

RCD EL KİTABI

“Artık Akım Cihazı -Otomatik-”

ARTIK AKIM CİHAZLARININ SEÇİMİ
VE UYGULAMASI İÇİN REHBER

EMO Rehber 02
Şubat 2019

İÇERİK

1	GİRİŞ	1
1.1	RCD ÇALIŞMA PRENSİPLERİ	1
1.2	ARTIK AKIM CİHAZLARI (RCD'ler)	2
2	ELEKTRİĞİN ETKİLERİ	3
2.1	ELEKTRİK ÇARPMA RİSKİ	3
2.2	ELEKTRİK ÇARPMA RİSKİ TÜRLERİ	3
2.3	ELEKTRİK ÇARPMASININ İNSAN VÜCUTU ÜZERİNDE ETKİLERİ	3
3	ELEKTRİK ÇARPMASINA KARŞI KORUMA	6
3.1	ELEKTRİK ÇARPMASINA KARŞI KORUMA PRENSİPLERİ	6
3.2	TOPRAKLAMA SİSTEMLERİ	7
3.3	DOĞRUDAN VE DOLAYLI DOKUNMAYA KARŞI KORUMA	8
3.4	RCD'ler VE DOLAYLI DOKUNMA KAYNAKLI ELEKTRİK ÇARPMASI KORUMASI	9
3.5	RCD'ler VE DOĞRUDAN DOKUNMA KAYNAKLI ELEKTRİK ÇARPMASI KORUMASI	10
3.6	AZALTILMIŞ VE ÇOK DÜŞÜK GERİLİM UYGULAMALARINA RCD	10
3.7	ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN ŞARJ EDİLMESİNDE RCD'ler	10
4	YANGINA KARŞI KORUMA	11
4.1	ÖZGEÇMİŞ	11
4.2	DIŞ ETKİLEŞİMLERİN FONKSİYONU OLARAK KORUYUCU ÖNLEMLER.	11
5	TESİSATTAKİ RİSKLER	12
5.1	ARKA PLAN	12
5.2	MUHEMEL RİSKLER	12
6	RCD'NİN SEÇİMİ	13
6.1	RCD SEÇİM KRİTERİ	13
6.1.1	Hassasiyet	13
6.1.2	Artık Akım Cihazları (RCD'ler)	13
6.1.3	Genel ve zaman gecikmeli RCD'ler.	13
6.2	RCD SEÇİM KILAVUZU	18
6.2.1	Ticari/Endüstriyel sistemlerde RCD koruma seçenekleri (Şekil 14)	18
6.2.2	Tali dağıtım ve son alt devrelerde RCD koruma seçenekleri (Şekil 15–19)	18
7	İŞLETME VE BAKIM	20
7.1	SON KULLANICI TARAFINDAN TEST EDİLMESİ	20
7.2	YÜKLENİCİ (MÜTEAHHİT) TARAFINDAN YAPILAN TEST	20
7.2.1	Zaman/Akım Performans Testi	20
7.2.2	İşlevsel test	20
7.2.3	İzolasyon testi	20
7.2.4	Toprak devre empedansı testi	20
7.3	ARIZA GİDERME	21
7.3.1	Son kullanıcı için arıza giderme	21
7.3.2	Elektrik müteahhiti / eğitimli kişi için sorun giderme	21
7.4	RCD KORUMALI TESİSATLARDA DETAYLI HATA BULMA	22

