmalıdır. Kumanda kabloları bazı tesisatlarda haberleşme için de kullanılabilir de, ayrı elektrik boruları içinde veya doğrudan gömme yöntemi kullanılacak ise açılan hendek içerisinde birbirinden iyice ayrılmış olan ayrı ayrı kabloların kullanılması tercih edilmektedir.

14.10 TOPRAKLAMA TELLERİ

Yıldırım çarpmasına bağlı hasarların beklenebileceği bölgelerde, yeraltı güç ve kumanda kablolarını yüksek toprak akımı dalgalanmalarından korumak için bir topraklama teli veya elektrik denge teli döşenmelidir. Topraklama teli, toprak yüzeyi ile yeraltı kabloların arasına döşenmelidir. Bazı Devletlerde çelik şeritler kullanılsa da, bu tel genellikle yalıtımsız örgülü bir bakır iletkenidir. Bu topraklama telinin ölçüsü, koruduğu en büyük kesitli iletkenlerden az olmamalıdır. İletkenin kesiti 10 mm² ila 25 mm² arasında (#8 ila #4AWG) veya daha büyük olabilir. Kesintisiz bir iletken olmalı ve güzergahı boyunca uzanan her armatüre, ışık kaidesine ve topraklama çubuğuna veya bağlantıya bağlanmalıdır.

14.11 KABLO HASARININ NEDENLERİ

14.11.1 Havaalanı ışıklandırma arızalarının sık görülen nedenlerinden biri kablo hataları/arızalarıdır ve bunların yerinin tespit edilerek onarılması için ciddi zaman gerekmektedir. Etkin kablo arızası azaltma yöntemleri sistemin güvenilirliğini artırmaktadır. Kablo hasarının nedenlerinin daha iyi bilinmesi, kablo tiplerinin ve kablo döşeme usullerinin seçilmesinde yardımcı olacaktır. Bu nedenlerden bazıları aşağıda ele alınmaktadır.

Mekanik hasar

14.11.2 Kablo arızalarının çoğu muhtemelen mekanik hasardan kaynaklanmaktadır. Mekanik hasarın en yaygın nedeni muhtemelen zayıf tesisat teknikleri ve prosedürleridir ancak don şişmesi, uçak veya araç trafiğinin titreşimi, kemirgenler, yer kayması veya çökmesi ve daha pek çok neden kablolarda fiziksel hasara yol açabilmektedir. Bazı mekanik hasar tipleri şunlardır:

- a) yalıtım maddesindeki çentik ve sıyrıklar.
- b) kanallardan çekilirken veya doğrudan gömme işlemi için sererken kabloların aşırı gerilmesi.
- c) Kablo hendeklerinin yataklarında veya dolgularındaki taşlar veya yabancı maddeler.
- d) el deliklerinde, iniş deliklerinde, ışık kaidelerinde, elektrik borularında, armatürlerde, donanım bağlantılarında, bağlantı elemanlarında, ek yerlerinde, kablo hendekleri ve elektrik boruları boyunca veya çökme, bakım, tesisat veya hava durumunun gerginliği artırabileceği diğer yerlerin içinde veya girişlerinde yetersiz gevşeklik payı bırakılması.

- e) ek yerlerinde veya bağlantı yerlerinde iletkende oluşabilecek çentiklerin daha sonra iletkenin kopmasına yol açabilmesi.
- f) gerek dikey gerekse yatay kablo hendeklerinde, kablo gevşeklik payı ilmeklerinde veya toprak sıkışmasının ya da donmanın etkisiyle iki ayrı kablo bölümünün doğrudan temas edebileceği yerlerde kablo ayrımının yetersiz olması.
- g) donma veya don şişmesi nedeniyle kabloların buz, donmuş toprak veya herhangi bir katı cisim veya maddeyle zorlanması. Bu gibi noktalarda gerginliği azaltmak için uygun tamponlama yapılması ve gevşeklik yapı bırakılması gerekmektedir.
- h) iniş deliklerinde veya kabloların sarkık veya açıkta bırakılması sonucu cisimlerin veya kişilerin kabloları basınç uygulayabileceği diğer alanlarda kabloların yeterince desteklenmemesi.
- i) kabloların üzerinden geçen trafiğin veya kabloları bağlı ya da kabloların yakınlarındaki teçhizatın çalışmasından kaynaklanan titreşim sonucu meydana gelebilecek iletken, kaplama veya yalıtım maddesi yorulması. Bu durumların görüldüğü veya yaşanabileceği durumlarda, kablolar titreşim alanının iyice ötesinde uzanan kanallar içerisinde döşenmelidir.
- j) elektrik borularının veya kanallarının kırılması sonucu meydana gelebilecek kablo kopmaları. Elektrik kanalları ve boruları iyice bağlanmış ve uygun dolgu maddesiyle sıkıştırılmış olmalıdır.

Su sızması

14.11.3 Su kablo kılıfından veya yalıtım malzemesinden geçerek iletkene sızdığına topraklama arızası meydana gelir. Su girmesi veya sızıntısı ek yerlerinde, bağlantı yerlerinde, kablo bağlantı uçlarında, fiziksel hasarlı bölgelerde, yalıtımın yetersiz düzeyde olduğu yerlerde, yıldırım veya aşırı gerilimden kaynaklanan deliklerde ve diğer kusurlarda görülebilir.

14.11.4 Yanlış yapılmış ek yerleri ve yanlış takılmış olan bağlantı takımları da su sızmasının sık kaynaklarından biridir (Ek yerlerinin bırakılması ve bağlantı elemanlarının takılması ile ilgili talimatlar için 14.12. sayılı maddeye bakınız.).

14.11.5 Kabloların ucundan su girmesini önlemek için bu uçlar donanımına bağlanmadan önce ve de bağlandıktan sonra temiz ve nemden uzak tutulmalıdır. Yedek kabloların uçları da aynı şekilde korunmalıdır. Bazı yalıtım türleri, özellikle kağıt ve mineral dolgu, nem oranının yüksek olduğu dönemlerde atmosferden nem çekebilir. Bu tür kabloların uçları, ekipmana bağlandıktan sonra daima kapalı tutulmalıdır.

14.11.6 Bazı yalıtım malzemelerin yapıları gereği veya kusurlu yerlerinden içlerine aşırı su girebilir. Yalıtım direnci üzerinde yapılan kalite testleriyle bu tür kusurlar tespit edilmelidir. Bazı neopren ceketli kabloların suya yeterince dirençli olmadığına dair bildirimler bulunmakla birlikte, diğer bildirimlerde bu kablo tipinin iyi performans sergilediği belirtilmiştir. Kablo alınmadan

önce, tercihen aynı üreticiden temin edilmiş olan, aynı kablo tipinin diğer tesisatlardaki performansı araştırılmalıdır.

14.11.7 Yıldırım çarpması, kabloları ciddi hasar verebilir veya ortaya çıkan gerilimler, gözenek oluşumuna yol açarak yalıtkanın zarar görmesine yetecek düzeyde olabilir. Bu gözeneklerin, kablo geçiş noktalarında veya kablonun metal iletkenlere yakın ya da metal iletkenlere temas halinde olduğu yerlerde görülme olasılığı daha yüksektir. Düzgün bir şekilde yerleştirilmiş olan topraklama teli veya elektrik dengeleri yıldırım çarpmasından kaynaklanan hasarı azaltacaktır.

14.11.8 Kazara veya hatalı çalıştırma sonucu bir kabloya aşırı gerilim uygulanabilir. Kabloda oluşan hasar hemen fark edilemeyebilir.

14.11.9 Tesisat tasarımında, kabloların veya iletkenlerin uzun süre su altında kalmasını önlemek için kanallarda ve iniş deliklerinde drenaj yolları bulunmalıdır.

Kimyasal hasar

14.11.10 Çoğunlukla, havaalanı ışıklandırma kabloları, düzenli olarak ya da zaman zaman yakıtların, yağların, asitlerin veya başka kimyasalların mevcut olabileceği alanlarda bulunmaktadır. Bu kimyasallar bazı kablo türlerinin yalıtım direncini olumsuz etkiler. Kabloların bu tür kimyasallara maruz kalabileceği biliniyor veya bu durumdan şüpheleniliyor ise, bu kimyasallara dirençli bir kablo tipi seçilmelidir. Bazı buzlanmayı giderme sıvılarının uygulandığı yerlerde neopren ve kauçuk yalıtkanlar uygun olmayabilir.

Kemirgenlerden kaynaklanan hasar

14.11.11 Bazı bölgelerde, kemirgenler, özellikle de yalıtım malzemesini kemiren tarla sincapları doğrudan gömme kabloları zarar vermektedir. Kabloların yaydığı ısıdan veya tadından dolayı kemirgenleri çekebileceğine dair bazı bulgular mevcuttur. Kemirgenlerden kaynaklanan hasarın ciddi bir sorun olduğu durumlarda, kabloların kanal içine döşenmesi veya özellikle açıktaki ikincil uç kabloları korumak için metal kılıflı kabloların kullanılması tercih edilebilir.

Mikroorganizma veya bitki hasarı

14.11.12 Mikroorganizmaların veya bitkilerin tropik veya dönence altı alanlarda bazı kablo tiplerine zarar verdiği bildirilmektedir. Bu tür problemlerin yaşanabileceği öngörülüyor ise, söz konusu mikroorganizmalara ve bitkilere karşı dayanıklı olduğu bilinen bir kablo tipi seçilmelidir.

Ozon ve korona hasarı

14.11.13 Bazı kablo yalıtkanları, ozondan veya buna bağlı olarak söz konusu devrenin veya yakın devrelerin ürettiği koronadan hasar görür. Bu etkilere karşı yeterli direnç gösteren kablo yalıtkanları mevcuttur. Kablo yüksek gerilim taşıyorsa veya diğer ozon ya da korona kaynaklarına maruz kalma olasılığı varsa, bu niteliklere sahip kablolar seçilmelidir. Geçmişte, bazı Devletlerde, pist ve yaklaşma ışığı seri sistemlerinde, bu sistemlerin bir yıl içerisinde tam yoğunlukta kullanıldığı saat sayısının nispeten az olduğu gerekçesiyle, korona hasarına karşı korumalı olmayan kablolar kul-

lanılmıştır. Sonuç olarak, bu kablolar hizmet süresinin sadece küçük bir bölümü boyunca yüksek gerilime maruz kalmaktadır. Maliyet azaltımı az olduğundan ve bu kablolar güç dağıtım devrelerine takılabildiği ve sürekli olarak yüksek gerilim stresine maruz kalabildiği için bu uygulamanın makbul olmadığı tespit edilmiştir.

Ultraviyole hasarı

14.11.14 Yeraltı tesisatlarında yeterli düzeyde performans gösteren bazı kablo yalıtkanları, yaklaşma ışık kuleleri gibi yükseltilmiş mesnetlerde kullanıldığında güneş ışığına maruz kalınca hızla gevreyerek kırılğan hale gelebilmekte ve bozulabilmektedir. Bu kablonun bu şekilde risk içermesi durumunda ultraviyole ışınlara dirençli yalıtım malzemesine sahip bir kablo seçilmeli veya kablo metal boru içine döşenmelidir.

Kablonun durumun bozulması.

14.11.15 Çoğu kablo zaman içinde yavaş yavaş bozulur. Yeraltı kabloların kullanım ömrü, on ile yirmi yıl olmalıdır.

14.12 KABLO BAĞLANTILARI

Not: Kanallarda kablo ek yerleri bulunmamalıdır; ek yerleri sadece iniş deliklerinde ve el deliklerinde tolere edilir.

Kablo ekleri

14.12.1 Tüm kablo ekleri, yüksek standartlı işçilik kullanılarak, deneyimli ve kalifiye ustalar tarafından yapılmalıdır. Ek yöntemleri ve malzemeleri, ek yapılan belirli bir kablo tipine yönelik ek malzemesinin üreticisi tarafından tavsiye edilen tipte olmalıdır. Tüm kablo ekleri aşağıdaki gerekliliklere uygun olmalıdır.

14.12.2 5000 volt üzeri gerilim değerleri için yalıtımlı güç kabloları. Ek yapılan kablo tipi için tasarlanmış olan ek kitleri kullanılmalıdır. Bu tür kitlerin bulunmadığı durumlarda Bantlı ek yerleri maddesine (bkz. 14.2.6) uygun olarak yapılan bantlı ekler kullanılabilir. Epoksi veya reçine ekler kullanılmamalıdır.

14.12.3 600 ila 5000 volt yalıtımlı güç kabloları. Kablo için tasarlanmış olan basınçlı epoksi reçine ek yeri kaplamaları ve dökme ek malzeme kitleri, üreticinin talimatlarına sıkı bir şekilde uyularak kullanılmalıdır. Bantlı eklemeler sadece gerekli olduğu takdirde kullanılmalıdır.

14.12.4 600 volt veya altındaki gerilim değerleri için yalıtımlı güç kabloları. Tüm doğrudan toprağa gömme kablolar için uygun olan dökme ek malzeme kitleri veya basınçlı epoksi reçine ek yeri kaplamaları kullanılabilir. Kaplama örtüsü olarak öngermeli veya ısıyla daralan makaron kullanılarak yapılan bantlı eklemeler de kullanılabilir.

14.12.5 Kumanda ve telefon kabloları. Termoplastik yalıtımlı basınçsız kablolarda yeniden girilebilir dolgu türde bir ek yeri kaplaması mevcuttur. Mevcut basınçlı, kurşun kaplama veya kağıtla yalıtılmış kablolarla yapılan ekler, ilgili otoritesinin gerekliliklerine uygun şekilde olmalıdır.

Bantlı eklemeler

14.12.6 Uygun bağlantı elemanları ve ek malzemesi kitleri temin edilemediğinde genellikle bantlı eklemeler kullanılmaktadır. Bantla ekleme yapılacaksa, tatmin edici düzeyde hizmet elde etmek için doğru teknik kullanılacaktır. Aşağıda açıklanan teknik, sadece tek iletkenli kablolarla yöneliktir ancak uygun düzenlemelerle, çok iletkenli kablo ekleri için de geçerlidir.

14.12.7 Birleştirilecek olan kablo uçları temiz tutulmalı ve daima nemden korunmalıdır.

14.12.8 Şekil 14-3'te gösterilen şekilde, dikkatle sıyrarak, birleştirilecek olan kabloların uçlarından kablo kaplaması, kablo ceketi, metal koruyucu, kablo kılıfı ve yalıtkanı çıkarılır. İletkenden çentik oluşmaması için çok dikkatli bir şekilde, iletkenin yaklaşık 3 mm'lik kısmı artı sıkıştırılmalı bağlantı elemanının yarı uzunluğu boyunca tüm yalıtkan kalıntıları çıkarılır. Yalıtkan iletkenden düzgün bir şekilde en az 4 cm kadar geri sıyrılır. Kablo kılıfı, metal bant, kablo ceketi vs. yalıtkan tabakasının dış yüzeyi boyunca yine 2 cm kadar geri sıyrılır. Sıyrılarak kaydırılan bu kısım, sıyrılan kısma gelen su yollarını kapatacaktır. Eğer varsa, kabloyu korumak için kullanılan metal bandın bütünlüğü tüm ek yeri boyunca bozulmaz. Aynı şekilde, ametal kılıf da en az 2 cm kadar sıyrılır. Bütün çelik veya metal zırh ya da dış metal kaplama çıkarılır ancak ek parçaya yeniden bağlamak için ağızlıklar ve uçlar bırakılır.

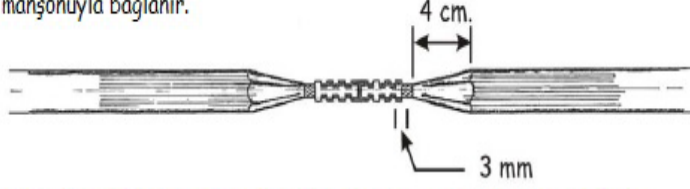
14.12.9 İletkenin uçlarını birleştirmek için sıkıştırılmalı tip bağlantı elemanı kullanılır. Çıkarılmadan tam sıkışma sağlayacak şekilde tasarlanmış bir alet kullanılarak, iletken iletkenlerin uçlarına sıkıştırılır. Ayrıca, arzu edilirse, iletken bağlantı elemanı lehimlenebilir.

14.12.10 Kaliteli bir kauçuk veya suni kauçuk bant kullanılarak, bant üzerinde yaklaşık yüzde 25 uzama için yeterli gerginlik korunarak ve bant genişliğinin yakalıklı yüzde 50'si üst üste gelecek şekilde, her seferinde bir kat bant dikkatle sarılır. Katların her biri, sıyrılan kesim boyunca biraz daha yukarı çıkarak yalıtkan boyunca uzanacaktır. Kauçuk bant katları bu şekilde, yalıtkan tabakanın tam boyutuna gelene kadar artırılır.

14.12.11 Yalıtkanın üzerinde koruma bandı kullanılıyorsa, ek yeri boyunca bütünlüğü bozulmaması gereken metal bant lehimlenerek veya uygun bağlantı elemanları kullanılarak bağlanır. Gerekiirse aynı tip ekstra metal bantla sarılır.

14.12.12 Kauçuk bant, 14.12.10 sayılı maddede anlatılan şekilde, kablo çapının en az 1,5 katı olana kadar sarılmaya devam edilir. Boşluk kalmasını önlemek için ve kablonun yüzeylerine ve iç taraftaki her bir bant katmanına içine iyice yapışması için bant dikkatli bir şekilde gerilmelidir.

- 1.Kablolar 3 mm artı bağlantı elemanının uzunluğunun yarısı kadar soyulur.
- 2.Yalıtkan 4 cm kadar özenle yontulur.
- 3.İletkenler kıvrırma manşonuyla bağlanır.



- 4.Bantlanacak olan yalıtım yüzeyi kloroten veya izopropille temizlenerek kurumaya bırakılır.
5. Yarı yarıya üst üste binecek şekilde ve yontulan yalıtkanın 2,5 ilerisine kadar, yüksek uzama gerginliğinde bir kat elektrik bandı uygulanır (bu bant kopmadan önce %600'ün üzerinde esner).



6. Yarı yarıya üst üste binecek şekilde ve eşit aralıklarla elektrik bandıyla takviye edilerek yalıtkan, normal kablunun dış çapının seviyesine getirilir.



- 7.Yarı yarıya üst üste binecek şekilde ve yontulan alanın 8 cm ilerisine kadar 2 kat daha elektrik bandı uygulanır.



8. Ek yerinin tamamı yarı yarıya üst üste binecek şekilde ve takviye edilen alanın 13 cm ilerisine kadar 4 kat bantla kaplanır.

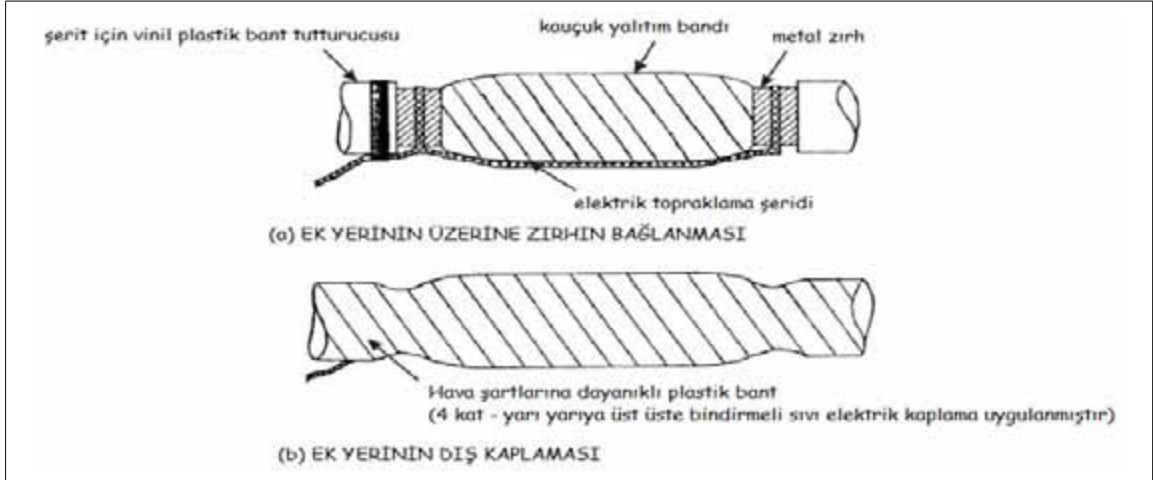


Şekil 14-3. Bantlı Ek Yeri - genel (üreticinin talimatlarına bakınız)

14.12.13 Kauçuk bant üzerine, birkaç kat yüksek yalıtım dirençli, alev geciktirici, hava şartlarına ve soğuğa dayanıklı bant eklenir. Uygun gerginlikle ve her turda genişliğinin yaklaşık yüzde 50'si üst üste gelecek şekilde plastik bant uygulanır. Plastik bant, ek yerinin her iki tarafında kılıf yalıtkanının yüzeyi boyunca en az 3 cm uzanmalıdır.

14.12.14 Kablo çelik zırlıysa veya başka bir metal kaplaması varsa, ek yeri boyunca topraklama şeridi bağlanır ve uygun kısaçallı bağlantı elemanlarıyla ve/veya lehimle eklemelerin her bir tarafında kablonun zırhına bağlanır (bkz. Şekil 14-4(a)). Kablo kurşun kaplamalıysa, kablonun üzerindeki kurşun kaplamaya su geçirmez bir dolgu sağlamak için ek yerinin üzerine uygun bir kurşun lehimleme yapılır. Korozyona karşı koruma için metal örtünün üzerine kaplama yapılmışsa, söz konusu çalışmanın yapıldığı alanda kablonun tüm yüzeyine ve ek yerine benzer malzemeden bir kaplama uygulanır.

14.12.15 Kablo ekleme işlemi, en iyi, piyasada satılan ve içinde uç uca ekleme bağlantı elemanları ve epoksi kaplama maddeleri bulunan ek kablo kitleri kullanılarak yapılmaktadır. Bu kitler, su geçirmeyen ve mekanik olarak güçlü bir ek yeri yapmaya yardımcı olmaktadır. Zırlı kablolarda, eğer mekanik kuvvetin korunması gerekiyorsa, ek yapmak zordur; zırhı sıkıca kavrayacak özel mekanik bağlantıların üretilmesi gerekir.