8	RCD YAPISI	23
8.1	GERİLİMDEN BAĞIMSIZ RCD	23
8.2	GERİLİME BAĞIMLI RCD	23
9	YETKİLİ/UZMAN KİŞİLER TARAFINDAN RCD KORUMALI TESİSATLARDA DETAYLI HATA BULMA	24
9.1	BESLEME KAYNAKLI ANLIK VE DARBELER	24
9.1.1	Darbe Akımları nedeni ile açma	24
9.1.2	Kıyasürelı aşırı gerilim ve Toprağa karşı kapasitans nedeniyle açma	25
9.2	TOPRAĞA OLAN KAPASİTE	26
9.3	KABLOLAR VE HAVAI HATLAR	27
9.4	NÖTR TOPRAK ARIZALARI	27
9.5	ÇİFT TOPRAKLAMA	28
9.6	SONUÇ	28
10	EKLER	29
10.1	YANGINDAN KORUNMA, DTİ RAPORLARINDAN ALINMIŞTIR	29
10.1.1	Elektrikli Ev Aletleri'nde Yangınların Görölme Sıklığı	29
10.1.2	Elektrikle Başlayan Yangın ve Yayılma	29
10.1.3	Yalıtımda Yüzey İzlemenin Neden Olduğu Yangına Karşı RCD Koruması	30
10.1.4	İzolasyonun Sıvı Kirlenmesi ile Oluşan Yüzey Takibi	30
10.1.5	Elektrik Donanımı Arızaları ve Yangın Tehlikesi Sınırlaması	30
10.1.6	Karşılaştırmalı İzleme Endeksi Testi (BS EN 60112)	33
10.1.7	Yalıtım ve RCD korumanın Sıvı Kirlenmesi ile Oluşturulan Yüzey Takibinde Pratik Testler	33

NOT:

1. BU REHBERDE, AKSİ BELİRTİLMEDİKÇE, BS 7671 ELEKTRİK TESİSAT YÖNETMELİĞİ DENİLDİĞİNDE 17. BASKIDAN BAHSEDİLMEKTEDİR.
2. SAYFA BAŞLIKLARINDA, YANDA GÖSTERİLEN SEMBOLÜN BULUNDUĞU SAYFALARIN ELEKTRİK TEKNİSYENLERİ TARAFINDAN OKUNMASI ÖNERİLMEKTEDİR.





1 GİRİŞ

Elektriğin kullanımı günlük hayatın bir parçası olmakla beraber, evde ve işte kullanımı ile ilgili riskler hafife alınmakta veya yanlış anlaşılmaktadır.

Artık Akım Cihazları (RCD'ler), toprak arızalarından kaynaklanan elektrik çarpması ve yangın risklerine karşı çok yüksek derecede koruma sağlayan elektrikli cihazlardır. Ancak, tüm tesisat sorunları için bir çözüm değildir; bu nedenle ne yapabileceklerini ve yapamadıklarını anlamak önemlidir. Ayrıca, piyasada mevcut olan farklı RCD tipleri kafa karıştırıcı olabilir.

Bu yayındaki kılavuz elektrik tesisatları için BS 7671 gereksinimleri (IET Kablolama Yönetmeliği) ile birlikte okunduğunda, güvenli ve güvenilir kurulumlara katkıda bulunacaktır.

Bu yayın, EMO Teknik Yayın Komitesi tarafından çevirisi yapılarak, mühendis, elektrik teknisyenleri ve son kullanıcılar tarafından kullanılmak üzere ve şu anda mevcut olan geniş kapsamlı RCD'lerin seçiminde ve uygulanmasında açık bir rehberlik sağlamak amacıyla hazırlanmıştır. Bu rehberde "İstenmeyen tetikleme" neden olan kurulum koşullarının birçoğu da dahil olmak üzere, RCD'lerin kurulumu ve bakımı konusunda rehberlik de verilmektedir.

RCD'lerin elektrik çarpmasına karşı koruma sağladığı ve elektrik tesisatındaki izolasyon arızası nedeniyle yangın oluşma riskini azaltacağı konusunda hiçbir şüphe yoktur. Bu koruma seviyesi hiçbir zaman tek başına devre kesiciler veya sigortalarla sağlanamaz.

1.1 RCD ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

RCD'nin temel çalışma prensibi Şekil 1'de gösterilmektedir. Yük, RCD yoluyla beslemeye bağlandığında, faz ve nötr iletkenler, bir toroidal transformatördeki primer sargılar üzerinden yüke bağlanır. Bu düzenlemede, ikincil sargı bir algılama bobini olarak kullanılır ve açma mekanizmasını tetikleyen hassas bir röleye veya solid state anahtarlama cihazına elektriksel olarak bağlanır. Faz ve nötr akımları, sağlıklı bir devrede olduğu gibi dengeli olduğunda, transformatör çekirdeğinde eşit ve zıt manyetik akılar üretirler ve sonuç olarak algılama bobinde akım oluşmaz. (Bu nedenle transformatör "çekirdek denge transformatörü" olarak da bilinir.)

Faz ve nötr akımları dengeli olmadığında, dengesiz bir akı oluşturur. Bu, açma mekanizmasını tetikleyecek ikincil sargıda bir akıma neden olacaktır. Hem faz hem de nötr iletkenlerin toroidden geçtiğinden emin olunulmalıdır.

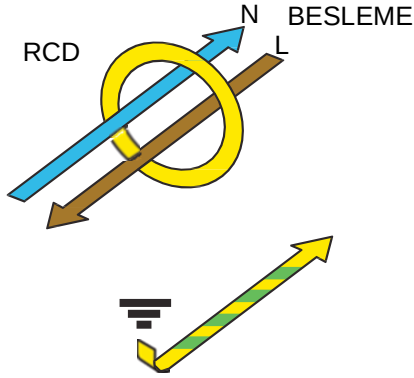
RCD'ler, tek faz, üç faz veya üç faz ve nötr devrelerde eşit derecede çalışır, ancak nötr iletkeninin toroidin içinden geçmesi esastır.

Test Devresi

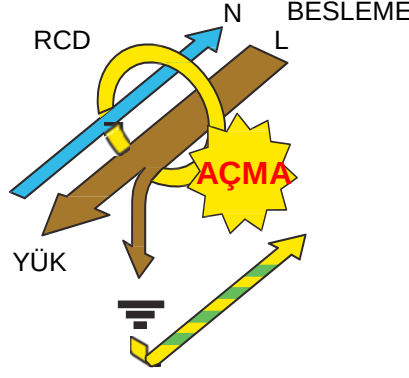
Her zaman RCD'ye bir test devresi eklenir. Tipik olarak, test düğmesinin çalışma prensibi, RCD'nin yük tarafındaki faz iletkeni ile nötr beslemesi arasındaki direnç yükünü bağlaması ile sağlanır.

Test devresi, dengesiz bir durumu simüle etmek için RCD'nin açma akımından fazla bir akımı iletmek için tasarlanmıştır. Test düğmesinin kullanılması RCD'nin çalıştığını doğrular. Test devresinin, devre koruyucu iletkeni veya toprak elektrotunun durumunu kontrol etmediği bilinilmelidir.

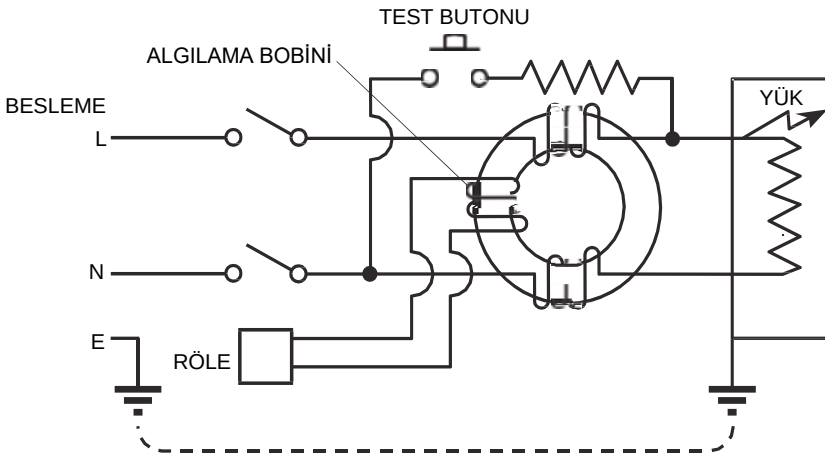
Tüm RCD'ler, asgari olarak altı ayda bir olmak koşulu ile, çalıştığını doğrulamak için kontrol edilmelidir.



Şekil 1 - BİR RCD'DE, DEVRE CANLI HAT VE NÖTR İLETKENLERİ BİR DUYARLI AKIM DÖNÜŞTÜRÜCÜSÜNDEN GEÇER. EĞER CANLI HAT VE NÖTR AKIMLARI EŞİT VE ZİT İSE, ÇEKİRDEK DENGELİ KALIR.