Şekil 14-4. Çelik zırlı kabloda bantlı ek yeri

14.13 HAVAALANI IŞIKLANDIRMASI BAĞLANTI KİTLERİ

14.13.1 Bağlantı kitlerinin kullanımı. Son yıllarda, seri devre bağlantılarının çoğu bağlantı elemanı kitleri kullanılarak yapılmaktadır. Bağlantı elemanı kitlerinin maliyetinin ciddi düzeyde olmasına rağmen, tesisattaki zaman tasarrufu ve arızaların yeri belirlenirken devrelerin kolayca açılıp tekrar kapatılabilmesini sağlamaları sebebiyle, kullanılmaları tercih edilmektedir. Günümüzde çoğu ayırma transformatörü uçlarında bağlantı elemanlarıyla birlikte üretilmekte olduğundan, kablo bağlantı elemanlarına ihtiyaç duyulmaktadır ve bu bağlantı elemanları trafonun seri devreye veya ışığa kolayca bağlanması veya ayrılması için kolay bir yöntem sağlamaktadır. Tek iletkenli birincil bağlantı elemanları ve iki iletkenli ikincil bağlantı elemanları Şekil 14-5 ve 14-6'da gösterilmektedir.

Bağlantı elemanlarının takılması

14.13.2 Kablo uçları, talimatlara uygun şekilde, gerek her iki kablo ucu gerekse bağlantı elemanının yüzeyleri kirden ve nemden arındırılmış olarak, dikkatle hazırlanmalıdır. Boşluk kalmasını önlemek için, kablo ile bağlantı elemanının iç tarafı arasındaki her türlü boşluğun jelle doldurulduğundan emin olunmalıdır. Bağlantı elemanları takıldıktan sonra, içeride bağlantının zorlanarak ayrılmasına yol açabilecek hava kalmaması sağlanmalıdır. Bağlantı yerinin temiz tutulması ve ayrılmasını önlemek için birleşim yerinin üzerinin vinil elektrik bandıyla bantlanması tavsiye edilmektedir.

14.13.3 Şekil 14-7'de birincil bağlantı elemanlarının ve saha tipi ek yerlerinin kullanımı gösterilmektedir. Değiştirilmiş olan (b) yöntemi, tesisatın ilk işçilik maliyetini artırmasına rağmen, daha sonraki bakım maliyetlerini azaltması tavsiye edilmektedir. (a) yönteminde gösterildiği gibi sahadaki takılan bağlantı elemanları yerine, fabrikada kalıplanan bağlantı elemanlarının ve ek yerlerinin kullanılması tavsiye edilmektedir.

14.14 İLETKENLERİN BAĞLANMASI

Güç iletkenleri

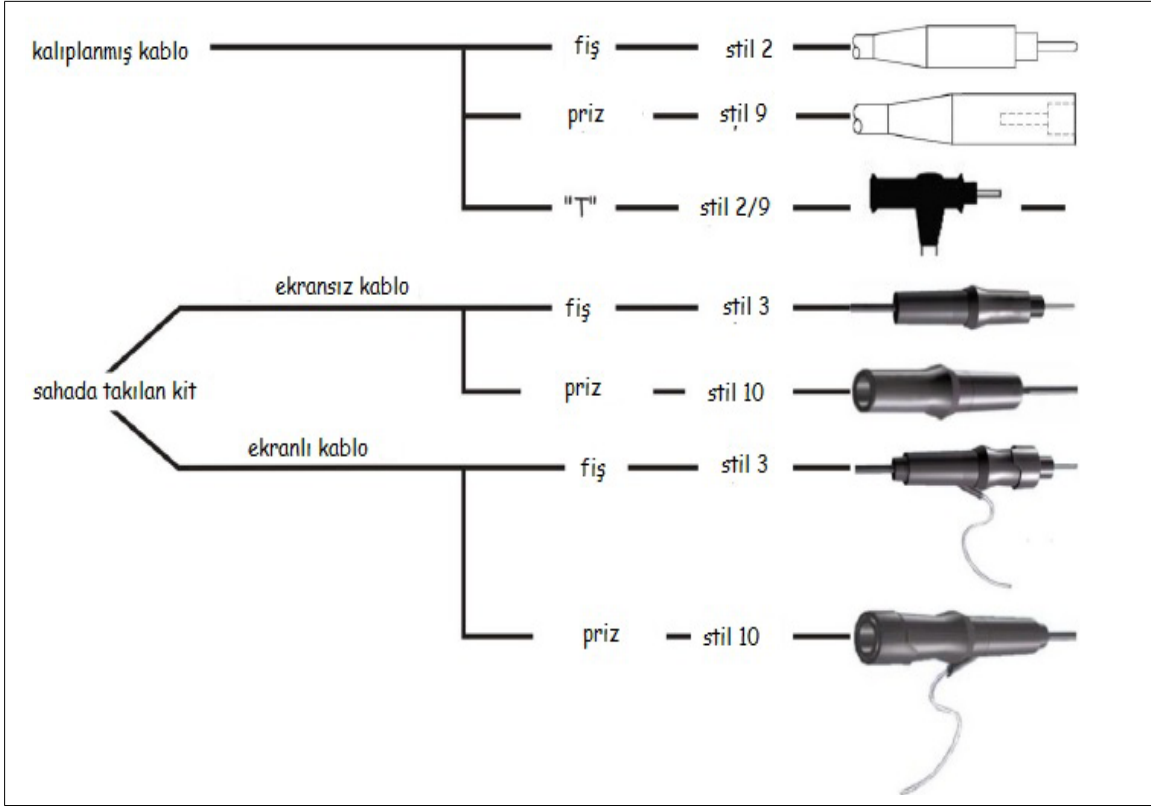
14.14.1 Kablo iletkenlerinin bağlantıları, çıkarılmadan tam olarak sıkıştırılacak şekilde tasarlanmış bir sıkıştırma aleti kullanılarak, sıkıdırılmalı bağlantı elemanlarıyla yapılmalıdır. 600 volt veya altındaki alçak gerilim devreleri için ek ve tespit klemensleri kullanılabilir.

Kumanda ve telefon kabloları

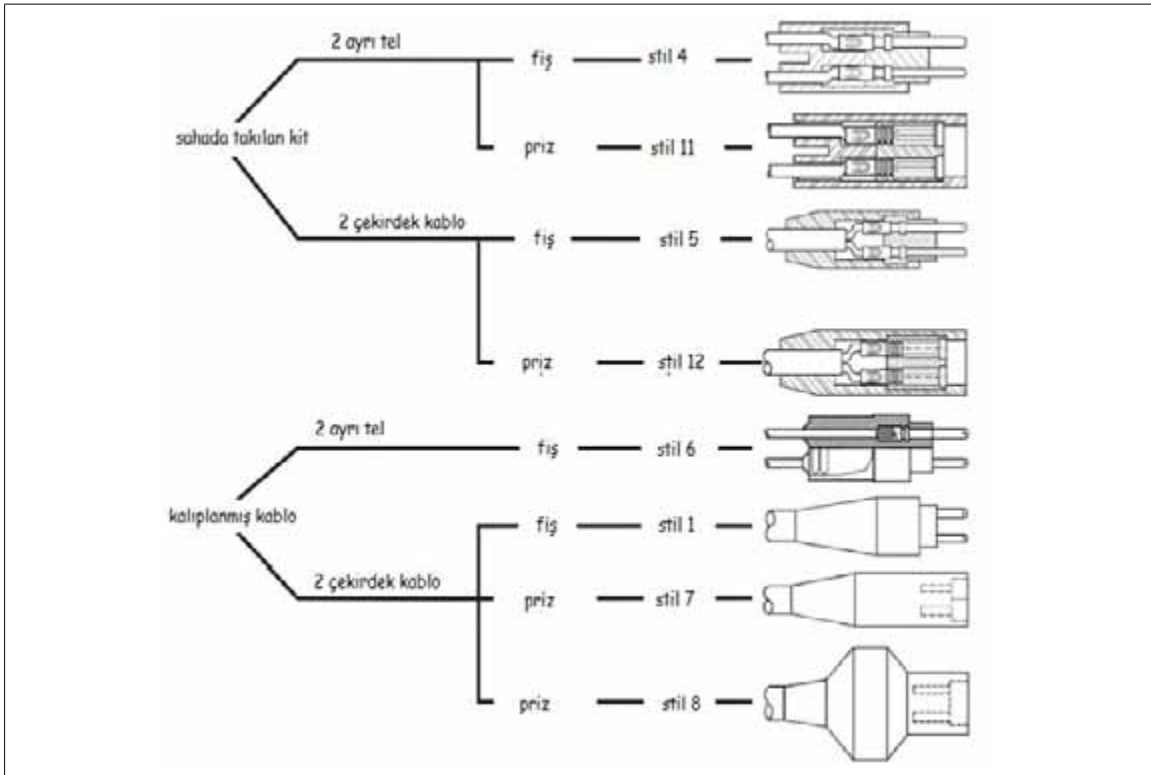
14.14.2 Telefon ve kumanda iletkenlerinin birleştirilmesi, bükülü ve lehimli bir ekle veya uygun kendinden yalıtımlı, ön izolasyonlu bağlantı elemanı ile bu bağlantı elemanını sıkıdırılmak için tasarlanmış olan özel alet kullanılarak yapılabilir. Tesisat işleminde iletkenlerin renk kodlamasına uyulmalıdır.

Kablo zırh ve kılıfları

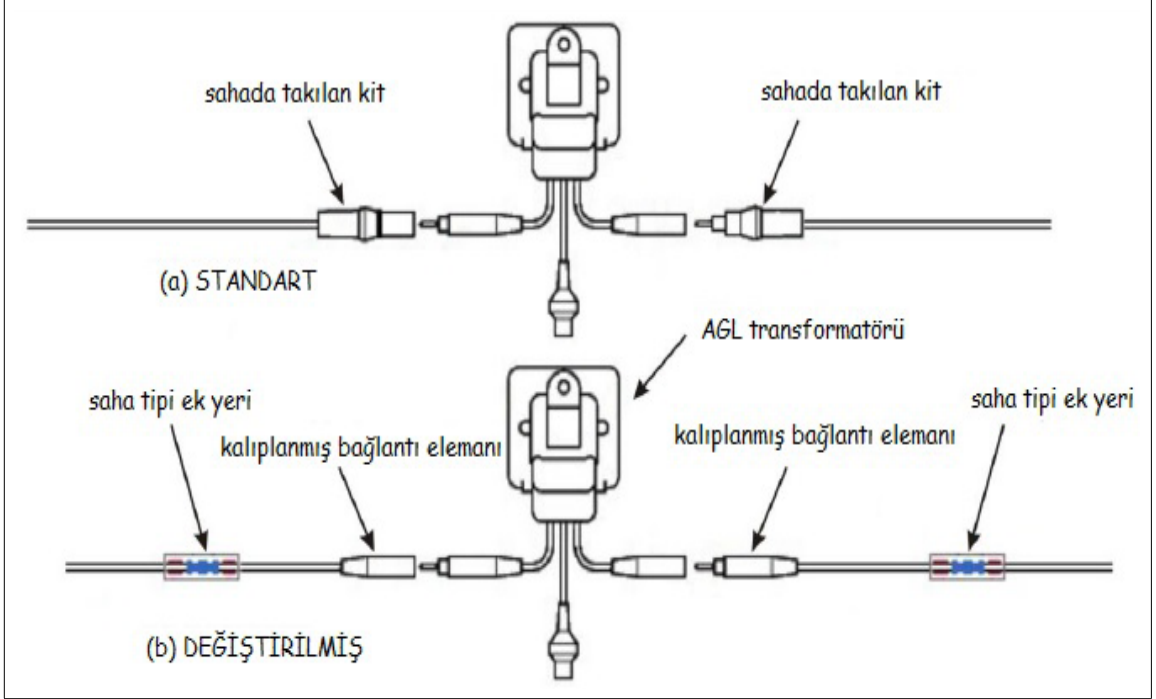
14.14.3 Zırhlı kılıflar, temizlenerek ve lehimlenerek ek yeri boyunca elektrik bağlantısı yapılmalıdır. Gerekirse, metal şerit ve iletken bant parçaları kullanılabilir. 13.5.6. sayılı maddede belirtilen hususlar hariç olmak üzere, kablo zırhı ve kılıfı, birbirinden ve topraktan tam olarak izole edilmiş olmalıdır.



Şekil 14-5. Birincil bağlantı elemanları



Şekil 14-6. İkincil bağlantı elemanları



Şekil 14-7. Saha tipi ek yerleriyle yapılan birincil bağlantılar





BÖLÜM
15

KABUL VE BAKIM TESTİ

15. BÖLÜM

KABUL VE BAKIM TESTİ

15.1 UYGULAMA

15.1.1 Bu bölümde açıklanan test usulleri, yeni tesisatların kabul testleri için geçerli olup, sistem çalışır hale getirilmeden önce yapılması gerekmektedir.

15.2 GARANTİ SÜRESİ

15.2.1 Nemli veya kirli kablo bağlantı elemanlarının bozulması veya hatalı kurulum uygulamalarına bağlı kablo hasarı çoğu zaman kurulumdan birkaç ay sonra ortaya çıkmaktadır. Her kurulum sözleşmesinde, kurulumu gerçekleştiren yüklenicinin en az bir yıl boyunca, kötü işçilik veya kusurlu malzeme veya donanımdan kaynaklanan tüm kablo ve donanım arızalarının onarılmasından ve değiştirilmesinden sorumlu tutulabileceği bir garanti maddesi bulunmalıdır.

15.3 KALİTE KONTROL USULLERİ

15.3.1 Gözle muayene. Tüm muayene ve test usulleri içinde en önemlisi gözle yapılan etraflı muayenelerdir. Kurulum sırasında, kurulum tamamlandığında ve devrelere enerji verilmeden önce sık sık gözle muayene yapılmalıdır. Dikkatli bir gözle muayene işlemi, kabul testlerinden ve enerji verme işleminden önce düzeltilebilecek kusurları ortaya çıkaracaktır. Kusurların elektrik testlerine veya enerji verme işlemine tabi tutulması durumunda ciddi hasar meydana gelebilir. Gözle muayene kapsamında aşağıdaki hususların muayene edilerek değerlendirilmesi gerekir:

- a) dış bağlantıların doğruluğu;
- b) iyi çalışma performansı;
- c) temizlik;
- d) emniyet tehditleri ve
- e) ayrı ayrı maddelere ilişkin özel gereklilikler.

15.3.2 Teknik özelliklere uygun olarak imal edilmiş olan tüm donanım sevkiyat öncesinde katı fabrika testlerinden geçirilmelidir ancak teslim alındıktan hemen sonra da sevkiyat hasarı tespiti için gözle kontrol edilmelidir.

15.4 KABLO, BAĞLANTI ELEMANLARI VE AYIRMA TRANSFORMATÖRÜNÜN KONTROLÜ

Transformatörlerin birincil ve ikincil kablo uçlarında, fabrikada takılmış olan kalıplanmış bağlantı

elemanlarının bulunması gerekmektedir. Tesisat sırasında bu unsurların gözle muayene edilmesi özellikle önem arz etmektedir zira önemsiz kesikler, ezilmeler veya yanlış kullanım giderek ilerleyecek olan bir bozulmaya yol açabilir ve nihayetinde tam arıza ortaya çıkabilir ancak bu durum kabul testlerinden bir süre sonra yaşanabilir. Kurulum sırasında bu unsurlar muayene edilerek, aşağıdaki hususlar tespit edilmelidir:

- a) Kalıplanmış bağlantı elemanları birbirine takıldığında birleşme yüzeylerinin temiz ve kuru olması. İçleri temiz ve kuru ise, bu yüksek gerilim bağlantı elemanları, bantlamayla bilindik yüksek gerilim ek yerlerine eşdeğer veya daha üstün bir bağlantı oluşturur. Bunun aksine, eğer içleri kuru veya kirli ise, hiç bir bantlama miktarıyla yeterli düzeyde bir bağlantı elde edilemez. Bağlantı elemanlarını bir arada tutmak ve birleşme yerlerini temiz tutmak için iki veya üç tur bant sarılması tavsiye edilmektedir. Birleşme yüzeylerinin temizliği, en iyi fabrikada takılan kapakların son bağlantı yapılarına kadar yerinden çıkarılmaması suretiyle sağlanabilir. Kapaksız bağlantı elemanlarının birleşme yüzeyleri yere bırakılmamalı, bu yüzeylere dokunulmamalı veya üstlerine nefes verilmemelidir. Bir bağlantıyı koparmak gerekiyorsa, bağlantı elemanlarının ağızı derhal kapatılmalıdır.
- b) Bağlantı elemanlarının birbirine tam takılması. İlk takma işleminin ardından, içeride kalan hava basıncı, kilit dili ile yuvasını kısmen birbirinden ayırabilir. Bu durumda, birkaç saniye bekledikten sonra bu iki parça tekrar birbirine itilmelidir. Parçaların yerinde durması için iki veya üç tur bant uygulanmalıdır.
- c) Kabloların kürekle kesilmemiş, birbirine dolaşmamış, araç tekerlekleriyle ezilmemiş, taşlarla berelenmemiş veya elleçleme ve tesisat sırasında herhangi bir şekilde hasar görmemiş olması;
- d) kabloların bitmiş zemin altında belirtilen derinliğe gömülmüş olması ve tesisat şartnamesindeki diğer tüm ayrıntılı gerekliliklerin yerine getirilmiş olması;
- e) kabloların doğrudan birbirinin üzerinden geçmemesi ve aralarında gerekli mesafeler bırakılarak ayrılmış olması;
- f) kabloların altına ve üstüne taranmış malzeme yerleştirilmiş olması ve kabloların temas eden taş veya çakıl olmaması ve
- g) kabloların bir elektrik borusuna girerken veya borudan çıkarken sert bir şekilde bükülmemiş olması ve ileride meydana gelebilecek çökmelerin keskin bükülmelere yol açmayacağı şekilde sıkıştırılmış zeminle güzelce desteklenmiş olması.

15.5 SABİT AKIM REGÜLATÖRLERİNİN KONTROLÜ

15.5.1 Her sabit akım regülatörü kontrol edilerek, porselen buşinglerde çatlak olmadığı, sevkiyat sırasında hasar oluşmadığı, bağlantıların doğru olduğu, anahtarların ve rölelerin rahat çalıştığı ve bağlı ya da herhangi bir engele takılı olmadığı, sigortaların (eğer gerekli ise) doğru olduğu ve yağlı regülatörlerin yağ seviyesinin doğru olduğu doğrulanmalıdır. Bu muayene için sadece röle

panelinin kapakları çıkarılmalıdır. Yağlı regülatörlerin ana deposunun açılmasına gerek yoktur. Regülatör muayene plakasındaki bilgiler takip edilmelidir. Tüm kapaklar temizlenerek muayeneden sonra sıkıca değiştirilmeli ve testler tamamlanmalıdır.

15.6 IŞIK ARMATÜRÜ VE BİKİN MUAYENESİ

15.6.1 Işıkların renginin, miktarının ve yerlerinin tesisat çizimlerine uygun olup olmadığını tespit etmek için muayene yapılmalıdır. Işıkların her biri muayene edilerek, çalışır durumda oldukları, camlarında kırık veya çatlak olmadığı, doğru lambaların takılı olduğu ve uygun şekilde dengele- nerek, yönlendirildiği doğrulanmalıdır.

15.7 ÇEŞİTLİ PARÇALARIN MUAYENESİ

Kumanda panelleri, röle kabinleri, elektrik panoları vb. bileşenler gözle muayene edilerek, hasar olup olmadığı, bağlantıların doğruluğu, sigorta ve devre kesici anma değerlerinin uygunluğu ve tesisat çizimlerine uygunluk durumu kontrol edilmelidir.

15.8 SİSTEM ÇALIŞMA TESTİ

15.8.1 Önceki paragraflarda belirtilen şekilde bileşenlerin ve devrelerin muayeneleri yapıldıktan sonra tüm sistem aşağıda belirtilen şekilde test edilmelidir:

- a) Kontrol kulesindeki ışıklandırma panellerinin anahtarlarının her biri, her anahtar konumu- na en az iki kez gelinecek şekilde çalıştırılmalıdır. Bu işlem sırasında, bütün ışıklar ve depo donanımı gözlemlenerek, her anahtarın ilgili devreyi düzgün bir şekilde kumanda ettiği doğrulanmalıdır.
- b) Yukarıda belirtilen test, alternatif kumanda merkezindeki (depo) panolar kullanılarak tek- rarlanmalıdır; ardından da regülatörler üzerindeki yerel kumanda anahtarları kullanılarak bir kez daha tekrarlanmalıdır ve
- c) Işıklandırma devrelerinin her biri, en az altı saat boyunca azami yoğunlukta kesintisiz ça- lıştırılarak test edilmelidir. Bu testin başlangıcında ve sonunda gözle muayene yapılarak, doğru sayıda ışığın tam yoğunlukta çalıştığı doğrulanmalıdır. Devredeki ışıklarının bazı- larının ya da tamamının kısılması, topraklama hatalarının göstergesidir. Ayrıca her çoklu devrede en az bir ışıkta lamba bağlantı ucunun gerilimi ölçülerek, gerilim değerinin lam- banın üzerindeki belirtilmiş olan anma lamba geriliminin yüzde ± 5 'i aralığında olduğu doğrulanmalıdır.

15.9 SERİ DEVRE DONANIM ÜZERİNDE YAPILAN ELEKTRİK TESTLERİ

15.9.1 Elektrik testleri, tesisat kalitesinin yeterli olup olmadığının ve performansının operasyonel gereklilikleri karşılayıp karşılamayacağını tespit edilmesinde yardımcı olmaktadır. Bu testlerden

bazıları, yüksek gerilim devrelerinin kullanılmasını ve ölçülmesini de içermektedir. Bu testler sadece yüksek gerilimli elektrik donanımlarına ve uyulması gereken emniyet tedbirlerine aşına olan, gerekli yetkinliklere sahip kişilerce yapılmalıdır.

Kablo üzerinde yapılan elektrik testleri

15.9.2 Doğrudan toprağa gömülen kablolar (yani kanallar içine çekili olmayan kablolar) hendek doldurulmadan önce ve doldurulduktan sonra test edilmelidir. Yeraltı devrelerinin her biri aşağıdaki şekilde test edilmelidir.

15.9.3 Dirençölçer yardımıyla veya eşdeğer bir yöntemle seri devrelerin her birinin sürekliliği test edilmelidir. Ardından, uygun bir takım testlerle devrenin toprak direnci kontrol edilerek, topraksız olduğundan emin olunmalıdır. Bu testlerde görülen her türlü arızanın/kaçacağın yeri tespit edilerek, yüksek gerilim testlerine geçmeden önce onarılmalıdır.

15.9.4 Yüklenici, işi yapmadan önce, ön durum tespiti yapmak için kanal, iniş deliği ve trafo mahfazası içindeki diğer devreler de dahil olmak üzere, müdahale edilecek olan tüm devrelerde izolasyon direnç testleri yapılmalıdır. Bu testler iş tamamlandıktan sonra tekrarlanarak, herhangi bir olumsuz değişiklik olmadığı teyit edilmelidir. Yükleniciden ayrıca garanti süresi boyunca kurulan devreler üzerinde izolasyon direnç testleri yapılması da istenebilir.

15.9.5 Yeni kurulan seri devrelerinden her biri yüksek gerilim testlerinden geçirilerek, hiçbir topraklama arızası olmadığı tespit edilmelidir.. Mümkünse, bu testler yer tamamen ıslakken yapılmalıdır zira geçmiş deneyimler, kuru hava şartlarında yapılan izolasyon direnç testlerini geçen devrelerin yoğun yağmur sonrası testi geçemeyebildiğini göstermiştir. Bağlı olan transformatörler dahil her devre aşağıda belirtilen şekilde test edilmelidir:

- a) Depoda, regülatörün çıkış terminallerinden her iki uç kablo sökülür. Uç kabloların ikisi de çıplak iletkenler ile toprak arasında birkaç inçlik hava boşlukları olacak şekilde desteklenir. Kablo kılıfının, kablonun ucundan en az 30 cm'lik mesafe boyunca temiz ve kuru olduğundan emin olunmalıdır. Ayrıca, kablonun her iki ucunda açıkta kalan yalıtımın temiz ve kuru olması sağlanmalıdır.
- b) Her devre, kurulumdan hemen sonra Tablo 15-1'deki "Yeni Devrelerde İlk Test" değerlerine göre test edilmelidir. 60 gündür veya daha uzun süredir kurulu olan tüm devreler, çalıştırılmamış olsa dahi, "Devam Testi ve Eski Devreler" değerlerine göre test edilmelidir.
- c) İletkenlerin ikisini de bağlayarak, iletkenler ile toprak arasında 5 dakika boyunca aşağıda belirtilen test gerilimi uygulanır.
- d) Eski devrelere eklemeler yapıldığında, sadece yeni kısımlar "Yeni Devrelerde İlk Test" değerlerine göre test edilmelidir. Devrenin tamamı, güvenilir çalışmasını sağlamak için düşük gerilimlerde test edilmelidir.
- e) Kabul edilebilir azami kaçak akım, mikroamper cinsinden, 15.9.8.sayıllı maddede hesaplanan değerleri aşmamalıdır.

	Yeni devrelerde ilk test	Devam testleri ve eski devreler
Yaklaşma ışıklandırması (5 kV'lık devreler)	9000 volt	5000 volt
Koman bölgesi ve merkez hattı ışıklandırması (5 kV'lık devreler)	9000 volt	5000 volt
HI pist kenar ışığı devreleri, (5 kV'lık devreler)	9000 volt	5000 volt
MI pist ve taksi yolu (5 kV'lık devreler)	6000 volt	3000 volt
600 voltluk devreler	1800 volt	600 volt
HI - Yüksek yoğunlukMI - Orta yoğunluk		

Tablo 15-1. Sahadaki devreler için yalıtım direnci test değerleri

15.9.6 Tablo 15-1'deki testler, kararlı, filtreli DC çıkış gerilimi olan uygun bir yüksek gerilim test cihazıyla yapılmalıdır. Yüksek gerilim test cihazında, devreye uygulanan gerilimi ve izolasyon kaçak akımını okumak için hassas bir gerilimölçer ve mikroamper ölçer bulunmalıdır.

Bu testler, gereken yetkinliklere sahip personel tarafından dikkatle denetlenerek aşırı gerilim uygulanmadığı tespit edilmelidir.

15.9.8 Yüksek gerilim testlerinin son dakikasında, mikroamper cinsinden ifade edilen yalıtım kaçak akımı ölçülmeli ve ölçülen değer, her devre için aşağıda belirtilen şekilde hesaplanmakta olan değeri aşmamalıdır:

- Her seri transformatör için 2 mikro amper verilir;
- Her 100 metre kablo için 1 mikroamper verilir (bu değere normal sayıda iletkenler ve ek yerleri için izin verilen miktarlar da dahildir) ve
- Elde edilen değerler toplanarak, her tam devre için izin verilen toplam mikroamper kaçak tespit edilir.

15.9.9 Kaçak akım, yukarıda açıklanan değeri aşıyorsa, devre bölümlere ayrılarak test her bir bölüm için tekrar edilmelidir. Kusurlu bileşenler saptanarak onarılmalı veya devrenin tamamı testi geçene kadar değiştirilmelidir.

15.9.10 15.9.5 e) maddesinde belirtilen gerilim testinin kaçak akımın ölçülmesi sırasında devreye gerçekten uygulandığından emin olunmalıdır. Gerilim, kaçak akım okunmadan önce gerilimölçerin istenen değeri göstereceği şekilde ayarlanmalıdır. İstenen gerilimin elde edilmesinde herhangi bir güçlük yaşanması durumunda, ya test edilmekte olan devre ya da test takımı arızalıdır ve teste devam etmeden önce düzeltilmesi gerekir.

15.9.11 Yeni devrelerde, devre havaalanı bakımında kullanılan test takımıyla yapılan yüksek gerilim testlerini geçtikten hemen sonra izolasyon direnç ölçümü yapılmalıdır. Okunan bu ölçüm değeri daha sonra bakım sırasında devre koşullarını tespit etmek üzere ileride yapılacak okumalarla karşılaştırma yapmak için kullanılabilir. Test sırasında ortam sıcaklıkları ve hava koşulları kaydedilmelidir.

EMNİYET NOTU

Testler yapıldıktan sonra, test edilen kablolar mutlaka test gerilimin uygulandığı sürelerin beş ila on katı boyunca kısa devre halinde bırakılmalıdır. Akım uygulandığında emilen enerji dielektrikte depolanarak, kablo bir süre kısa devre yaptırılmış olsa dahi, yüksek gerilim kaynağından söküldükten sonra içerisinde bir gerilimin ortaya çıkmasına neden olacaktır.

15.10 DİĞER KABLORAR ÜZERİNDE YAPILAN ELEKTRİK TESTLERİ

5000 volt ve üzeri güç kabloları

15.10.1 Güç kabloları, 15.9.5 sayılı maddede yer alan yöntemler kullanılarak, belirtilen şekilde test edilmelidir; ancak 5000 voltluk kablolar 10.000 voltta, 5000 voltun üzerindeki güç kabloları ise kablo anma gerilim değerinin iki katı artı 1000 volt değerinde test edilmelidir. Test, iletkenler arasında ve iletkenlerle toprak arasında, kablonun kılıfı ve zırhı topraklanmış olarak ve cihazın okuduğu değerler sabitlendikten sonra en az bir dakika süreyle yapılmalıdır. Kabul edilebilir asgari direnç değeri 50 megohm'dur. Kablo uzunluğunu, iletken yalıtımının eskimesini ve gerek tesisat işleminden önce gerekse tesisat sırasında test sonuçlarını etkileyebilecek diğer faktörleri dengelemek için kablonun orijinal yalıtım değerleri büyük ölçüde azaltılarak belirtilen 50 megohm değerine indirgenmiştir. Kablo değeri 3000 metreyi kayda değer miktarda aşmadığı sürece, belirtilen yalıtım direncinde herhangi bir azaltma düşünülmemelidir. Kablonun kılıfının veya zırhının sürekliliği de test edilmelidir. Dirençölçer tipi bir cihaz kullanılabilir.

Not.: Kablo ölçüm cihazı tarafından tamamen yükte dolduruluncaya kadar yapılan yalıtım okumaları hatalı olacaktır.

600 volt ve altı ikincil güç kabloları

15.10.2 Işıklandırma ve güç tesisatında kullanılan 600 volt ve altı ikincil güç kablolarının direnci, en az 500 volt DC'de ölçümler yapıldığında, iletkenler arasında ve iletkenlerle toprak arasında en az 50 megohm olmalıdır.

Kumanda ve telefon kablosu

15.10.3 Kablolar döşendikten sonra Tablo 15-2'deki gerekliliklere uygun olmalıdır.

Kablo ölçüleri	Kabul edilen asgari iletken sayısı
12 çift veya daha az	Tümü
12 çift ila 25 çift (dahil)	Tümü, bir çift hariç
25 çift üzeri	Tümü, iki çift hariç

Tablo 15-2. Asgari iletken sayısına ilişkin döşeme sonrası gereklilikler

15.10.4 Kabul edilebilir iletkenler, süreklilik, kısa devre olmama ve en az 500 voltluk DC'de test edildiğinde, iletkenler arasında ve her bir iletken ile topraklanmış kablo koruyucu kılıf arasında en az 50 megohm direnç testlerini başarıyla geçmiştir.

Koaksiyel kablolar

15.10.5 Radyo frekans kabloları, döşenmeden önce yalıtım ve devre direnç testinden geçirilmeli ve elde edilen sonuçlar kaydedilmelidir. 500 voltluk bir DC cihaz kullanılarak, merkez iletken ile kablo koruyucu kılıf arasında yalıtım testi yapılmalıdır. Ayrıca yukarıda anlatılan şekilde fakat merkez iletkenler kablonun uzak ucunda kablo koruyucu kılıfa kısa devre yaptırılarak direnç testi yapılmalıdır. Bu test, köprü, dirençölçer veya uygun olan başka bir aletle yapılabilir. Kablo döşendikten sonra, iletken-kablo kılıfı ve iletken-toprak dirençleri 500 voltluk DC'de ölçüldüğünde 50 megohmu aşmalıdır. Devre direnci, kurulumdan önce ölçülen değerlerin yüzde artı veya eksi 10'u aralığında olmalıdır; örneğin makaradaki 1000 metre kablo başına ölçülen direnç çarpı her 1000 metre ve döşenen kablonun ilgili kesimi. Kablo kılıfı-toprak direnci de ölçülmeli ve sonuçlar kaydedilmelidir.

Koaksiyel kablo, basınçlı

15.10.6 Kablo yalıtımının tamamlanmasının ardından, aşağıdaki test yapılmalıdır.

- a) Elektrik testi. Mikroamperölçerli akım kaçak ölçüm cihazı bulunan bir yüksek gerilim yalıtım test cihazı kullanılarak, iç ve dış iletkenlere üç dakika boyunca 3000 volt DC uygulanmalıdır. Bu gerilim uygulanırken, şarj akımı kararlı hale geldikten sonra iletkenler arasında fark edilir bir akım akışı olmamalıdır.
- b) Azot gazı testi. Kabloya belirtilen basınç değerinde azot gazı uygulandıktan sonra, gaz valfi kapatılarak, ortam sıcaklığı kaydedilmelidir. Peş peşe altı kez, her saat başı basınç ölçümü yapılarak ölçülen değer kaydedilmelidir. Altıncı ölçümden sonra, yaklaşık 24 saatlik bir sürenin ardından yedinci bir ölçüm daha yapılmalıdır. Gaz basıncındaki değişiklikler sadece ortam sıcaklığındaki değişikliklerden kaynaklanıyor ise, kablo uzunluğu kabul edilebilir düzeydedir. Her bir santigrat derece için 0.017 sıcaklık düzeltme faktörü kullanılmalıdır.

15.11 REGÜLATÖRLER ÜZERİNDE YAPILAN ELEKTRİK TESTLERİ

15.11.1 Regülatörün besleme gerilimi ve giriş kademesi kontrol edilerek uygun olup olmadığına bakılmalıdır.

15.11.2 Yük ayrılarak, regülatöre bir kez enerji verilir ve açık devre koruyucu gözlemlenerek, regülatörün enerjisini 2-3 saniye içinde kesip kesmediğine bakılır.

- a) Bölüm 8'de öngörülen açık devre ve toprak kontrolleri yapıldıktan ve bütün transformatör lambalarının uygunluğu kontrol edildikten sonra, yük devresi bağlanır.
- b) Tam ölçekli hata payı ± 1 'i geçmeyen bir gerilimölçer ve akımölçer temin edilerek, her bir yoğunluk ayar kademesi için giriş gerilimi ve çıkış gerilimi aynı anda ölçülür (akımölçer, regülatörün çıkış devresine yerleştirilen ayırma transformatörünün terminallerine bağlanır).
- c) Kayıt özelliği olan bir gerilimölçer kullanılarak veya hem gündüz hem de gece boyunca yeterli aralıklarla okuma yapılarak, ortalama besleme gerilimi alınır.

- d) Regülatörde giriş gerilimi kademeleri var ise, ortalama besleme gerilimine en yakın kade-me seçilir. Gerekli besleme gerilimi düzeltilmesi yapıldıktan sonra, her bir yoğunluk ayarı kademesi için çıkış akımı, ürünün tabelasında belirtilen değerlerin yüzde ± 2 'si aralığında olmalıdır.

15.11.3 Giriş gerilimi kademeleri bulunan tüm akım regülatörlerinde, çıkış akımı, giriş akımındaki değişikliklere orantılı olarak değişiklik gösterecektir. 2400 volt kademesinde 2350 voltluk besleme gerilimi uygulandığı takdirde, çıkış akımı değerleri ürün tabelasındaki değerlerin yüzde 2 altında olmalıdır.

15.11.4 Giriş kademeleri yerine otomatik besleme gerilimi düzeltme özelliği olan regülatörlerde, besleme gerilimi değiştiğinde çıkış akımı değişmez.

- a) Tam yoğunlukta çıkış akımı, ürünün tabelasındaki değerden yüzde 2'den fazla sapma gösterirse (ve regülatör aşırı yüklü değilse), regülatörün talimat tabelasında açıklanan şekilde, iç ayar kontrolü yapılmalıdır. Bu ayarlama işlemi hassas olabileceğinden, regülatörü yeniden ayarlamaya kalkmadan önce daha düşük ayarlarda yüzde ± 5 oranında bir sapmaya izin verilmesi tavsiye edilmektedir.
- b) Ayrıca, söz konusu ayarın olağan dışı bir yerel uçuş işletme gerekliliği nedeniyle kasıtlı olarak değiştirilip değiştirilmediği de kontrol edilmelidir.

15.12 DİĞER DONANIMLAR ÜZERİNDE YAPILAN ELEKTRİK TESTLERİ

15.12.1 Çıkış gerilimleri ve akımları ölçülür ve bağlı devrelerin yükleri tespit edilir Bu gerilimlerin ve yüklerin, üreticinin söz konusu donanım için belirtmiş olduğu anma değerleri dahilinde olup olmadığı kontrol edilir. Bu ölçümler, ileride bakım sırasında veya devrenin değiştirilmesinde referans alınması için kaydedilir.

15.13 İZLEME SİSTEMİ TESTLERİ

15.13.1 Yukarıda belirtilen testler tamamlandıktan sonra ve ışıklandırma sistemi tasarlanan şekilde çalışırken, açık devre, toprak hatası, ışık arızası, gerek ışıklandırma devrelerinde gerekse kumanda devrelerinde güç kaybı gibi arızaları simule ederek izleme sistemleri test edilmeli ve performansları gözlemlenmelidir. Arızaları tespit edememe sorunu giderilmeden sisteme bütün olarak kabul verilmelidir.





BÖLÜM
16

ARIZA TESPİT USULLERİ

16. BÖLÜM

ARIZA TESPİT USULLERİ

16.1 GENEL

Bu bölümde, her tür havalimanı seri ışıklandırma devresinde meydana gelen bir arızanın izole edilmesine yönelik genel arıza tespit usulleri yer almaktadır. Bu bölümde yer alan iki prosedür esasında CCR'ye enerji verildiğinde yapılması gereken testlerdir. Son iki prosedürde ise bazı özel donanımlarla gerçekleştirilen test yöntemleri anlatılmaktadır.

16.2 EMNİYET

16.2.1 Özellikle seri devre tipi ışıklar olmak üzere, havalimanı ışıklandırması üzerinde yapılan çalışmalarda, emniyet hususları öncelikli önem arz etmektedir:

- a) Bu bölümde yer alan sorun giderme testleri, tehlikeli gerilimler içerebilir. Can ve mal güvenliğinin korunması için emniyet tedbirleri uygulanmalıdır.
- b) Test ve arıza tespit usullerini uygulayan personel, yüksek gerilim teknikleri konusunda deneyimli ve yeterli gözetime tabi olmalıdır. Bütün bakım personeline, elektrik çarpmasının tedavisine yönelik acil durum usulleri konusunda eksiksiz eğitim verilmelidir.

Not: Uygulanması planlanan arıza tespit usullerinin yerel emniyet kurallarına uygunluğu kontrol edilmelidir.

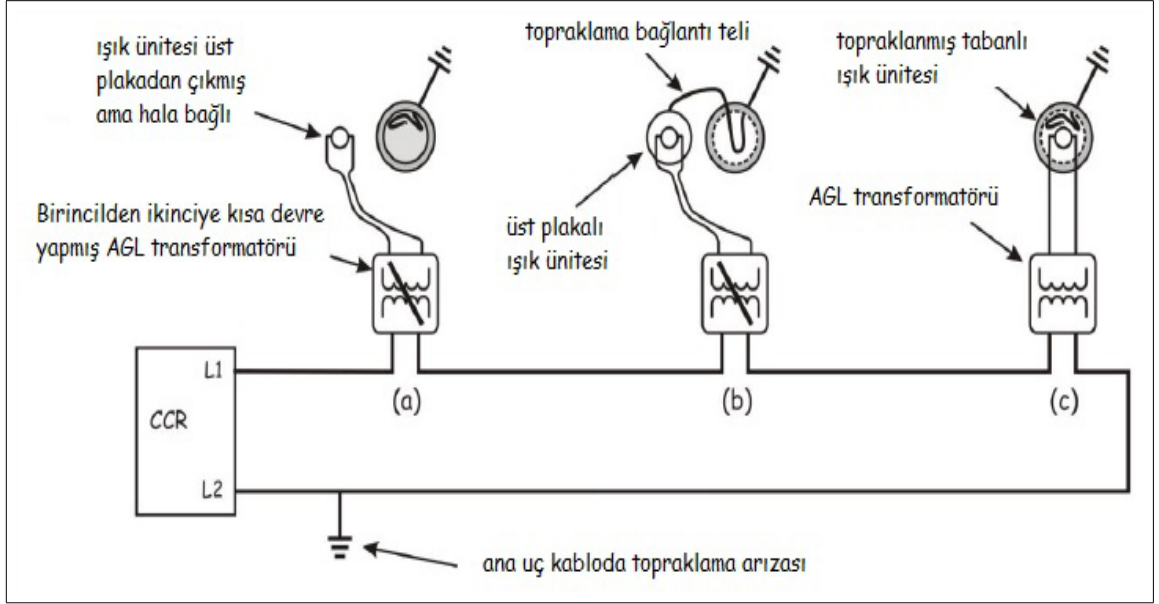
16.2.2 Havalimanı görsel kolaylıklarının çoğu, açık havadadır ve yıldırım hasarına ya da açıkta kalan elektrik kablolarının yalıtımının bozulmasına bağlı olarak elektrik çarpma tehlikeleri gelişebilir. Olası tehlikelere karşı öncelikle gözle inceleme yapmadan bakım prosedürlerine başlanmamalıdır. Yıldırıma bağlı tehlikeler nedeniyle, ışıklı seyrüsefer yardımcıları yerel fırtına hareketlerinin yoğun olduğu zamanlarda hizmet vermemelidir. Her havalimanında, kaza durumunda uyulması gereken prosedürler hazırlanmalı ve uygulanmalıdır. Çeşitli eylem planlarının önceden hazır olduğu durumlarda, yaralı personele tıbbi destek sağlanmasında kazanılan saniyeler hayati değer taşımaktadır. Eylem planları düzenli olarak tekrarlanmalı ve gözden geçirilmelidir.

16.3 İLK ARIZA İNCELEMESİ

16.3.1 Seri devrelerde topraklama kısa devreleri ve açık devreler olmak üzere başlıca iki tip arıza görülmektedir:

- a) Sabit akım regülatöründen enerji alan herhangi bir havaalanı ışıklandırma seri devresinin topraklanmamış bir sistem olduğu unutulmamalıdır. Dolayısıyla, devrede bir topraklama olduğunda devre ve CRR normal çalışacaktır.

b) Ancak iki veya daha topraklama olup da, bir "kısa devre" yolu oluştuğunda, akım, ışıklandırma yüküne yakın olarak, toprağın içinden akmaya başlar ve ışıkların bir bölümü söner. Birincil saha devresinde açık devre olması durumunda ise, hiçbir akım akışı olmaz ve devrenin tamamı gider.



Şekil 16-1. Tehlikeli ayırma transformatörü/devre topraklama arızaları

16.3.2 Devredeki arızaların yanı sıra, AGL transformatörünün sargılarında da kısa devre arızası olabilir. Bu transformatörler çoğu zaman ayırma transformatörü olarak anılırsa da, personelin korunması için izolasyon yapmaları amaçlanmamıştır. Kısa devre yapan transformatör, devre arızasına yol açmayabilir ve birincil gerilim ikincil taraftayken normal çalışma sırasında fark edilmeyebilir.

16.3.3 Kısa devre yapan transformatörün bu durumu, gömme ışıklarla çalışılırken ve devrede enerji olduğu halde bu ışıkları ışık tabanından çıkarılması sırasında özellikle tehlike arz eder. Armatür civatası açılıp tabanından kaldırıldığı anda, elektrikçi düşük dirençli bir topraklama yolu haline gelir. Bu tasarımda, Şekil 16-1'de görüldüğü gibi, ışık armatürünün dibini, tabanın içindeki topraklama uzantısına bağlayarak bu tehlikeyi azaltan bir topraklama bağlantı teli bulunmalıdır. Işık armatürü Şekil 16-1(b)'de gösterilen şekilde tabandan çıkarıldığında, bağlantı teli topraklamaya devam eder. Ancak, armatür sökülene kadar bu telin gerçekten bağlı olup olmadığı bilinemez; armatür söküldüğünde ise artık çok geçtir. Ayrıca, Şekil 16-1 (a)'da gösterildiği gibi, yükseltilmiş bir ışık armatürü monte edildiği yerden çıkmışsa ancak halen devreye bağlıysa, armatür kaldırıldığında koruma mevcut değildir. Daima yalıtımlı eldivenler kullanılmalıdır.

16.3.4 İkincil sargının bir ucunun topraklanması, kırılıp monte edildikleri yerden çıkan yükseltilmiş ışıklarda bu tehlikeyi önemli ölçüde azaltır ancak bu da yine topraklama kablosunun gerçekten bağlı olup olmadığına bağlıdır. En iyisi ihtiyatlı davranmayı ihmal etmeyerek, lamba değiştirmeden veya armatürü sökmeden önce devrenin enerjisini kesmektir. Aynı şekilde, devrilmiş yükseltilmiş armatürler devrede enerji varken kaldırılmalıdır.

16.3.5 10 kW'tan büyük sabit akım regülatörlerinde, akım akışı kesildikten sonra iki saniye içinde CCR'yi kapatacak bir açık devre koruması bulunması gerekmektedir. Ancak çoğu üretici bu korumayı tüm CCR'lerinde sağlamaktadır. Emin olunamayan durumlarda, CCR'nizin kullanım kılavuzuna bakınız. Topraklama devrelerinde de açık devreler bulunabilecek olup; CCR, seviyesi ne olursa olsun devredeki direncin altından kalmaya yetecek kadar gerilim üretebilmesi durumunda, sabit akımı sağlayarak, çalışmaya devam edecektir.

16.3.6 Çoğu zaman, arızalı bir ışıklandırma devresinden, kontrol kulesinin yaptığı bildirimle veya işletme raporuyla haberdar olunmaktadır. Bazı durumlarda ise, arıza, günlük rutin pist denetimini veya ışık kontrolünü yapan bir elektrikçi tarafından fark edilmektedir. Her iki durum da, ışıkların bir bölümünün veya bütün devrenin çalışmadığı görülmektedir:

- a) İlk arıza incelemesinde yapılacak ilk iş, havalimanında etkilenen ışık istemini gözle hızlıca kontrol etmektir. Bu sayede, bütün devrenin mi yoksa belli bir devredeki ışıkların sadece bir bölümünün mü etkilendiği hakkında bilgi edinilir. Bu da arızanın olası nedeni hakkında elektrikçiye iyi bir fikir verir.
- b) Bütün devre gitmişse, sorun sahadaki kablo tesisatında açık devre ya da bir CCR arızası olabilir. Devredeki ışıkların sadece bir bölümü gitmişse, sorun büyük ihtimalle, etkilenen kısmın her iki ucundaki topraklama kısa devresinden kaynaklanmaktadır. Eğer arıza saha devresindeki topraklama kısa devresinden kaynaklanıyorsa, devreye enerji verilmeye ne kadar uzun süre devam edilirse, arklanmaya bağlı olarak, topraklama arızalarının bulunduğu yerde meydana gelen hasarın o kadar büyük olacağı unutulmamalıdır.

16.3.7 Elektrik deposunda, arızalı devre kesin olarak belirlendiğinde, devreye besleme yapan regülatörün yeri tespit edilebilir. Regülatörün yerel kumandası "OFF" konumuna getirilerek, regülatöre giden güç beslemesi kapatılır ve kilitlenir. Kesici varsa sökülerek, kesme anahtarının saha tarafındaki bıçakları ayrılır. Böylece, hem saha devresindeki süreklilik hem de izolasyon direnci kontrol edilebilir. Saha devresinin uçları ayrıldıktan veya en azından saha devresinin bir ucu regülatörden söküldükten sonra, devredeki süreklilik ölçümü yapmaya hazırlanılır.

16.3.8 Regülatörde yük ayırma ve test (LDT) izolatörü bulunabilir. "Devre kullanımda" plakası, "Devre test aşamasında" plakası ile değiştirildiğinde regülatörün çıkış terminallerine kısa devre yaptırılarak, saha devresinden ayrılmış olur.

16.3.9 Akım-gerilim-direnç ölçer (VOM) kullanılıyorsa, ilk adım, ölçüm cihazını R x 1 kademesine getirmek ve ölçüm cihazını "sıfırlamaktır" (dijital avometre (DMM) kullanılıyorsa bu adımlara gerek yoktur). Bunu yapmak için, ölçüm cihazı arzu edilen kademeye (bu durumda R x 1) ayarlanır ve ölçüm cihazının iki uç kablosu birbirine temas ettirilir. Uç kablolarının ölçüm cihazında doğru soketlere takılı olduğu kontrol edilerek (çoğu VOM'de bu + ve ortak soketlerdir), ölçüm cihazının ibresi sıfır noktasına gelene kadar "sıfır ohm" düğmesi ayarlanır (genellikle ölçüm cihazı ölçüğünün sağ tarafındadır). Bu ayar yapıldıktan sonra, saha devresinin iyi ayrı iletkeni arasından devredeki direnç okunur.

- a) Devrede hiçbir süreklilik okunamazsa, devrenin iki yanında toprak kısa devresi olup ol-

madığı kontrol edildikten sonra, madde 16.5 Açık devre arızalarının tespiti başlığındaki talimatlara geçilir.

- b) Devre süreklilik gösteriyorsa (ölçülebilir miktarda direnç), normal şartlarda 20 ila 70 ohm arasındaki değerlerde, devre açık değildir.
- c) Çok daha yüksek bir direnç ölçüldüğü takdirde (1000 ohm +) ise, yüksek dirençli bir açık devre arızası meydana gelmiştir. Bu durum çoğu zaman, transformatörde henüz tamamen yanmamış olan arızalı bir birincil sargı olduğuna işarettir. Ayrıca, iki ucu da toprakla temas halinde olan kesik bir kablodan kaynaklanıyor da olabilir.

16.3.10 Kapalı devredeki direnç normal seviyedeysen, devrenin her iki ucundan toprağa giden bağlantının toprak direnci kontrol edilerek devam edilir.

- a) Ölçüm cihazı R x 1'e ayarlandığında herhangi bir direnç okunabiliyorsa, bir veya daha fazla düşük dirençli toprak kısa devresi mevcut demektir ve arıza tespit usulleri sahaya taşınır.
- b) Devre tamamen kontrol edilirken ölçüm cihazında herhangi bir süreklilik okunmazsa (ölçüm cihazında hiçbir hareket olmazsa), cihaz sırasıyla R x 100 ve R x 10000 kademesine ayarlanır ve ölçüm cihazı sıfırlandıktan sonra, bu iki kademe de toprak kısa devresi olup olmadığı kontrol edilir. Artı (kırmızı) ucun daima test edilen devreye veya iletkene, eksi (siyah) ucun ise toprağa bağlı olması gerektiği unutulmamalıdır. Ayrıca, R x 10000 kademesinde, sadece parmakla ölçüm cihazının uçlarına dokunarak okuma yapılabilir. Işıkların gitmesine neden olacak kadar ciddi olan çoğu topraklama arızasında okunan toprak direnci 1000 bin ohm'un altında ve genellikle 100 ohm'dan düşük olacak ve Rx1 kademesinde rahatlıkla görülebilecektir.
- c) Devrede VOM veya DMM ile herhangi bir topraklama arızası tespit edilememişse, devreyi test etmek için izolasyon direnci test cihazı kullanılmalıdır. İzolasyon direnci test cihazları, 500 ila 5000 volt arası gibi çok daha yüksek gerilim seviyelerinde çalışır ve yüksek dirençli topraklama arızasının tespit edilmesinde daha yararlıdır.

16.3.11 Saha devresinde herhangi bir sorun tespit edilmezse, bir sonraki adım CCR'nin ön tarafından manuel kumanda yardımıyla CCR'ye enerji vermeye çalışmaktır.

- a) Saha devresi yeniden CCR'ye bağlandıktan veya kesici yeniden yerine takıldıktan ve regülatöre gelen birincil güç tekrar açıldıktan sonra, önce anahtar 1. kademeye getirilir ve CCR'nin çalışıp çalışmadığına bakılır.
- b) Regülatör çalışmazsa, bir ayırıcının takılması veya sigortanın yanması gibi basit bir sorun söz konusu olabilir; CCR'ye gelen giriş geriliminin uygun olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- c) CCR, 2 saniye kadar enerji sağladıktan sonra kapanırsa, sorun muhtemelen bir açık devre arızasıdır veya CCR'de aşırı akımdan koruma devresindedir.
- d) Saha devresi normal görünüyorsa, CCR'nin birincil güç kaynağı sökülerek kilitletir; yeterli

izin verilen akım şiddetine (örneğin 6 mm² veya #10 AWG) sahip bir telle regülatörün çıkışına kısa devre yaptırılarak kısa devre testi yapılır ve regülatörün çalışması tekrar test edilir.

- e) Birkaç saniye sonra regülatör yine kapanıyorsa, regülatörde veya kumandalarında dahili bir sorun vardır. Özel arıza tespit talimatları için CCR'nin kullanım ve bakım kılavuzuna başvurulabilir.

16.3.12 CCR kapanmaz ve en düşük parlaklık ayarında normal çalışmaya devam ederse, CRR'nin parlaklık kademeleri artırılmaya devam edilerek, regülatörün modeline bağlı olarak 3. kademe veya 5. kademe azami parlaklığa ulaşıncaya kadar, ölçüm cihazında görülen akım çıkışı artışı not edilir. Regülatörün çıkışı düşük kademelerde normal fakat yüksek kademelerde düşükse, regülatör aşırı yüklenmiş olabilir veya saha devresinde çok fazla endüktans olabilir.

16.3.13 Regülatörü kapatarak ve regülatöre gelen birincil gücü ayırıp kilitleyerek regülatörde kısa devre testi yapılır. Ardından çıkışa 6 mm²'lik (#10 AWG) bir tel bağlanarak, regülatöre yeniden enerji verilir. Çıkışında kısa devre varken regülatör normal çalışıyorsa, bu saha devresinde aşırı yok olduğunu gösterir. Saha devresine eklenen ilave bir yük yoksa, yanmış lamba veya saha transformatörleri üzerinde başka bir açık ikincil bağlantı olup olmadığı kontrol edilmelidir. Yeni regülatörlerin, yüzde 30 açık devreli AGL transformatörleri kaldırması gerekmektedir. Daha eski regülatörler ise sadece yüzde 10'u kaldırabilir. Bir regülatörün çıkışında çok sayıda açık devreli transformatör varsa, bu durum regülatör üzerindeki endüktif yükü arttırarak, regülatörün anormal davranmasına ve çoğu zaman aşırı yüklü görünmesine neden olacaktır. Bu durumun nedenlerinden biri de, yıldırım düşmesi sonucu devredeki lambaların büyük bir bölümünün yanması olabilir.

16.4 SAHADAKİ TOPRAKLAMA ARIZALARININ TESPİTİ

16.4.1 Devrede, topraklama kısa devre arızası olduğu tespit edildikten sonra, arıza tespit usulleri sahaya taşınabilir. Devrede sönmüş ışıklardan oluşan bir kısım varsa, MUTLAKA en az iki kısa devre veya topraklama arızası vardır.

Not: Buradaki açıklamalar, sadece bir devreden oluşan bir ışıklandırma sistemi üzerinden yapılarak sadeleştirilmiştir. Sistem iki devreyle serpiştirilmişse, arızalı kısımda her iki ışıktan biri sönmüş veya kararmış olacaktır.

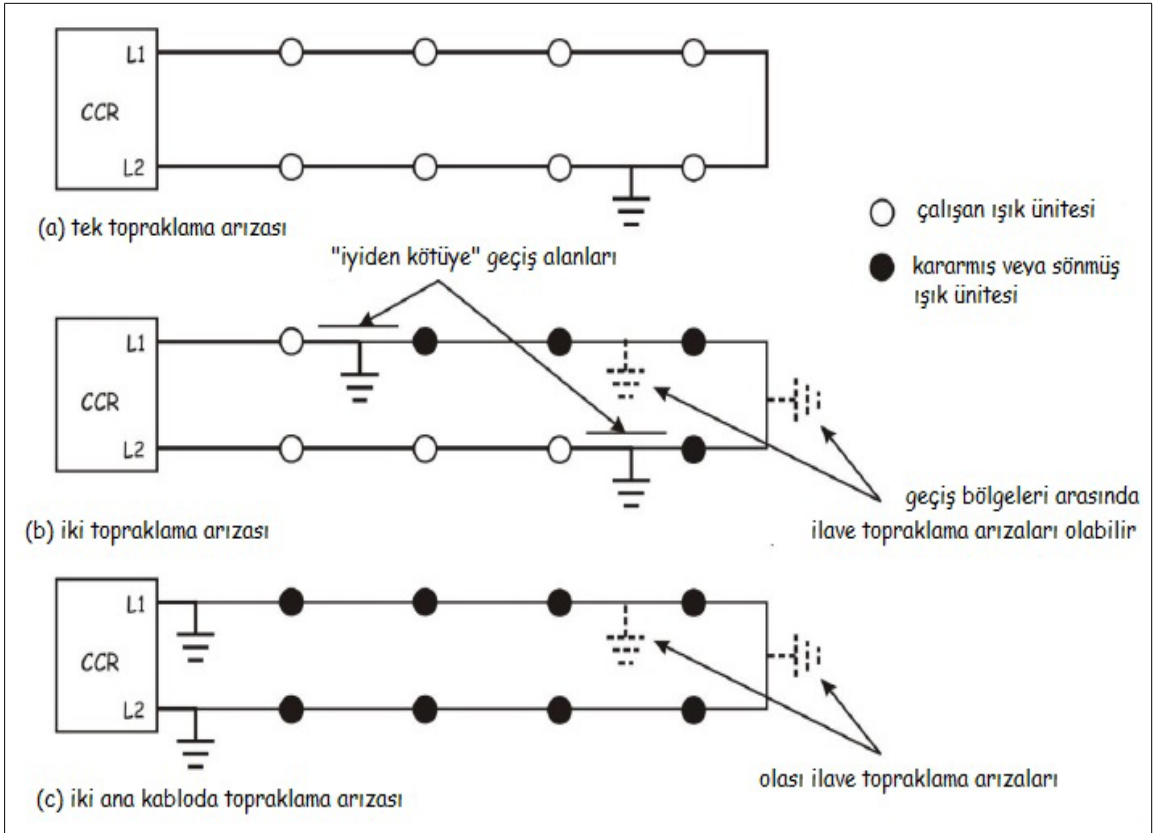
- a) Bu sırada, devreye enerji verilerek, arızaların yerini tespit etmek için gözle bir kontrol yapılabilir. Devre basit bir kapalı döngü şeklinde konfigüre edilmişse, bazı durumlarda sorunu tespit etmek için gözle kontrol etkili olabilmektedir.
- b) Devredeki iyiden kötüye geçiş alanları tespit edilir edilmez onarımların yapılabilmesi için, depoda telsizle talimat verildiğinde regülatörü kapatıp kilitleyecek birinin bulunması en iyisidir.
- c) Devre çalıştırılarak, sönmüş veya aşırı kararmış ışıklardan oluşan herhangi bir kısım olup olmadığına bakılır ve Şekil 16-2'de gösterilen şekilde, yanan son ışık ile sönmüş ilk ışık

arasındaki konumlarda bu bölge işaret flamaları yerleştirilerek ya da boyanarak işaretlenir. Devre enerjisi kesilip kilitlendikten sonra, bu “geniş alanlarının” her iki ucundaki bağlantılar ve yanmış transformatör olup olmadığı vs. kontrol edilir.

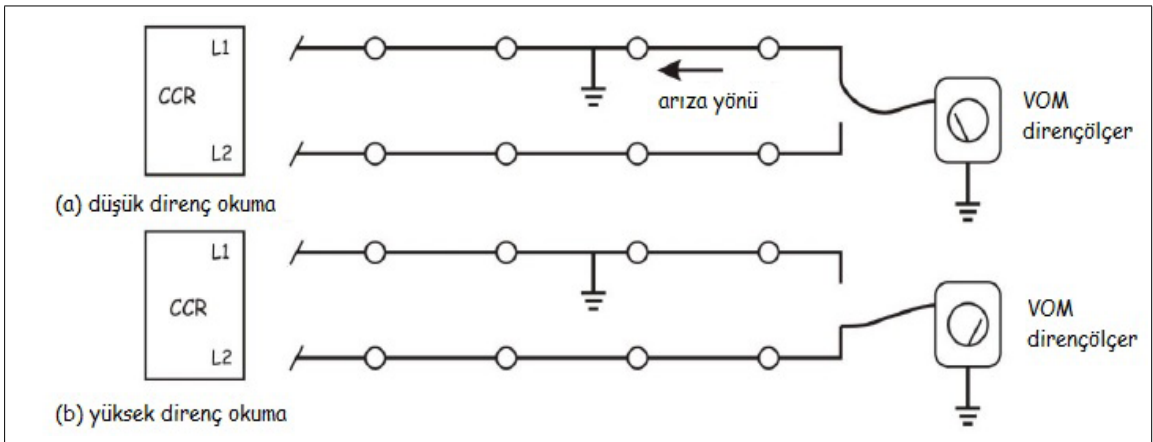
- d) Devrede en az iki kısa devre arızası olduğu ve her ikisinin de onarılması gerektiği unutulmamalıdır. Bazı durumlarda, özellikle de doğrudan gömme kablolarda veya devrede topraklama arızası olduğu halde devreye uzun süre enerji verildiğinde, ikiden fazla toprak kısa devresi meydana gelmiş olabilir.

16.4.2 Gözle yapılan ilk incelemenin ardından topraklama arızalarını tespit etmenin en iyi yolu, arızaların VOM yardımıyla tespit edilmesidir.

- a) Devrenin uçları depoda ayrılmış halde bırakılır; kabloların uçları kesiciden veya diğer bağlantılardan sökülmüşse havada serbest bırakılır.
- b) Eğer varsa, devre merkezinin yerini tespit etmek için uygulama planlarına bakılabilir; transformatörün bir tarafındaki kablo sökülerek devre bu noktadan ayrılır (Şekil 16-3'e bakınız).
- c) Bu noktadan itibaren her iki yönde topraklama ölçümü yapılarak, arızanın hangi tarafta olduğu tespit edilir. Ölçüm cihazının bu noktadan itibaren her iki yönde de veya kablonun aynı kısmında iki veya daha fazla arıza olabileceğinden sadece tek bir yönde arıza göstermesi tamamen mümkündür.
- d) (Mümkünse) bu bağlantı açık bırakılarak, devrede orta nokta ile depo arasında arıza yönünde yarı yola kadar ilerlenerek, devre tekrar ayrılır. Daha önce olduğu gibi, arızasının yerini tespit etmek için devrede her iki yönde ölçüm yapılır. Arızaların hepsi tespit edilip giderilinceye dek bu işleme devam edilir.



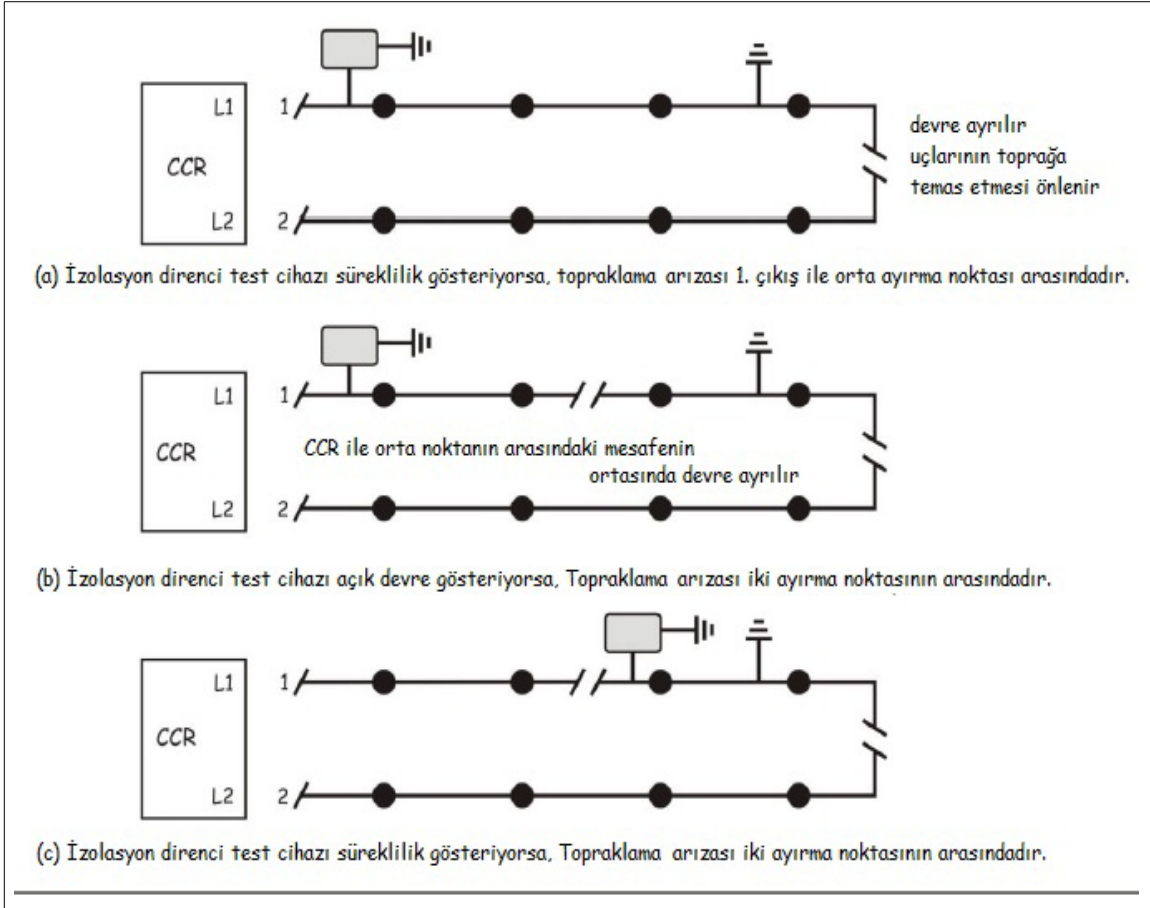
Şekil 16-2. Tipik topraklama arızaları



Şekil 16-3. VOM ile topraklama arızalarının tespiti

16.4.3 Arıza tespiti sırasında, transformatör tabandan veya doğrudan gömülmüşse yerden kaldırıldığında, arıza kalmamış gibi görülebilir. Bu durumda, arıza o transformatördedir; normal şartlarda yanmış transformatör gözle bakıldığında anlaşılabilir. Ancak, transformatörün içinde birincilden ikincile kısa devre varsa, göze görülen herhangi bir belirti olmayabilir. Transformatöre bağlı olan armatöre bakılarak, socketin veya ikincil fişin yanıp yanmadığı kontrol edilir. Bu genellikle birincilden ikincile kısa devre olduğunun iyi bir işaretidir. Bu tür bir kısa devre, VOM'nin bir ucunu, transformatörün birincil uçlarından birine, diğerini ise ikincil bağlantı elemanındaki socketlerden

birine temas ettirerek doğrulanabilir. Transformator kısa devre yapmışsa, ölçüm cihazında süreklilik gösterilir. Bazı durumlarda, birincil bağlantı elemanlarından biri ile transformatorün dış gövdesi arasında ölçüm yapıldığında, transformatorde ciddi bir toprak kaçağı olduğu görülür. Daha iyi sonuçlar için bu işlem izolasyon direnci test cihazı kullanılarak da yapılabilir. Transformatorlerin izolasyon bütünlüğü kontrol ediliyorsa, bunun için ayrıca trafo bir kova suya daldırılıp, direnç test cihazının artı ucu birincil uçlardan birine, eksi ucu ise kovaya bırakılan çıplak tele bağlanabilir. Herhangi bir kaçak görülürse, okunan değere bağlı olarak transformator şüpheli veya bozuktur. Makul ölçüde yeni transformatorlerde okunan değer 1000 megohm olmalıdır; transformator eskidikçe okunan değerler de azalır (bkz. Şekil 16-4).



Şekil 16-4. VOM veya izolasyon direnci test cihazıyla alternatif yöntem

16.5 AÇIK DEVRE ARIZALARININ TESPİTİ

16.5.1 Açık devreler, kısa devre veya topraklama arızalarının tespitinde kullanılan yöntemlere benzer taktiklerle başarılı bir şekilde tespit edilebilir. Eğer devre, bir açık devre ile bağlantılı olarak topraklanmış gibi görünüyorsa, açık devre ile topraklama muhtemelen aynı yerde olacağından, topraklama arızalarını tespit etmek için kullanılan arıza tespit usullerinden yararlanılabilir. Çoğu zaman, bir kablo toprak kısa devresi meydana geldikten sonra çalışır durumda bırakılırsa yanarak ikiye ayrılır. İlk arıza incelemesi sonucunda saha devresinde açık olduğu ortaya çıkmışsa ve

devrede topraklama var gibi görünmüyorsa, regülatörün enerjisi kesilerek regülatör güç kaynağı kilitlenir ve sahaya geçilerek, devrenin orta noktası yaklaşık olarak tespit edilir.

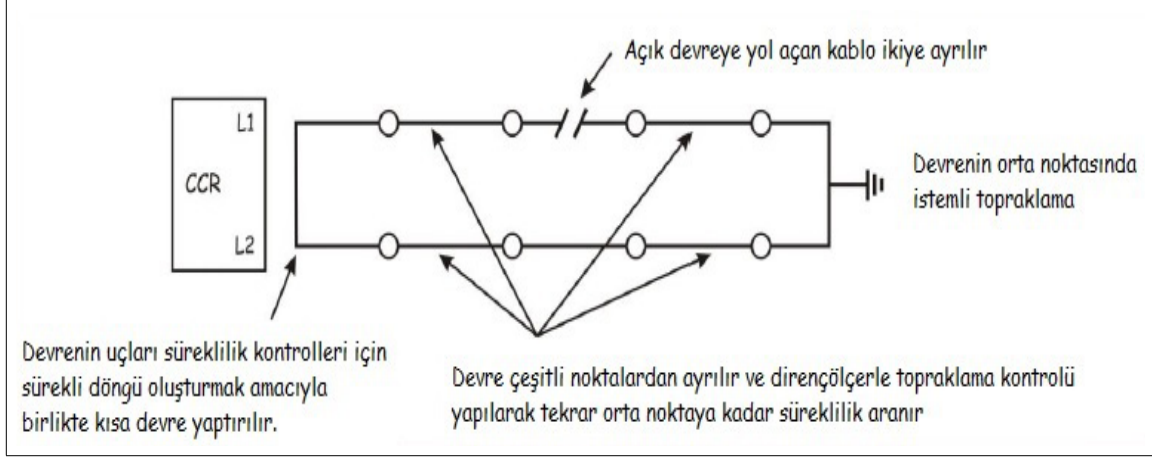
İPUCU: Eğer açık devre varsa, yakın zamanda kazı çalışması yapılan yerlere yakın bir konumda olma ihtimali oldukça yüksektir.

16.5.2 Süreklilik aranan bu tür arıza tespit işlemlerinde, devrenin uçlarının elektrik deposunda kesici veya başka bir araç yardımıyla Şekil 1-5'te gösterilen şekilde birbirine bağlanması yardımcı olacaktır. Böylece, sorun düzeltildiğinde, devrenin herhangi bir noktasından kapalı devre okuma yapılarak sorunun giderildiği doğrulanabilir.

- a) Devrenin yaklaşık orta noktasına gidilerek, transformatörde devre ayrılır ve her iki yönde topraklanır. Devrenin başka bir noktasında transformatör ayrılarak, toprak sürekliliği kontrol edilir.
- b) Devre depoda birbirine bağlıysa ve devrede sadece bir açık varsa, süreklilik devrenin topraklanmış orta noktasına kadar tek bir yönde okunmalı, diğer yönde okunmamalıdır.
- c) Topraklanmış iletken tespit edildiğinde, devrenin hangi tarafının açık olduğu anlaşılana kadar, orta noktadaki bağlantıda topraklama bağlantısını önce bir yönde, ardından diğer yönde bağlayıp ayıracak biri bulundurulmalıdır.
- d) Ardından, bulunulan mevcut konum ile kablunun açık olan kısmındaki topraklanmış orta noktanın arasındaki mesafenin ortasına gidilerek bir okuma daha yapılır. Eğer bu kez, devrenin orta noktası yönünde topraklama okuması yapılabiliyorsa, o halde açık devre aranızda veya bulunduğunuz nokta ile en son test etmiş olduğunuz nokta arasındadır. İstemli topraklama noktasını kaydırmak suretiyle devrenin her iki tarafında süreklilik araması yapılarak, açık devrelerin yeri hızlı bir şekilde tespit edilebilir.

16.6 ARA BAĞLANTILI (ENTERKONNEKTE) DEVRE ARIZALARI

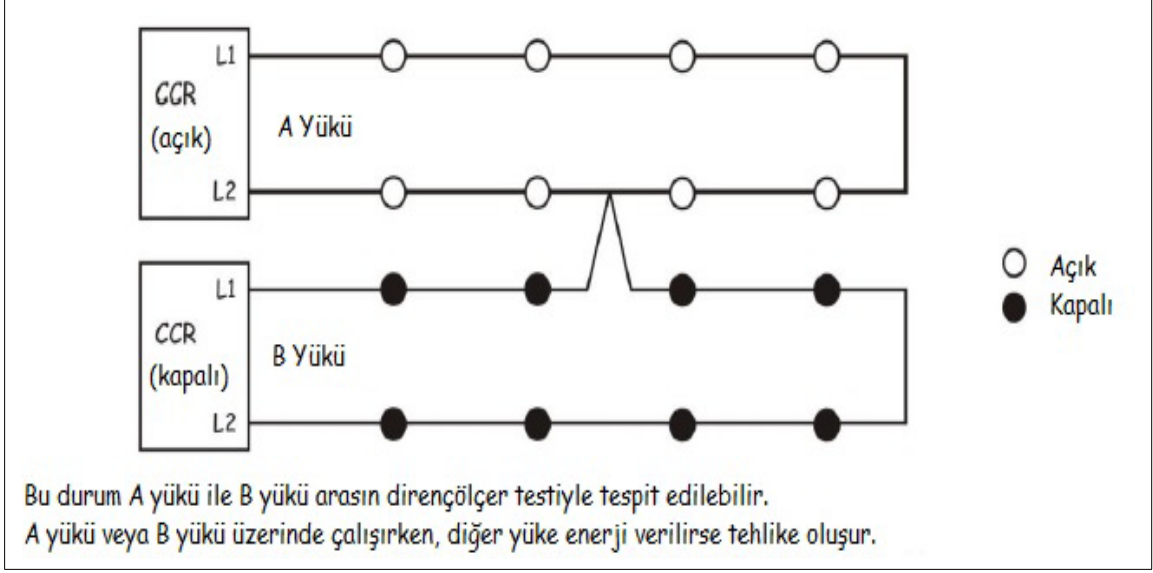
16.6.1 Birden çok devre bulunan havaalanlarında ara bağlantı hataları yaygın olarak görülmektedir. Başlıca iki tip ara bağlantı arızası bulunmaktadır. Bunlardan ilki, iki veya daha fazla devrede devreleri elektriksel olarak birbirine bağlayacak şekilde topraklama ve/veya açık devreler bulunduğu görülmektedir. İkinci arıza türü ise, iki veya üzeri devrede herhangi bir arıza bulunmamasına rağmen devrelerin kapasitif halde birleşmesi durumunda meydana gelmektedir.



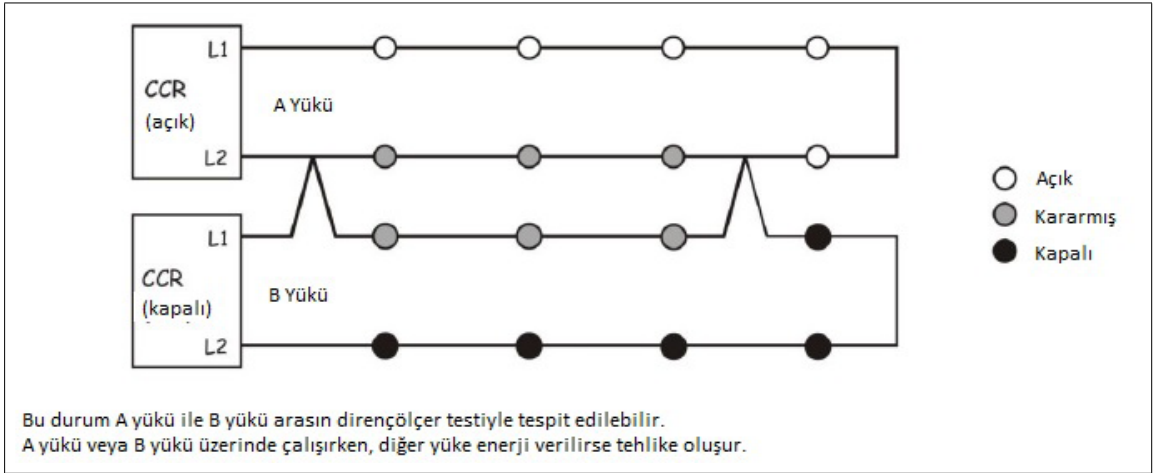
Şekil 16-5. Açık devre arızalarının tespiti

16.6.2 Birden fazla devrede, bu devreleri birbirine bağlayan arızalar bulunuyorsa, Şekil 16-6 ve Şekil 16-7'de görüldüğü gibi, birincil kablonun bir kısmı bu devrelerin hepsinde ortaktır. Bu sorunun en yaygın nedeni, birden fazla topraklama arızasının olmasıdır. Şüphelenilen devreler arasında süreklilik kontrolü yapılarak bu devrelerin elektriksel olarak birbirine bağlı olup olmadığı teyit edilebilir. Bu arızanın yerini tespit etmek için, B regülatörünün çıkış uçları sökülerek izole edilir; ardından A regülatörü devresi üzerinden devredeki arızanın yeri saptanır. Bu işlemle, genellikle her iki devredeki ortak arızalı bölgenin yeri tespit edilecektir.

16.6.3 Şekil 16-7'de devrelerde iki yük-yük kısa devre olduğunda yaşanabilecek durum gösterilmektedir. Bu durumun ışıkları etkilediğine ve akım bölündüğünden her iki devre üzerinde iki kısa devre arasındaki bölgenin kararmasına neden olacağına dikkat edilmelidir. B yükünde yanan ışıklar fark edilmediği takdirde, bu durumun varlığı tek bir devrede iki topraklama durumundaki belirtilerle kolaylıkla karıştırılabilir. Burada işin sırrı, B yükü ışıklardan oluşan kısmın yanmasıdır. Devre çalıştırıldığında, parlak/kararmış geçişler ve kısa devrelerin yeri tespit edilir. Eğer A yükünün kısa devreler arasındaki yük, B yükünün kısa devreleri arasındaki yükten çok daha büyük olmuş olsaydı (daha fazla ışık), daha az olan yük daha parlak olurdu. Görselde, kısa devreler arasındaki yükler eşittir ve akım iki yük arasında eşit bölünmüştür.



Şekil 16-6. Tek yük-yük arızası



Şekil 16-7. İki yük-yük kısa devre

16.6.4 İki veya daha fazla seri devrenin birbirine paralel olarak veya yakın mesafede uzandığı durumlarda, kapasitif birleşme hatası meydana gelir. İndüklenen akımlar saha arızalarını taklit edebileceğinden, bu durum devrelerin üzerinde izleme cihazı varda sorun teşkil eder. Şüphelenilen devreler arasında süreklilik kontrolü yapılarak, bu devrelerin elektriksel olarak birbirine bağlı olmadığı teyit edilir. Kapasitif birleşme hatasını düzeltmek için, sadece regülatörlerden birinin çıkış uçları değiştirilir. Böylece kapasitif birleşme etkisi iptal edilmiş olur.

UYARI

Not 1. – Aşağıdaki maddelerde ana hatları verilen arıza tespit yöntemleri ve usulleri, tehlikeli gerilimler içermekte olup, sadece gerekli emniyet usullerini kullanan vasıflı personel tarafından denenmelidir. Ayrıca, zaman zaman faydalı veya gerekli olmakla birlikte, bu yöntemin doğası gereği “tahribatlı test” olduğunun ve ayırım gözetmeden uygulandığı takdirde saha devresinde daha fazla hasara yol açabileceğinin bilincinde olunmalıdır.

Not 2. – Aşağıdaki arıza tespit yöntemi en iyi “tahribatlı test” olarak açıklanmaktadır. Bu yöntem ancak zaman kısıtlamasına veya dirençölçer veya izolasyon direnci test cihazı kullanılarak test yapmanın zorluklarına bağlı olarak alışlagelmiş arıza tespit uygulamalarının elverişsiz olduğu durumlarda kullanılabilir. Bu duruma örnek olarak, doğrudan gömme devrelerde test yapmak için her bağlantının kazılarak açılması gerektiğinden alışlagelmiş arıza tespit uygulamalarının zor ve zaman alıcı olması verilebilir. Bu arıza tespit yönteminin düşünülebileceği bir başka örnek ise, bir pist devresinin hizmet dışı olduğu ve tesiste aksayan hava trafiği operasyonları nedeniyle zamanın hayati önem taşıdığı durumlardır. Bu yöntemde, arıza noktasında devredeki toprak direncinin oldukça az, tercihen 1000 ohm'un altında olmasını gerektirmektedir; bu direnç ne kadar düşük olursa o kadar iyidir. Ayrıca, küçük regülatörlerin (10 kW veya altı) etkili olmaya yetecek kadar gerilim üretemeyebileceği de unutulmamalıdır.

16.7 İSTEMLİ TOPRAKLAMA TESTİ

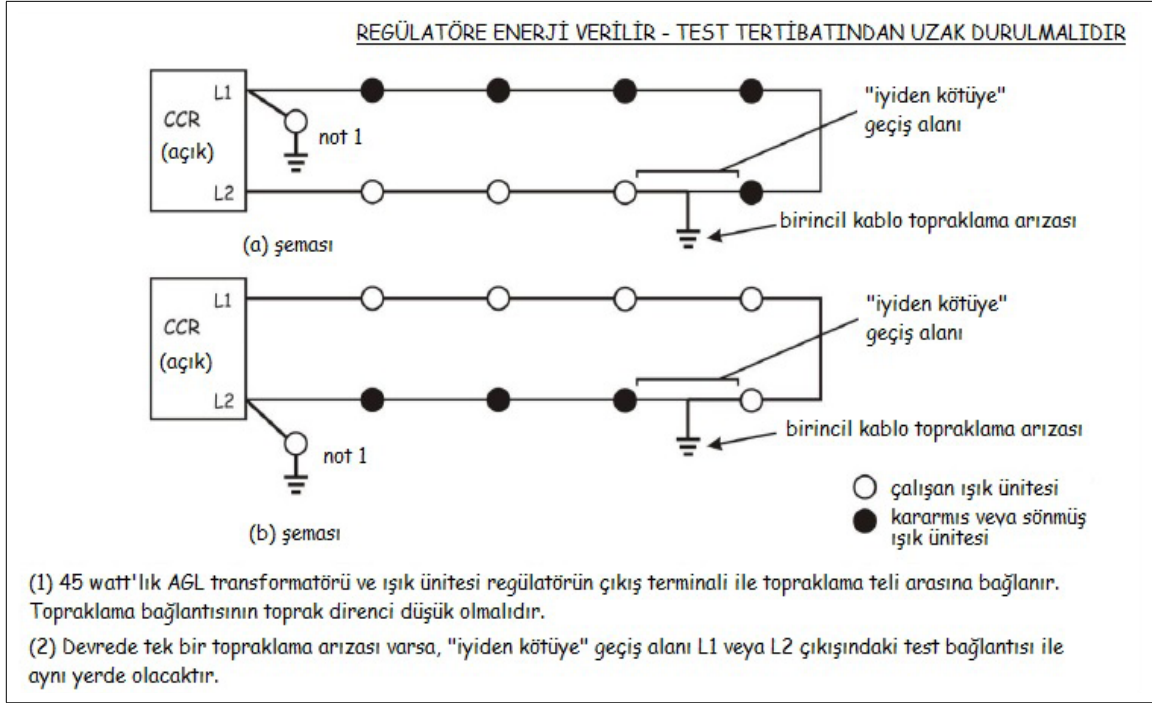
Not 1: UYARI! Aşağıdaki maddelerde ana hatları verilen arıza tespit yöntemleri ve usulleri, tehlikeli gerilimler içermekte olup, sadece gerekli emniyet usullerini kullanan vasıflı personel tarafından denenmelidir. Ayrıca, zaman zaman faydalı veya gerekli olmakla birlikte, bu yöntemin doğası gereği “tahribatlı test” olduğunun ve ayırım gözetmeden uygulandığı takdirde saha devresinde daha fazla hasara yol açabileceğinin bilincinde olunmalıdır.

Not 2: Aşağıdaki arıza tespit yöntemi en iyi “tahribatlı test” olarak açıklanmaktadır. Bu yöntem ancak zaman kısıtlamasına veya dirençölçer veya izolasyon direnci test cihazı kullanılarak test yapmanın zorluklarına bağlı olarak alışlagelmiş arıza tespit uygulamalarının elverişsiz olduğu durumlarda kullanılabilir. Bu duruma örnek olarak, doğrudan gömme devrelerde test yapmak için her bağlantının kazılarak açılması gerektiğinden alışlagelmiş arıza tespit uygulamalarının zor ve zaman alıcı olması verilebilir. Bu arıza tespit yönteminin düşünülebileceği bir başka örnek ise, bir pist devresinin hizmet dışı olduğu ve tesisinizde aksayan hava trafiği operasyonları nedeniyle zamanın hayati önem taşıdığı durumlardır. Bu yöntemde, arıza noktasında devredeki toprak direncinin oldukça az, tercihen 1000 ohm'un altında olmasını gerektirmektedir; bu direnç ne kadar düşük olursa o kadar iyidir. Ayrıca, küçük regülatörlerin (10 kW veya altı) etkili olmaya yetecek kadar gerilim üretemeyebileceği de unutulmamalıdır.

16.7.1 Şekil 16-8'de (a) ve (b) şemalarında görüldüğü gibi, tek bir topraklama arızasını tespit etmek için kullanılan bir başka yöntem de istemli topraklama testidir. İzolasyona direnç testinin

devrede topraklama olduğunu göstermesine rağmen, gözle yapılan kontroller sonuçsuz kalırsa, bu yöntem sorunun yerini tespit etmeye yardımcı olacaktır.

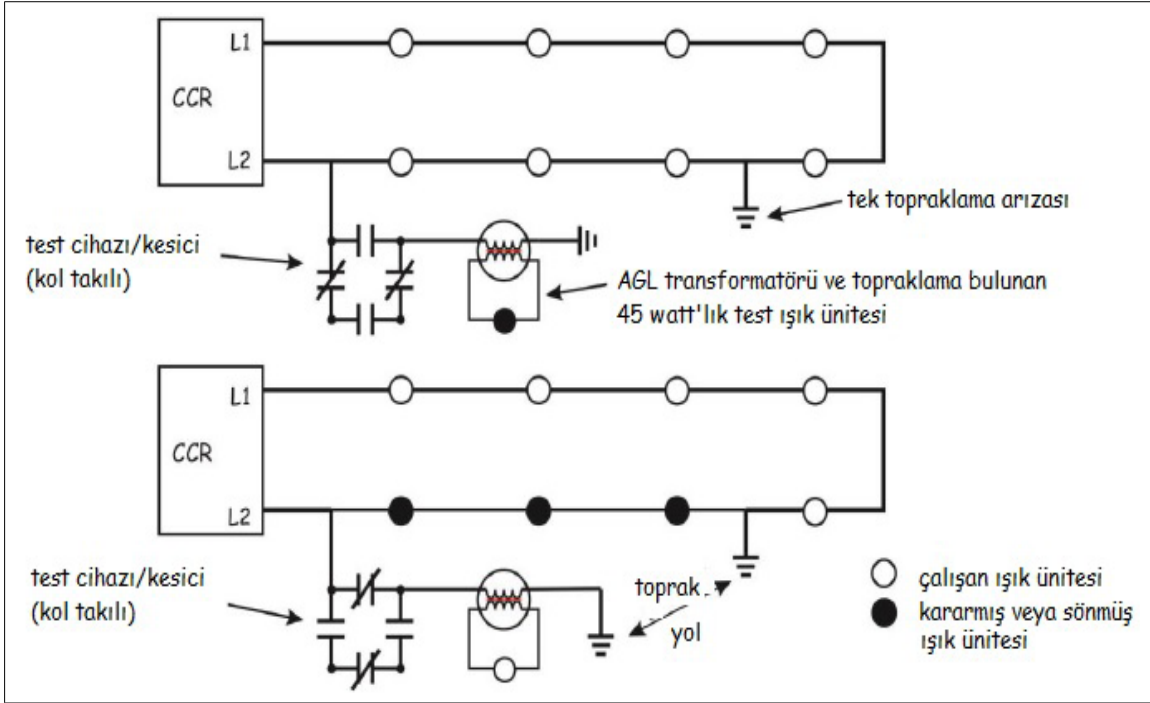
- a) Öncelikle regülatör kapatılıp kilitlenir. Ardından, regülatörün iki çıkış ucu “L1” ve “L2” olarak işaretlenir.
- b) Şekil 16-8’de gösterildiği gibi, regülatörün “L1” çıkışı ile toprak arasına 45 watt’lık bir AGL transformatörü ile ışık fişstürü bağlanır. Test bağlantısının toprak direnci çok düşük olmalıdır. Ardından, regülatöre enerji verilir. Test tertibatından uzak durulur. Test lambası yanarsa, devrede en az bir topraklama hatası vardır. Lamba ne kadar parlak yanarsa, topraklama arızasının/arızalarının direnci o kadar düşüktür. Regülatöre enerji verilirken, devrede gözle inceleme yapılır.
- c) Işık armatürlerinde kararmış veya sönmüş bir bölüm varsa, düzgün çalışan son ışık ile kararmış veya sönmüş olan ilk ışık arasında bir topraklama arızası mevcuttur. Bu alan işaretlenir.
- d) Bütün ışıklar kararmışsa veya sönmüşse, topraklama arızası “L2” çıkışı ile devrenin o tarafındaki ilk ışık armatürü arasındadır.
- e) Bütün ışıklar normal görünüyorsa, topraklama arızası “L1” çıkışı ile devrenin o tarafındaki ilk ışık armatürü arasındadır.
- f) Enerji kesilerek, regülatör kilitlenir. Test transformatörü/ışık tertibatı “L1” çıkışından “L2” çıkışına geçirilir (Şekil 16-8’e bakınız). Regülatöre enerji verilir. Test lambasının yanması gerekir. Devre gözle kontrol edilir.
- g) Kararmış veya sönmüş ışık armatürlerinden oluşan bir bölüm varsa ve “iyiden kötüye doğru giden” ışıkların konumu c) ’de işaretlenenle aynı noktadaysa, devrede o konumda tek bir topraklama arızası vardır. (Geçiş bölgesi aynıdır ancak c) ’de açık olan ışıkların burada kapalı olması, c’de kapalı olanlarınsa burada açık olması gerekir.) Enerji kesilerek, regülatör kilitlenir. İşaretli alandaki yan yana iki ışık armatürü arasındaki bağlantı kitleri, kablo ek yerleri vs. kontrol edilerek, gerekirse arızalı olduğundan şüphelenilen parçalar onarılır veya değiştirilir. Bu sırada, arızalı transformatörleri vs. doğrulamak için bir VOM veya izolasyon direnci test cihazı kullanılabilir. Tek topraklama arıza giderildikten sonra, regülatöre enerji verildiğinde test lambası yanmayacaktır. Regülatör çalışırken birincil kablodan mutlaka uzak durulmalıdır.



Şekil 16-8. İstemli topraklama testi

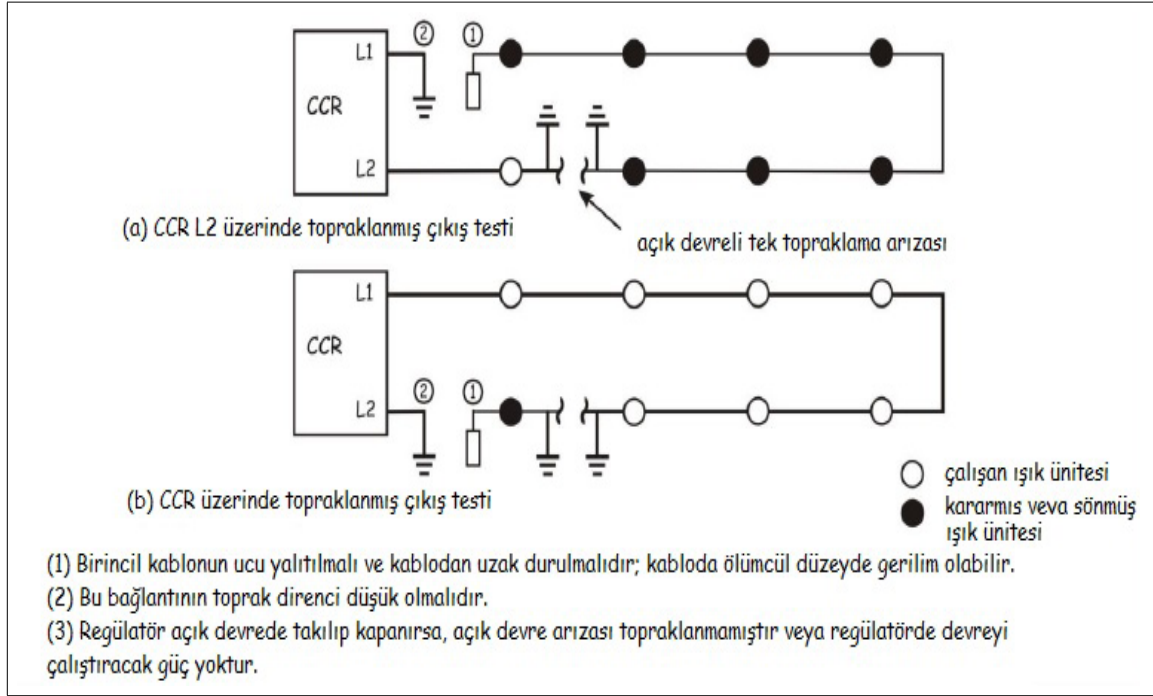
- h) Kararmış veya sönmüş ışık armatürlerinden oluşan bir bölüm varsa ve "iyiden kötüye doğru giden" ışıkların konumu c) 'de işaretlenenle aynı noktada değilse, devrede en az iki topraklama arızası vardır. Bu yeni geçiş alanı işaretlenir. Enerji kesilerek, regülatör kilitlenir. Yeni işaretlenen alandaki yan yana iki ışık armatürü arasındaki bağlantı kitleri, transformatörler vs. kontrol edilerek, gerekirse arızalı olduğundan şüphelenilen parçalar onarılır veya değiştirilir. Her arıza giderildikçe, regülatöre enerji verilerek, devre gözle kontrol edilir. Enerji verilen birincil kablodan uzak durulmalı ve kabloyla işlem yapılırken regülatör mutlaka kilitlenmelidir. "İyiden kötüye" geçiş alanı c) 'de işaretli olan noktaya doğru kayacaktır. Son topraklama arızası da onarılıp, regülatöre enerji verildiğinde test lambası artık yanmayınca bu şekilde arıza tespitine devam edilir.
- i) Bütün ışıklar görünüşte düzgün çalışıyorsa, topraklama arızası, d) 'deki gibi, "L1" çıkışı ile devrenin o tarafındaki ilk ışık armatürü arasındadır. Enerji kesilerek, regülatör kilitlenir. Işık armatüründen "L2" çıkışına doğru çalışmaya devam edilir. Kablo, bağlantı kitleri, transformatörler vs. kontrol edilerek, gerekirse arızalı olduğundan şüphelenilen parçalar onarılır veya değiştirilir. Regülatöre enerji verildiğinde test lambası yanmıyorsa, topraklama arızası onarılmıştır.
- j) Bütün ışıklar kararmışsa veya sönmüşse, topraklama arızası, e) 'deki gibi, "L1" çıkışı ile devrenin o tarafındaki ilk ışık armatürü arasındadır. Enerji kesilerek, regülatör kilitlenir. Işık armatüründen "L1" çıkışına doğru çalışmaya devam edilir. Kablo, bağlantı kitleri, transformatörler vs. kontrol edilerek, gerekirse arızalı olduğundan şüphelenilen parçalar onarılır veya değiştirilir. Regülatöre enerji verildiğinde test lambası yanmıyorsa ve ışık armatürleri düzgün çalışıyorsa, topraklama arızası onarılmıştır. Arıza işaret(ler) i sahadan kaldırılır.

16.7.2 Direnç test cihazı yoksa, istemli topraklama testinde değişiklik yapılarak, bu test Şekil 16-9'da gösterilen şekilde değerli bir önleyici bakım aracına dönüştürülebilir. Transformatör/ışık tertibatı kesici aracılığıyla regülatör çıkışına bağlanır. Kesicinin kolu çıkarıldığında, istemli topraklama devreye bağlanır. Ayda bir, regülatör kapatılarak kesicinin kolu çekilip çıkartılır. Regülatöre yüksek kademedeki enerji verilerek test lambası gözlemlenir. Devrede topraklama arızası oluşmuşsa, lamba yanacaktır. Arızanın direnci ne kadar düşük olursa, lamba o kadar parlak yanar. Bu kontrolü düzenli olarak yapmanın başlıca avantajı, devrenin görsel görünümü birden çok arızadan etkilenmeden önce tek bir topraklama arızasının fark edilerek yerinin kolayca tespit edilebilmesidir. Genel kural olarak, eğer test lambası yanıyor, topraklama arızasının yerinin tespit edilerek onarılması gerekir. Bu prosedür rutin önleyici bakım usullerine eklendiği takdirde, topraklama problemlerinin daima bir adım önünde kalınacaktır.



Şekil 16-9. İstemli topraklama önleyici bakım aracı

16.8 AÇIK DEVRELERİN TESPİTİ İÇİN TOPRAKLAMA ÇIKIŞ TESTİ



Şekil 16-10. Topraklanmış çıkış testi

16.8.1 Topraklanmış çıkış testi, topraklama arızalarının yerini tespit etmek için kullanılan istemli topraklama testine benzerdir. Bu testin işe yaraması için, açık devre arızasının Şekil 16-10'da gösterilen şekilde topraklanmış olması gerekir. Açık devre arızası topraklanmışsa veya arızasının toprak direnci çok büyükse, bu yöntem sadece büyük kW değerine sahip regülatörlerle işe yarayabilir. Regülatörün kapalı olduğundan emin olunmalıdır. Regülatörün uç kabloları "L1" ve "L2" şeklinde işaretlenir. "L1" regülatörden çıkarılır. "L1" uç kablosunun çıplak ucu kapatılır veya bantlanır. Kablonun hiçbir şeyle temas etmemesine dikkat edilmeli ve regülatöre enerji verildiğinde kablodan uzak durulmalıdır. Ardından, "L1" in söküldüğü regülatör çıkış terminali topraklama teline bağlanır. Bu bağlantının topraklama direnci mümkün olduğunda düşük olmalıdır. Regülatöre en yüksek kademe enerji verilir. Topraklama test bağlantısından uzak durulmalıdır.

16.8.2 Regülatör açık devre korumasına takılırsa, regülatöre ikinci bir kez enerji verilmeye çalışılmamalıdır. Bu durumda ya regülatör çok küçüktür ya da arızasının toprak direnci çok büyüktür. Çoğu zaman, 4 ve 7,5 kW'lık regülatörler, arıza yerinde toprak direnci olan topraklanmış çıkış testi çalıştırmaya yetecek kadar güçlü değildir. Tercihen en iyisi, 6,6 amperlik devrelerde 30 kW'lık, 20 amperlik devrelerde ise 70 kW'lık regülatör kullanılmaktadır. Mümkünse, devre elektrik deposundaki en büyük regülatöre bağlanarak tekrar denir. Devre çalıştırılmazsa, açık devre arızasının yeri, dirençölçer/megaohm testi ile tespit edilir (madde 16.5'e bakınız)

16.8.3 Eğer regülatör çalışmaya devam eder ve çıkış akımı üretmeye başlarsa, açık devre topraklanmış çıkış testiyle tespit edilebilir. Bu test tertibatında regülatör çıkış akımında dalgalanma olması yaygındır. Bu durum regülatöre zarar vermez ancak regülatörü çalıştırmaya sadece arızanın yeri tespit edilene kadar devam edilmelidir. Açık giderildiğinde, regülatör tekrar normal çalışmaya

başlar. Regülatöre enerji verilirken, saha devresinde gözle inceleme yapılır. Hem ışıklı armatürlerden oluşan bir bölüm hem de sönmüş armatürlerden oluşan bir bölüm olması gerekir. “İyiden kötüye” geçiş alanı işaretlenir. Açık devre arızası çalışan son ışık armatürü ile yanmayan ilk ışık armatürü arasındadır. Bütün ışıklar yanıyorsa, topraklama arızası “L1” çıkışı ile devrenin o tarafındaki ilk armatür arasındadır. Bütün ışıklar sönmüşse, topraklama arızası “L2” çıkışı ile devrenin o tarafındaki ilk armatür arasındadır. Enerji kesilerek, regülatör kilitlenir.

16.8.4 Topraklama bağlantısı regülatörün çıkış terminalinden sökülür. “L1” uç kablosu tekrar regülatörün çıkış terminaline bağlanır. Ardından, “L2” uç kablosu regülatörden çıkarılır. “L2” uç kablusunun çıplak ucu kapatılır ve bantlanır; kablunun hiçbir şeyle temas etmemesine dikkat edilmeli ve regülatöre enerji verildiğinde kablodan uzak durulmalıdır. Ardından, “L2”nin söküldüğü regülatör çıkış terminali topraklama teline bağlanır. Regülatöre en yüksek kademedeki enerji verilir. Topraklama test bağlantısından uzak durulmalıdır. Saha devresi gözle kontrol edilir. Bu sefer son teste yanan armatürlerin sönmüş, son teste sönen armatürlerin ise yanmış olması gerekir. Şimdi devrenin görsel görünümü, madde 16.8.3’tekinin tam tersiyken, “iyiden kötüye” geçiş alanının ise aynı yerde olması gerekir. Eğer böyleyse, açık devre arıza işaretinin yanındaki iki ışık armatürü arasındadır. Enerji kesilerek, regülatör kilitlenir. Bir ışık armatüründen başlayıp, AGL transformator sargılarında, bağlantılarda, ek yerlerinde ve birincil kablolarda ek devre arızası olup olmadığı kontrol edilerek diğer armatürlere doğru ilerlenir. Gerekirse kusurlu parçalar onarılır veya değiştirilir. Açık devre arızasının düzeltildiğini doğrulamak için, “L1” ve “L2” çıkışlarındaki direnç, dirençölçerle ölçülür. Direnç 700 ohm’ün altındaysa, devredeki bütün açık devre arızaları giderilmiştir. 700 ohm’ün üzerindeki tüm değerler, devrede bir yerde açık devre veya yüksek direnç hatası olduğuna işaret eder. Işık fıkstürlerinin sayısına ve watt değerine bağlı olarak her devrenin direnç değerinin farklı olabileceği unutulmamalıdır ancak 700 ohm tüm havaalanı devreleri için azami değerdir. Topraklama bağlantısı regülatörden sökülerek, “L2” çıkış tekrar regülatöre bağlanır. Regülatöre yaklaşık otuz dakika boyunca yüksek kademedeki enerji verilir. Bu işlem, onarım çalışmasının doğru yapıldığını tekrar kontrol etmeye yarar. Devre gözle kontrol edilerek, sahadaki arıza işaret(ler) i kaldırılır.

16.9 TOPRAKLAMA ARIZALARININ TESPİTİ İÇİN ISI SENSÖRLÜ CİHAZ KULLANIMI

Bir seri devrede iki topraklama kısa devresi varsa, kablodaki veya transformator yalıtımındaki açıktan toprağa giden akım ısı üretir. Bunun nedeni, elektrik devresinde iyi ve sağlam bir bağlantı olmadığında meydana gelen arklanmadır. Sabit akım regülatörleriyle çalışan seri devrelerde, regülatör çok yüksek gerilimler üretebilir ve arklanmaya bağlı ısı yüksek olabilir. Bazı havalimanları, bu istenmeyen durumu avantaja çevirmeyi başarmıştır. Elektrik, ekonomik kızılötesi termometre yardımıyla, normal ışık kutusu veya armatürü ile anormal yüksek sıcaklıklarda çalışan ışık kutusu veya armatürü arasındaki sıcaklık farkını ölçebilir. Lazer nişan alma özelliği bulunan kızılötesi termometreler, hareket halindeki bir araçtan kullanılabilir kadar uzak mesafelerde etkilidir. Elektrikli araçla pist ve taksit yolu boyunca ilerlerken, diğerlerinden daha yüksek sıcaklık görülen bir ışık ünitesine/kutusuna rastlayana dek bu cihaz yardımıyla her bir ışığın/kutunun sıcaklığını kontrol edip, ardından o ışığı inceleyebilir. Bu yöntemin birçok havalimanında ciddi bir zaman tasarrufu sağladığı kanıtlanmıştır.

16.10 TOPRAKLAMA ARIZALARININ TESPİTİNDE KABLO ARIZASI TESPİT CİHAZLARININ KULLANIMI

Kablo tespit ve arıza bulma teknolojisinde, son yıllarda çok sayıda üreticinin yer altı kablolarının yerini ve topraklama ya da kablo kılıfı arızalarını tespit edilebilen cihazlar sunmasıyla birlikte büyük bir gelişme kaydedilmiştir. Bir verici ve alıcından oluşan bu ünitelerde arıza tespit donanımı mevcutsa genellikle alıcıyla birlikte kullanım için A şeklinde opsiyonel bir toplama ünitesi bulunmaktadır. Doğrudan gömme kablolardaki topraklama arızasının yerini tespit edebilen bu cihazlar, hayli doğru sonuçlar verebilmektedir.





BÖLÜM
17

ELEKTRİK TEST MALZEMELERİ

17. BÖLÜM

ELEKTRİK TEST MALZEMELERİ

17.1 GENEL

17.1.1 Bu bölümde ışıklı seyrüsefer yardımcılarının bakımında kullanılan elektrik test malzemelerinin çeşitli türleri anlatılmaktadır. Test malzemeleri, kullanışlılık sırasına göre sıralanmıştır. Bakım için, her tesisin en az bir akım-gerilim-direnç ölçer bir de yalıtım test cihazı edinmesi tavsiye edilmektedir. Bu iki ünite pek çok rutin bakım için gerekli olup, arıza tespiti için yararlıdır. Burada sıralanan malzemelerin çalışma talimatları, ürünle birlikte verilen üreticinin kullanım kılavuzunda yer almaktadır. Tüm test malzemelerinin emniyetli bir şekilde çalışmasını sağlamak için periyodik olarak durum kontrolleri yapılmalıdır.

17.1.2 Burada açıklanan teknik test usulleri, yerel emniyet kurallarıyla karşılaştırılarak kontrol edilmelidir.

Emniyet - Lastik yalıtım eldiveni

17.1.3 İlgili düzenleyici kuruluşlar (örneğin İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi (OSHA)) havalimanı elektrik sistemleri üzerinde çalışan çalışanların elektrik çarpma tehlikesine karşı kişisel koruyucu donanım (PPE) kullanmalarını zorunlu kılmaktadır. Buna, lastik yalıtım eldivenleri ve ilgili deri eldiven koruyucuları da dahildir. Genel uygulama olarak, kişinin enerji bulunan devreler üzerinde çalışmaması gerekse de, bu kuralı uygulamak her zaman mümkün değildir. Ayrıca, aynı iniş deliğinde veya transformatör mahfazasında diğer devrelerin kabloları da bulunabilir ve enerji taşıdığı zannedilen bir kablo, geçiş arızalarına bağlı olarak aslında akım taşıyor olabilir. Bu nedenle, havalimanı devrelerinde test veya inceleme yapılırken, daima yalıtım eldiveni takılmalıdır.

17.1.4 Lastik yalıtım eldivenleri, onaylı olmalı ve her gün kullanımdan önce ve hasara yol açtığından makul olarak şüphelenilebilecek herhangi bir olayın ardından derhal kontrol edilmelidir. Her kullanım öncesi, lastik malzemeler üzerinde herhangi bir delik, batık tel, yarık veya yırtık, ozon kesiği, UV çatlama veya kimyasal bozulma olup olmadığı gözle kontrol edilmelidir. Yalıtım eldivenleri en az altı ayda bir periyodik kanıtama testine gönderilmelidir.

17.2 AKIM-GERİLİM-DİRENÇ ÖLÇER (VOM)

17.2.1 Analog bir akım-gerilim-dirençölçer, AC/DC gerilimleri, direnci ve düşük DC akım değerlerini ölçebilen hayli çok yönlü bir test cihazıdır. Kaliteli cihazlar makul düzeyde kesinlik ve sağlamlık sunar ve çok çeşitli ölçümleri yapmak için kullanılabilir. Bu cihazın en yaygın kullanıldığı alan, meydana gelen bir arızanın yerini tespit etmek amacıyla seri devrelerde yapılan direnç ölçümleridir. Analog VOM, değişken trendleri ve değerleri gösterebilmesi ve hızlı arıza tespitine ihtiyaç duyulan durumlarda go/no-go test imkanıyla kolaylık sağlaması bakımından kullanışlıdır.

17.2.2 Bununla birlikte, analog VOM'lerin de bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Giriş emdapasının nispeten düşük olması ve parazite duyarlılığı sebebiyle, özellikle elektronik devrelerle ilgilenirken veya radyo frekansı (RF) enerjisi bulunan bir ortamda çalışırken, bazı ölçümler için uygun değildir. Ayrıca, tipik bir VOM, gerçek RMS, yüksek kesinlikli ölçümler için tasarlanmamış olabileceğinden, havaalanı ışıklandırması seri devrelerinde akım ölçümü yapmak için kullanılmamalıdır.

Emniyet

17.2.3 VOM kullanırken emniyet daima göz önüne bulundurulmalıdır. Test edilecek tüm ekipmanlara ilişkin gerilim seviyeleri ve elektrik çarpma riskleri bilinmelidir. VOM'nin test edildiğinden ve kalibrasyonunun yapıldığından emin olunmalıdır. Portatif test cihazlar en az yılda bir kez kontrole tabi tutularak kalibrasyonları yapılmalıdır. Herhangi bir ölçüm yapmadan önce VOM test kablolarının durumu kontrol edilmelidir. VOM'nin özel kullanımlarına ilişkin genel emniyet tavsiyeleri, üreticinin cihazla birlikte sağladığı kullanım kılavuzunda yer almaktadır.

- a) Yüksek gerilim ölçümleri. Anma değeri 600 voltun üzerinde olan güç dağıtım devrelerinde kesinlikle doğrudan gerilim ölçümü yapmaya kalkışılmamalıdır. Yüksek gerilim ölçümleri, uygun anma değerine sahip cihaz transformatörleri ve ölçüm cihazları kurularak yapılmaktadır.
- b) Anahtar ayarları. Güç ve kumanda devrelerinde gerilim ölçümleri yapılırken, test kabloları devre iletkenlerine uygulanmadan önce, ölçüm cihazı seçme ve aralık düğmelerinin test edilen devre için doğru konumda olduğundan emin olunmalıdır. Cihaz hareketlerinin zarar görmesini önlemek için, ölçüm cihazı daima ibrenin son sapma noktasının altında kalacağı bir aralıkta kullanılmalıdır. En doğru okuma değerleri ibre 1/3 ila orta kademe sapma aralığında kullanıldığında elde edilir.
- c) Kasa yalıtımı. Okuma yaparken VOM elde tutulmalıdır. Cihaz düz bir yüzey üzerinde desteklenmelidir. VOM'nin mutlaka elde tutulması gerekiyorsa, kasa yalıtımına güvenilmemelidir.

17.3 DİJİTAL AVOMETRE (DMM)

17.3.1 Bir havalimanı elektrikçisinin alet çantasında mutlaka olması gereken bir diğer test cihazı da dijital avometredir. Bu çok yönlü cihaz yüksek kesinliğin yanı sıra, çeşitli aksesuarlarla birlikte kullanıldığında, geniş aralıklı ölçümler yapabilme imkanı sunabilmektedir. Bu tip veya başka herhangi bir test cihazı alınırken verilebilecek en iyi tavsiye, maddi imkanlarınızın elverdiği en iyi cihazı almaktır: Kullanılan DMM'nin gerçek RMS tipi olduğundan ve aksesuarların kalitesinin yüksek olduğundan ve yüksek kesinlik sağladığından mutlaka emin olunmalıdır.

17.3.2 DMM, kaliteli bir pens ampermetre ile birlikte kullanıldığında, sabit akım regülatörlerinin çıkış akımının ölçülmesi için iyi bir kombinasyon oluşturur. Tüm DMM aksesuarlarının, ilgili görevle ilişkin kesinlik gereklilikleri dahilinde olduğu doğrulanmalıdır. DMM'nin ve tüm aksesuarların kesinliğinin ölçülecek aralıklar için her yıl onaylı bir kalibrasyon laboratuvarı tarafından kontrol

edilerek, kalibrasyonlarının yapılması sağlanmalıdır. Havalimanı ışıklandırma seri devrelerinde, düzgün kalibrasyonun doğrulanmasında kullanılan aralık 2,8 ila 20 amperdir.

Emniyet

17.3.3 VOM'ler için sayılan tüm emniyet tedbirleri DMM'ler için de geçerlidir.

17.4 İZOLASYON DİRENCİ TEST CİHAZI (MEGOHMMETRE)

17.4.1 İzolasyon direnci test cihazı veya megohmmetre, yeraltı havalimanı ışıklandırma seri devre yüksek gerilim kablolarının bakımı ve arıza tespiti için gerekli bir araçtır. Bu test cihazlarının, geleneksel döndürme kollu modellerden pilli ve AC şebeke elektriğiyle çalışan modellere kadar çeşitli türleri bulunmaktadır. Bu cihazlar, yer altı kabloların toprak izolasyon direncinin, iletkenler arasındaki izolasyon direncinin ve transformatör sargıları, motorlar, regülatörlerin vs. toprak direncinin ve aralarındaki izolasyon direncinin test edilmesinde kullanılmaktadır. Pille çalışan modeller en yaygın olup, hem analog hem de dijital ödeme fonksiyonuyla her şekli ve boyutu mevcuttur. Dijital modellerin çoğunda, dijital okumayı tamamlayıcı bir analog çubuk grafik bulunmaktadır. Yüksek gerilim test cihazında, devreye uygulanan gerilimi ve izolasyon kaçak akımını okumak için hassas bir gerilimölçer ve mikroamper ölçer bulunmalıdır.

17.4.2 İzolasyon direnci test cihazının seçiminde dikkate alınması gereken bir nokta da çıkış gerilimidir. Günümüzde pille ve hat elektriğiyle çalışan bazı cihazlarda 5000 volt DC'yi bulabilen seçmeli çıkış gerilimleri mevcuttur. En az 1000 volt DC çıkışlı bir izolasyon direnci test cihazı seçilmelidir. Mümkünse, azami gerilim çıkışı daha yüksek olan bir cihaz kullanılması düşünülebilir; böylece yüksek dirençli arızaların tespit edilebilme olasılığı artar ve kabloların ve transformatörlerin anma gerilimi daha yakından tahmin edilebilir. Öte yandan, durumu şüpheli olan eski kabloların ve/veya çok düşük gerilimlerde çalışan devrelerin testinde, 1000 voltun üzerindeki gerilimle yapılan testlerden zarar görülebileceği unutulmamalıdır. Eski devreler ilk kez test edilirken dikkatli olunmalıdır.

Emniyet

17.4.3 Aşağıdaki önlemler uygulanmalıdır:

- a) Bu testler, gereken yetkinliklere sahip personel tarafından dikkatle denetlenerek aşırı gerilim uygulanmadığı tespit edilmelidir.
- b) İzolasyon direnci testi yapmaya hazırlanırken, öncelikle eksiksiz bir emniyet kontrolü yapılmalıdır. Test edilecek ekipmanın tüm güç kaynaklarından söküldüğünden emin olunmalıdır. Bütün emniyet anahtarları açılarak, donanıma yanlışlıkla enerji verilmesini önlemek için diğer kumanda donanımları kilitlemelidir.
- c) Nötr veya topraklama iletkenlerinin sökülmesi gerekiyorsa, akım taşımadıklarından, ve söküldüklerinde hiçbir donanımda koruma eksikliği olmayacağından emin olunmalıdır.

- d) Test cihazının anma gerilimi gözlemlenerek, uygun tedbirler alınmalıdır.
- e) Büyük donanım ve kablolarda genellikle test akımından kaynaklanan tehlikeli miktarlarda enerjinin depolanması için yeterli sığa bulunur. Direnç değerleri okunduktan sonra, test kabloları üzerinde herhangi bir işlem yapmadan önce, test cihazı, kablolarına dokunmadan en az 30 saniye boyunca bağlı bırakılarak, cihazda depolanan enerjinin boşalması beklenmelidir. Yeni test cihazlarının çoğu, test edilen donanımı otomatik olarak deşarj ederek, test kablolarını çıkarmak güvenli olduğunda kullanıcıya görsel veya sesli bir işaret vermektedir. Üreticinin talimatları hakkında bilgi için cihazın kullanma kılavuzuna başvurulmalıdır.
- f) Test cihazı patlayıcı bir ortamda kullanılmamalıdır. Test kabloları takılırken veya çıkarılırken ortaya çıkabilecek küçük bir kıvılcımla veya kusurlu yalıtımın içinde veya üzerinde meydana gelen arklanma sonucu patlama yaşanabilir.

17.5 İZOLASYON DİRENCİ TESTİ

17.5.1 Sistemin güvenilir bir şekilde çalışması için havalimanı ışıklandırma devreleri üzerinde mutlaka düzenli önleyici bakım (PM) yapılması gerekmektedir. Çok yüksek gerilimlerde çalışma potansiyelinden dolayı, seri devrelerin bileşenleri arızalanmaya karşı son derece duyarlıdır.

17.5.2 Tüm havaalanı devrelerinde en az ayda bir izolasyon direnç testleri yapılmalıdır. Havalimanında, eski olduğu için veya farklı nedenlerle düzenli olarak arızalanan devreler varsa, haftalık kontroller düşünülebilir. Haftalık PM izolasyon direnci kontrollerini alışkanlık haline getirerek, pek çok olası arıza sorun haline gelmeden gündüz saatlerinde tespit edilebilir. İlgili devreyi tanıttıcı bilgilerin yanı sıra yapılan testin tarihini ve sonucu içeren kayıtlar regülatör deposunda tutulmalıdır. Test sırasında hava şartları, yakınlardaki ışıklandırma hareketleri gibi özel durum notları ve tespit edilen arızaların yerlerini ve nedenlerini belirtmek için boşluk bırakılmalıdır. Şekil 17-1'de örnek form gösterilmektedir.

HAVALİMANI IŞIKLANDIRMA DEVRESİ TEST KAYDI			
Depo veya şalt sahası # _____			
Devre tanıttım numarası _____			
TARİH	OHM	HAVA ŞARTLARI VE AÇIKLAMALAR	PARAF

Şekil 17-1. Test kayıt formu

17.5.3 Daha eski devreler, özellikle de normalde daha alçak gerilimlerde çalışan devreler test edilirken, 5000 volt'luk bir DC test cihazı kullanmak, kabloda veya transformatörde bulunan zayıf bir noktada aksi takdirde fark edilemeyecek olan bir arızayı gösterebilir. Bu nedenle, 1000 volt DC'nin üzerindeki gerilimlerde test yaparken, gerekirse anında onarım yapmaya hazırlıklı olunması tavsiye edilmektedir.

17.5.4 Önleyici bakım kapsamında izolasyon direnç testleri yapılırken, bir turdan diğerine testlerin yapılma şeklinde tutarlı olunması gerekir. Test sonuçları birçok koşula bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Örneğin, sonuçların doğru bir şekilde karşılaştırılabilmesi için test her yapıldığında aynı sürede ve aynı test geriliminde uygulanmalıdır.

17.5.5 İzolasyon direnç testleri yapılırken dikkate edilmesi gereken çok önemli bir nokta da, okunan izolasyon direncinin azami seviyeye ulaşması için gereken süredir. Tam yüke ulaşma süresindeki gecikmenin başlıca nedeninin, dielektrik soğurma etkisi olduğu bilinmektedir. Bu sürenin tamamlanarak, okunan değerlerin mutlak azami değere ulaşması birkaç dakika sürebilir. Bu testler yapılırken, tecrübeye dayalı olarak asgari bir süre belirlemek en iyisidir.

17.5.6 Kısa süreli izolasyon direnci okumalarında, cihazı 30 saniye ile 1 dakika arasında belli bir süre boyunca çalıştırılır ve bu sürenin sonunda okuma yapılır. Daha sonra yapılan testlerde de aynı çalıştırma süresi uygulanır.

17.5.7 Nem, hava şartları ve günün hangi saati olduğu gibi diğer değişkenler de okumaları etkileyebilir. Tercihen, devreler birkaç saat boyunca enerjisiz bırakıldıktan sonra okuma yapılır. Devre çalıştıktan hemen sonra yapılan okumalar yüksek çıkabilir. Bu durum transformatörlerdeki izolasyonun bozulmaya başladığını ve belki de kabloların içine nem girebildiğine işaret eder. Devreler çalıştığında sıcaklık yükselerek, yalıtımdaki nemi uzaklaştırır; bu da yapay olarak daha yüksek okuma sonuçları elde edilmesine yol açar.

17.5.8 Seri devrelerde yapılan izolasyon direnç ölçümlerinde devre uzunluğu, devrenin yaşı vb. faktörler nedeniyle ideal bir değer yoktur. Burada en iyi kural, buna kendi tesisinizdeki geçmiş deneyimlere göre karar vermektir. Devrenin yaşına, kablo ve donanımların üreticisine, kurulum yöntemlerine (doğrudan gömme veya elektrik borusu içine döşeme), yerel hava şartlarına ve normalde sistemde bulunan nem miktarına bağlı olarak her devre farklı olabilir.

17.5.9 Bir devrenin hangi durumda arızalı kabul edileceğine ve önleyici bakım onarım gerekeceğine ilişkin karar, aynı tesisteki devreler arasında da değişiklik gösterebilir. Genel olarak konuşmak gerekirse, ölçülen değerlerin 1 megohm'un altında olduğu devreler kesinlikle hızla bozulmaya mahkumdur. Bir devrenin bozulması için geçmesi gereken süre, regülatörün çıkış gerilimine, arızanın türüne ve arıza yerinde nem olup olmamasına göre etkilenir. Devrenin kW cinsinden büyüklüğüne kadar fazlaysa, çıkış gerilimi de o kadar yüksek olur; buna bağlı olarak da izolasyon durumu daha kritik hale gelir.

17.5.10 Direnç değerlerinin aydan ayda veya yıldan yıla kötüleşmesi önemli bir bilgidir. Direnç değeri, devrenin kullanım ömrü boyunca kaçınılmaz olarak azalır; yılda yüzde 10-20 oranında bir düşüş normal kabul edilebilir. Bir yılda yüzde 50 oranında (ayda yüzde 4) veya daha fazla düşüş

yaşanması ise, devrede (yüksek dirençli topraklama gibi) bir sorun olduğu veya devre izolasyonunun ciddi ölçüde bozulduğunu gösterir. Bu durumda, bakım şefi arıza tespit usullerini uygulayarak sorunun yerini tespit etmeyi düşünmelidir. Tablo 17-1’de tipik bir devredeki mevcut döngü direnci gösterilmiştir.

Devre uzunluğu	Önerilen asgari toprak direnci
3000 metreden az	50 megohm
3000 m (dahil) ila 6000 m arası	40 megohm
6000 m veya üzeri	30 megohm

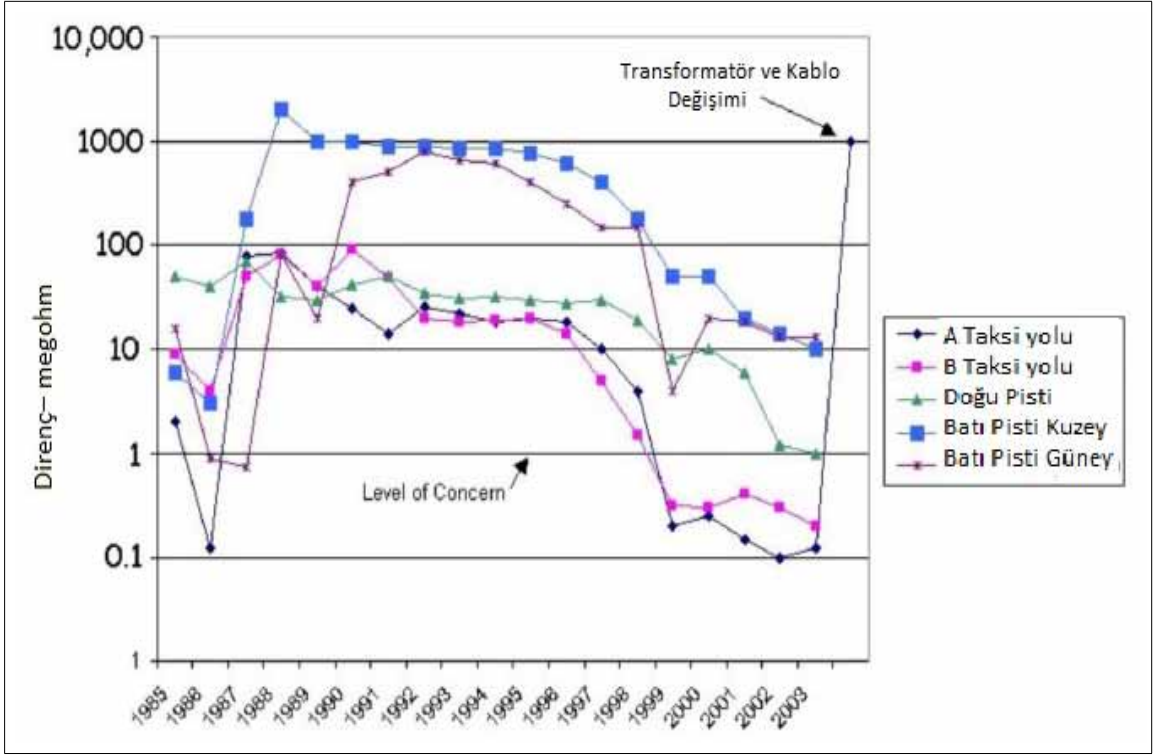
Tablo 17-1. Bakım için önerilen direnç değerleri

17.5.11 Ayrıca, yeni tesisatlar için öngörülen izolasyon direncinin, bakım personelinin kurulum ve kabul işlemleri sonrası seri ışıklandırma devrelerinin bakımını yapabilme kabiliyeti üzerinde büyük bir etkisinin olacağını belirtmek gerekir. Yeni kablo tesisatlarının doğrudan gömmek yerine giderek daha fazla boru içlerine veya altlıklara döşenmesinin de etkisiyle, normal şartlarda 500 megohm’a kadar hatta bu değer üzerinde başlangıç direnç değerlerine ulaşılması mümkündür ve zorunlu kılınmalıdır (bkz. Şekil 17-2).

17.6 YERALTI KABLO/ARIZA TESPİT CİHAZI

17.6.1 Kablo tespit cihazı, havalimanı ışıklandırma kablolarının ve kanallarının yerinin hızlı bir şekilde tespit edilmesi için vazgeçilmez bir araçtır. Normal şartlarda; kablo tespit cihazı, bir yeraltı kablosuna doğrudan (veya bir endüktif kuplör aracılığıyla dolaylı olarak) takılı olan bir verici ile kablo yolunun takip edilmesi için iletilen sinyalin alınması için kullanılan bir alıcıdan oluşmaktadır. Kablo tespit cihazları, PVC elektrik borusunda yer alan kablolardaki arıza tespit işlemlerini gerçekleştirirken iletkenin yolunun tespit edilmesi için çok kullanışlı olup doğrudan gömülen kablolarla ilgili işlemlerde çok daha gereklidir.

17.6.2 Havalimanındaki herhangi bir işin, herhangi türden bir kazı çalışmasını gerektirdiği durumlarda, kabloların sehven kesilmesini önlemek amacıyla kablo/arıza tespit cihazının kullanılması gereklidir. Ayrıca alıcıların çoğu, iletken herhangi bir sinyal veya ton uygulama gerekliliği olmaksızın, 60 Hz AC kabloları tespit etme kabiliyetine sahiptir. Havalimanı devrelerinin doğrudan gömülü iletkenler ile beslenmesi veya doğrudan gömülü kontrol kabloları ile donatılması durumunda, yeraltı arızalarını tespit edebilen bir tespit cihazının satın alınması tavsiye edilmektedir. Ancak, devrelerin içerisinde döşenen kablolardaki arızaların, bu cihazlar kullanılarak tespit edilemeyeceğini kayda alınız. Arıza bulma kabiliyetine sahip olan kablo tespit cihazları, normal şartlarda, iletken ile topraklanacak kablo koruyucu kılıf arasındaki arızanın yönünü belirleyecek alıcı ile kullanılan A şeklinde bir prob ile donatılmaktadır.



Şekil 17-2. Örnek izolasyon direnci ölçümleri

Emniyet

17.6.3 Yeri tespit edilecek veya test edilecek iletkenle doğrudan bağlantı kullanılırken, iletkeni besleyen devrenin enerjisinin kesildiğinden ve kilitleyerek etiketlendiğinden emin olmak için gereken dikkat gösterilmelidir.

17.7 YÜKSEK DİRENÇLİ ARIZA TESPİT CİHAZI

17.7.1 Yüksek dirençli arıza tespit cihazı; arızalı iletkenin iki kısmının (arızanın tek ve her bir tarafı) köprünün dış kısmında kalan iki kolunu oluşturduğu, modifiye Wheatstone köprü tipi devreyi kullanmaktadır. Köprünün kalan iki kolu ise, cihazın içerisinde yer almaktadır. Son derece yüksek giriş direncine sahip olan bir detektör devresi kullanılarak, yüksek dirençli arızaları tespit etmek mümkündür. Bu köprü düzeni sayesinde, 0 ila 200 megohm arasında dirence sahip olan arızalar, yüzde ± 0.5 'lik bir doğruluk oranı ile tespit edilebilmektedir. Tipik bir arıza, 150 m içerisinde 15 cm; yani, yüzde ± 0.10 olacaktır.

17.7.2 Bu testin yüksek hassasiyeti nedeniyle, iyi bir iletken ile denge kurulabilmektedir (arıza yeri, iletkenin merkez noktası olarak gösterilecektir). Böyle bir denge, normal kablo kaçak akımından kaynaklanmakta olup aynı sıcaklıkta aynı yalıtım kalitesindeki bir kabloda yaklaşık yüzde 50 değerinde bir okumayla sonuçlanacaktır. Bu nedenle; arızanın gerçek yerini belirlemeye çalışmadan önce, yalıtım direnç ölçümleri ile bir arızanın mevcut olduğunun tespit edilmesi gerekmektedir.

Emniyet

17.7.3 Herhangi bir düzeltme işlemine girişmeden önce, tesir gören tüm kabloların enerjiden kesildiklerinden emin olunmalıdır.

17.8 PENS AMPERMETRE

17.8.1 Doğru kök kare ortalamalı (doğru RMS) ampermetre, alternatif akımı ölçmektedir. Bazı modeller, cihazın gerilimölçer veya dirençölçer olarak kullanılmasını sağlayan fişli uç kablolar ile donatılmaktadır. Akımı kontrol ederken, akım pens probu kullanılmalıdır.

17.8.2 Ampermetre, bir havaalanı elektrikçisinin en önemli cihazı olup doğru RMS ampermetre olmalıdır. Diğer ampermetreler (ortalama değeri ve en yüksek değeri gösteren), havalimanı ışıklandırması kullanımında yetersizdir. Ufak toleransların, havaalanı devresinin düzgün çalışması için elzem olduğu akıldan çıkarılmamalıdır. Akımdaki yüzde 1'lik bir değişiklik, lümen çıkışında yüzde 7'ye varan bir değişiklik ile sonuçlanabilmektedir. Ortalama değeri ve en yüksek değeri gösteren ampermetreler, sinüs biçimli olmayan dalga biçimlerini doğru şekilde ölçmeyecek ve akım seviyelerini, gerçek akım seviyelerinden daha az gösterecektir. Yalnızca gerçek RMS ampermetreler, sabit akım regülatörü çıkışları ve havaalanı yük devreleri üzerinde bulunan sinüs biçimli olmayan dalga biçimlerini okuyabilmektedir. Çünkü bu cihazların pek çoğu, havalimanı ışıklandırma devreleri üzerinde ölçülmesi gerekenin çok üzerindeki akımı ölçmek için değerlendirilmektedir, ölçüm skalasının en altındaki doğrulukları şüpheli olabilir - bu, özellikle de, LED lambalarını kullanan ışıklandırma devreleri için doğrudur. Yüzde ± 2 veya daha iyi oranda doğruluğa sahip olan pens cihazlar kullanılmalıdır; çünkü, seri devre lamba akımındaki küçük bir değişiklik, lamba ışığı çıkışında büyük bir değişiklik yaratabilmekte ve lamba ömrünü kısaltabilmektedir. Kayıtlı bir kalibrasyon laboratuvarına cihazı kontrol ettirerek daha düşük bir amper aralığına kalibre ettirmek faydalı olabilmektedir.

17.8.3 Akım pensi, ölçülmekte olan akıma müdahale etmeksizin veya söz konusu akımla doğrudan temas etmeksizin akım ölçüm işleminin yapılmasına olanak sağlamaktadır. Elektrikçiler, sinüs biçimli olmayan dalga biçimleri için doğru bir RMS okumasının gerçekleştirilmesine olanak sağlamadıkları için "Hall Etkili" akım penslerinden kaçınmalıdır.

Emniyet

17.8.4 Pens ampermetre, işlemi gerçekleştiren kişinin yüksek gerilime maruz kalmasını azaltmaktadır. Ancak, işlemi gerçekleştiren kişinin, akım okuma değerlerini alırken tesir gören iletkenlerle temasa girmesini önlemek üzere normal emniyet tedbirlerini alması gerekmektedir. Devrenin birincil tarafında ölçüm gerçekleştirirken, öncelikle regülatör kapatılmalı ve pens uygulanmalıdır; ardından, regülatörden okuma değerini görebilecek kadar uzakta durulurken regülatör açılmalıdır. Daha sonra regülatör yeniden kapatılmalı ve pens çıkarılmalıdır.

17.9 KABLO GÜZERGAHI İZLEYİCİ

17.9.1 Kablo güzergahı izleyici; enerji verilen bir yeraltı güç kablosunun tespit edilmesi, izlenmesi ve derinliğinin ölçülmesi amacıyla tasarlanan elektronik bir cihazdır. Cihaz, aynı zamanda, yeraltı transformatörleri, T şeklindeki ekleri ve korumasız kablo üzerindeki topraklama arızalarını tespit etmek için de kullanılabilir.

Emniyet

17.9.2 Kablo güzergahı izleyici, tehlikeli ve muhtemelen öldürücü olan gerilimler ile enerji verilen kabloları izlemek için kullanıldığı için, test işlemini gerçekleştiren veya test işlemlerine yardımcı olan kişilerin, enerji verilen iletkenler, terminaller veya diğer ekipmanlar ile temasın önlenmesi amacıyla uygun emniyet tedbirlerini uygulaması gerekmektedir.

17.10 DARBE JENERATÖRÜ/DAYANIM TEST CİHAZI

17.10.1 Darbe jeneratörü/dayanım test cihazı, metal bir çerçeve içerisinde yer alan kompakt bir sinyal ünitesidir. Test seti, bir darbe jeneratörü ile bir dahili DC güç kaynağından oluşmaktadır. Darbe jeneratörünün içerisinde, DC kaynağından belirli aralıklarla şarj edilen ve toplanan şarjın gerilim dalga biçimini oluşturmak amacıyla kabloya boşaltıldığı bir kapasitör bankı vardır.

17.10.2 Arıza tespitine yönelik darbe yönteminde; darbe jeneratörü, arızalı kabloya sürekli olarak yüksek gerilimli dalga biçimi uygular. Bu dalga biçimi, bütün bir kablonun içinden geçerek arızaya ulaşır. Arıza alanında; gerilim, önemli miktardaki akımın dönüş yolu boyunca geçmesini sağlar. Bu akım veya sonuçları tespit edilebilmekte ve kablo uzunluğu boyunca arıza pozisyonu, akustik detektör veya yönlü detektör (17.12) aracılığıyla izlenebilmektedir.

Emniyet

17.10.3 Test seti ve bu setin bağlı olduğu kablo, yüksek gerilimli elektrik enerjisidir ve testleri gerçekleştiren veya testlere yardımcı olan tüm bireylerin, test ekipmanının ve ilişkili akımların enerji verilen kısımlar ile temasın önlenmesi için tüm uygun emniyet tedbirlerini uygulaması gerekmektedir. Teste filli olarak müdahil olan kişilerin, test setinin enerjiden kesildiği ve test akımının tüm parçalarının topraklamasının yapıldığı ana kadar, tüm yüksek gerilimli akım parçalarından en az 1 m uzakta durması gerekmektedir. Söz konusu iş ile doğrudan ilişkisi olmayan kişilerin uygun bariyerler, barikatlar veya uyarılar ile test faaliyetlerinden uzakta tutulması gerekmektedir.

17.10.4 Yüksek gerilimli darbe dalga biçimleri ve sonucunda ortaya çıkan akım darbeleri, özel emniyet problemleri yaratmaktadır. Küçük empedans değerleri arasında bile olsa büyük ve hızla değişen bir akım, tehlikeli gerilim seviyeleri oluşturabilmektedir. Test seti tasarımı; cihaz kutusu topraklaması ve darbe topraklaması olmak üzere iki ayrı topraklama sistemi sunmaktadır. İyi bir yerel topraklamaya bağlanması gereken cihaz kutusu topraklaması, kullanan kişiyi yakın çevredeki cihaz kutusu ve topraklama arasındaki potansiyel farktan korumak üzere tasarlanmıştır. Darbe topraklama; darbe akımını kapasitöre geri göndermek amacıyla tasarlanmıştır. Bu darbe topraklamanın kablosu, çıkış kablosu kılıfının devamı niteliğindedir ve uzatılmamalıdır.

17.10.5 Bir testin sona ermesinin ardından; enerji test setinden çekildikten sonra bile, kapasitör bankında ve kabloda hala mevcut olabilmektedir. Bu nedenle, ekipman içerisinde manuel topraklama cihazı da bulunmaktadır. Gerilimölçer direnci, mevcut olan bu enerjiyi kademeli olarak emniyetli ve düşük bir seviyeye indirecektir. Daha sonra manuel topraklama cihazı, kapasitör bankı ve teste tabi tutulan kablonun üzerine doğrudan kısa devre oluşturacak şekilde kapatılmalıdır. Test seti sökülmeden önce, bir topraklama bağının teste tabi tutulan kablonun üzerine takılması ve kabloya erişimin gerekli olduğu ana kadar bu şekilde kalması gerektiği tavsiye edilmektedir.

17.10.6 Test seti düzgün bir şekilde çalıştırıldığında ve tüm topraklamalar doğru bir şekilde yapıldığında, lastik eldivene ihtiyaç kalmamaktadır. Bununla birlikte; rutin bir emniyet prosedürü olarak, bazı alanlarda yalnızca yüksek gerilimli terminallere bağlantı yapılırken değil aynı zamanda kumandalar manipüle edilirken de lastik eldivenlerin kullanılması gerekmektedir. Bu, mükemmel bir emniyet prosedürüdür.

17.11 AKUSTİK DETEKTÖR

17.11.1 Akustik detektör, yeryüzündeki darbeleri ses dalgalarının yoğunluğunu tespit etmek amacıyla tasarlanan benzersiz bir alet düzeni sistemidir. Genellikle, darbe jeneratörü tarafından elektrik atmasına neden olduğunda arızadan çıkan sesin izlenmesi yoluyla, doğrudan gömülü elektrik kablolarındaki arızaları tespit etmek için darbe jeneratörleri ile birlikte kullanılmaktadır.

17.11.2 Set, tüm hava şartlarında kullanıma elverişli olacak şekilde tasarlanmış olup, kullanan kişi tarafından herhangi bir alan lokasyonuna kolaylıkla taşınabilmektedir. Saklanması ve taşınması için güçlü bir taşıma çantası mevcuttur.

17.11.3 Kullanım esnasında, kullanan kişi zemine bir pikap unsuru yerleştirerek karakteristik güçsüz ve güçlü sesleri kulaklıkla dinler ve sesin en güçlü şekilde geldiği yöne doğru hareket eder. Set dahilinde, doğrudan arızanın üzerinden gelen en yüksek sesin olduğu noktaya ilişkin nihai tespit için kullanılan kalibre ses yoğunluğu-ölçer bulunmaktadır. Bu yoğunluk-ölçerin genellikle, çok zayıf bir sinyalin tespit edilmesinde kulaktan bile daha hassas olduğu ortaya çıkmaktadır. Yoğunluk-ölçer ve katı-hal amplifikatörü, hafif ve kompakt bir mahfazanın içerisinde yer almaktadır ve boyundan geçen bir kemerle taşınabildiği için eller aleti kullanmak üzere serbest kalabilmektedir.

17.11.4 Detektörün önemli bir özelliği darbe göstergesidir. Bu, arızalı kabloya uygulanırken akım darbesini tespit ederken kullanan kişiye görsel bir sinyal veren tamamen ayrı bir sistemdir. Kullanan kişinin darbe jeneratöründen uzakta olduğu ve aletin çalıştığını göremediği veya duyamadığı durumlarda, gösterge sayesinde darbe jeneratörünün çalıştığından emin olunmaktadır. Ayrıca; gösterge, kullanan kişiye, güçlü seslerin tam olarak ne zaman dinleneceğini ve yoğunluk-ölçerin ne zaman izleneceğini söylemektedir. Bu; en çok, arka plan gürültüsünün yüksek seviyede olduğu alanlarda fayda sağlamaktadır. Darbe göstergesi, manyetik anteni ile birlikte ana amplifikatör mahfazasında yer almaktadır.

17.12 YÖNLÜ DETEKTÖR

17.12.1 Yönlü detektör, kapasitör-deşarj jeneratörlerinden gelen kısa süreli akım darbelerinin yönünü ve büyüklüğünü ölçmektedir. İletkenler arasındaki veya bir iletken ile yeraltı güç kablolarındaki koruyucu kılıf arasındaki arızaların tespit edilmesinde kullanılmaktadır.

17.12.2 İki manyetik pikap ve bir iletken pikabın seçilmesi ile birlikte, doğrudan gömülü olan veya kanalda yer alan korumalı ya da korumasız kablolardaki arızaların tespit edilmesi amacıyla kullanılabilir. Manyetik pikapla arızanın genel lokasyonunu vermekte olup, doğrudan gömülü korumasız kabloların daha doğru tespiti, iletken veya zemin-gradyan pikap ile mümkün olmaktadır.

17.12.3 Test seti aynı zamanda gömülü kabloların izlenmesi konusunda da etkilidir ve hem lokasyon hem de derinlik konusunda net bir tespitte bulunabilmektedir. Darbe tespitinin yanı sıra, test seti, 60 ila 1 000 Hz arasındaki frekanslarda enerji verilen gömülü kablolar için kullanılabilir.

17.12.4 Son olarak; test seti, zemin gradyan problemlerini kullanarak, 60 Hz'de enerji verilen doğrudan gömülü kablolardaki yüksek gerilimli zemin arızalarının tespiti için ayrı bir yüksek empedanslı gerilimölçer içermektedir.

17.12.5 Test seti, kapasitör deşarjı ile bir kablodaki meydana gelen tipik akım darbesi dalga biçimine en uygun yanıtı vermek üzere tasarlanmıştır. Test seti, darbe akımının oluşturduğu manyetik alanın gücünü ve yönünü (kutupsallığını) ölçmektedir. Set, yakınlardaki darbe akımının mevcudiyetini veya yokluğunun belirtmekle kalmayarak aynı zamanda bu akımın yönünü ve büyüklüğünü de belirtmektedir. Bu arıza tespitinde çok değerli bir bilgidir.

17.12.6 Test seti; bir amplifikatör ünitesi, kablo kılıfı pikap bobini, yüzey pikap bobini ve zemin gradyan prob çerçevesinden oluşmaktadır.

- a) Amplifikatör ünitesi. Amplifikatör ünitesi; elektronik aksamı, bataryayı, çıktı-ölçeri ve kumandaları içermektedir.
- b) Kablo kılıfı pikap bobini. Bu ünite, sert bir kauçuk düzeneğe kalıplaştırılmış C şeklindeki demir göbek ve bobindir. Bir kablonun ve koruyucu kılıfın etrafını saran küçük ve yüksek frekanslı manyetik alanın en uygun şekilde seçimi için tasarlanmış olup, koruyucu kılıf içerisindeki üç iletkenin test darbe akımını taşıyan bir tanesini doğru şekilde tespit edebilmektedir.
- c) Yüzey pikap bobini. Bu, koruyucu bir tüp içerisinde yer alan bir ferrit antendir. Tutma noktası lastik olan teleskopik bir alüminyum çubuğun sonundaki T şeklindeki dirsekte yer almaktadır. Bu pikap, darbe akımı manyetik alanlarının büyüklüğünü ve yönünü tespit etmek amacıyla özel olarak tasarlanmıştır. T şeklindeki dirsek, azami ve asgari sinyallerin ve dolayısıyla da kabloların kolaylıkla tespit edilmesini sağlamak amacıyla 0 derece, 45 derece ve 90 derecede konumlandırılacak şekilde menteşelenmiş ve vidalanmıştır.
- d) Zemin gradyan prob çerçevesi. 50 cm (20 inç) 'lik sabit bir aralıktaki iki çelik probu des-

tekleyen sert tübüler bir çerçeve olup zeminin yüzeyi boyunca gerilim farklılıklarını tespit etme aracı sağlamaktadır. Her prob, fişe bağlanan bir kordon aracılığıyla döşenmektedir. Kullanan kişinin emniyeti için çerçeve yalıtılmaktadır.

Emniyet

17.2.7 Bu yönlü detektör ile kullanılan darbe jeneratörü ve bağlı olduğu kablolar, yüksek gerilim kaynağı olabilmektedir, ve darbe jeneratörleri kısmında listelenen tüm emniyet tedbirleri takip edilmelidir. Yönlü detektörün zemin gradyan problemleri ile birlikte kullanılması durumunda; yüzeyde veya gömülü olsun ya da darbe jeneratörü veya elektrik hattı ile enerji verilmiş olsun, enerji verilen herhangi bir ekipman ve kablo ile temasın önlenmesi amacıyla dikkat edilmelidir.

17.12.8 Aşağıdaki lokasyonlardan herhangi birinde tehlikeli bir gerilim meydana gelebilir:

- Yakınlardaki zemin veya topraklanmış iletkenler dahil olmak üzere, darbe jeneratörü bağlantılarında ve bu bağlantıların yakınlarında.
- Kablonun veya bağlanan ekipmanın diğer bir terminal çıkış noktasında.
- Zemin gerilim gradyanlarının mevcut olabileceği arıza lokasyonunda veya bu lokasyonun yakınlarında. Arıza lokasyonunun bilinmemesi durumunda, çekilen gömülü kablo oynunca dikkatli olunmalıdır.

17.12.9 Söz konusu iş ile doğrudan ilişkisi olmayan kişilerin uygun bariyerler, barikatlar veya uyarılar ile tehlike alanından uzakta tutulması gerekmektedir.

17.12.10 Kablonun arızalı kısmının yalıtılmasının ardından, bakım elektrikçisi arızanın gerçek lokasyonunu belirlemek amacıyla bir kablo arıza tespit cihazı kullanılmalıdır.

17.13 TOPRAK DİRENCİ TEST CİHAZI

17.13.1 Topraklama sistemlerinin etkinliği ölçmek amacıyla, bir toprak direnci test cihazı kullanılmaktadır. Bu, topraklama sistemi ile topraklama teli arasındaki basınç ölçülerek yapılmaktadır. Doğru bir toprak direnci okuması elde etmek ve böylece yanlış kullanımdan doğabilecek yanlış ve gerçek torak direncinden daha düşük bir ölçümü engellemek amacıyla, üreticinin talimatları yakinen takip edilmelidir. Söz konusu topraklama sistemi; bıkın kuleleri, ışıklandırma depoları, motor jeneratörleri ve diğer aydınlatmalı seyrüsefer yardımcıları için kullanılabilen veya yeraltı kabloları için elektrik denge sistemi olabilmektedir. Daha yeni modellerin bazıları, teste tabi tutulan topraklama iletkeninin bağlantısını kesmeksizin toprak kaçacağı akımını ölçerek, topraklama çubuklarının veya topraklama iletkenlerinin topraklama direncini ölçebilen basit pens üniteleridir.

17.13.2 Kabul edilebilir azami topraklama direnci 25 ohm'dur. Direncin en fazla 10 ohm olması tercih edilmektedir.

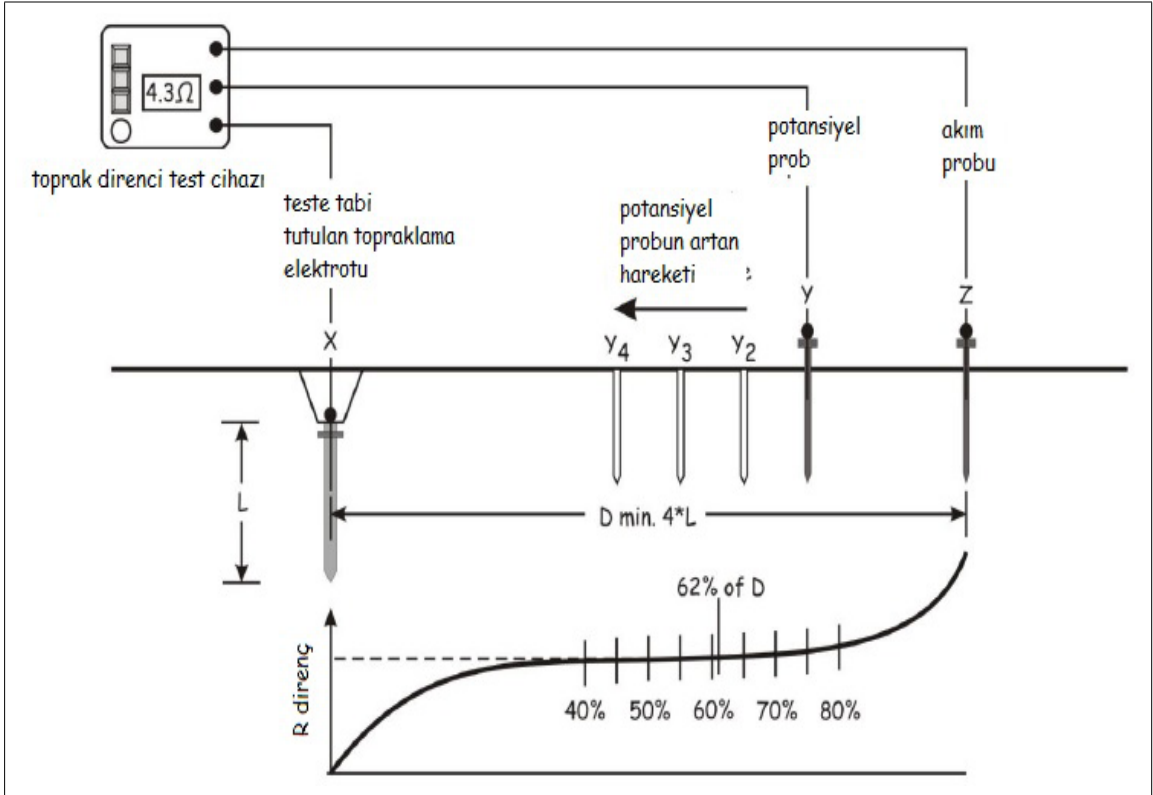
17.13.3 Pek çok lokasyonda, yeraltı suyu seviyesi kademeli olarak düşmektedir. Bu gibi durumlarda, döşedikleri ilk anda etkili olan topraklama elektrot sistemleri artık etkili olmamaktadır. Bu,

topraklama sisteminin düzenli aralıklar kontrol edilmesine yönelik süreklilik esasına dayalı bir programın önemini vurgulamaktadır. Topraklama sisteminin yalnızca döşenmesi anında kontrol edilmesi yeterli olmamaktadır.

17.13.4 Topraklama direnci, ANSI/IEEE Standart 81'de de açıklanan "potansiyelin düşmesi" yöntemiyle belirlenebilmektedir. Potansiyelin düşmesi yöntemi, Şekil 17-3'te gösterildiği üzere, iki probun teste tabi tutulan elektrottan uzaktaki düz bir hatta yerleştirilmesini içermektedir. Uzaklık (D); direnç çizelgesinin belirlenen tolerans dahilinde yukarıya doğru bir eğim göstermesini sağlamak amacıyla, topraklama elektrotu ve akım probunun etrafındaki etkili direnç alanlarından yeterli ölçüde uzaklığın sağlanması için yeterlidir. Normal şartlar altında, yukarıya doğru eğim alanı, yüzde 62 noktası civarında ortaya çıkmaktadır.

Emniyet

17.13.5 Topraklama sistemi, havalimanı ışıklandırma sistemlerinin çok önemli ve ayrılmaz bir emniyet özelliğidir. Topraklama sisteminin etkili olması için toprak direncinin çok düşük olması gerekir. Topraklama sisteminin içsel direnci ne kadar yüksek olursa, topraklanmış şaside veya gövdede biriken gerilim o kadar yüksek olur. Bu biriken gerilim kişi aracılığıyla boşaltıldığında, yaralanma veya ölüm meydana gelebilir. Bu nedenle, topraklama sisteminin etkinliği düzenli olarak kontrol edilmelidir.



Şekil 17-3. Toprak direnci testi



**SİVİL HAVACILIK
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

www.shgm.gov.tr

Yayın No: HAD/T-26

ISBN 978-975-493-076-4



9 789754 930764