Şekil 3 - EĞER BİR TOPRAK ARIZASI VARSA, NÖTR AKIMI CANLI HAT AKIMINDAN DÜŞÜK OLACAKTIR. BU DENGESİZLİK, RCD'Yİ TETİKLEMEK VE BÖYLECE DEVREYİ KESMEK İÇİN KULLANILAN AKIM TRAFOSUNDAN BİR ÇIKTI ÜRETİR.



Şekil 2 RCD ŞEMASI



1.2 ARTIK AKIM CİHAZLARI (RCD'ler)

RCCB (Entegre aşırı akım koruması olmayan artık akımla çalışan devre kesiciler)

Normal çalışma koşullarında akım taşımak ve kesmek için tasarlanmış mekanik bir anahtarlama cihazıdır ve artık akım değerleri belirli bir değere ulaştığında kontakların açılmasını sağlamaktadır. Aşırı akıma ve / veya kısa devrelere karşı koruma sağlayacak şekilde tasarlanmamıştır ve her zaman sigorta veya devre kesici gibi bir aşırı akım koruyucu cihazla birlikte kullanılmalıdır.

RCBO (Entegre aşırı akım koruması olan artık akımla çalışan devre kesiciler)

Normal çalışma koşullarında akım taşımak ve kesmek için tasarlanmış mekanik bir anahtarlama cihazıdır ve artık akım değerleri belirli bir değere ulaştığında kontakların açılmasını sağlamaktadır. Ek olarak, aşırı yüklerle ve/veya kısa devrelere karşı koruma sağlamak üzere tasarlanmıştır ve anma kısa devre kapasitesi dahilinde herhangi bir aşırı akım koruma cihazından bağımsız olarak kullanılabilir.

SRCD (Entegre artık akım cihazı bulunan priz)

Ana devrede anahtarlama kontaklarının otomatik olarak önceden belirlenmiş bir artık akım değerinde açılmasına neden olacak bir entegre algılama devresi içeren priz.

FCURCD (Entegre artık akım cihazı bulunan sigortalı bağlantı ünitesi (sigortalı heater switch))

Ana devrede anahtarlama kontaklarının otomatik olarak önceden belirlenmiş bir artık akım değerinde açılmasına neden olacak bir entegre algılama devresi içeren sigortalı bağlantı ünitesi.

PRCD (Taşınabilir artık akım cihazları)

Bir fiş, artık akım cihazı ve bir veya daha fazla prizden oluşan bir cihaz. Aşırı akım koruması içerebilir.

CBR (Circuit-Breaker incorporating Residual Current protection)

Aşırı akım koruması sağlayan ve artık akım koruması fabrika üretiminde entegre olan (bir entegre CBR) ya da sonradan eklenebilen bir artık akım ünitesiyle kombinasyon halindeki devre kesici.

Not: RCBO ve CBR hem aşırı akım hem de artık akım koruması sağlayan aynı uygulamaya sahiptir. Genel olarak, bir RCBO sıradan (vasıfsız) kişiler tarafından, CBR ise vasıflı kişiler tarafından kullanılmak üzere tasarlanmıştır. RCBO'lar ve CBR'lar, ilgili ürün standartlarında daha detaylı tanımlanmaktadır.

IC-CPD (Elektrikle çalışan taşıtların Mod 2'ye göre kablo içi kontrol ve koruyucu cihazı)

Bir RCD (≤ 30 mA) ve elektrikli araç şarjı için Mod 2 şarj kablosuna entegre edilmiş kontrol cihazı.

(BS EN 62752:2016)

MRCD (Modüler kaçak akım cihazı)

Bir akım algılama aracını ve artık akımı tespit etmek ve değerlendirmek ve bir akım kesme cihazının kontaklarının açılmasını kontrol etmek için tasarlanmış cihaz veya cihazların birliği.

MRCD bir MCCB veya anlık açma devre kesicisi (ICB) ile birlikte kullanıldığında, bir şönt veya düşük gerilim rölesi kullanılabilir.

Ek cihaz türleri:

RCM

(Kaçak Akım Monitörü)

Dengesiz toprak arıza akımlarının varlığı için elektrik tesisatlarını veya devrelerini izlemek için tasarlanmış bir cihaz. Herhangi bir açma tertibatı veya aşırı akım koruması içermez.

RDC-DC

(Artık Doğru Akım Algılama Cihazı)

Elektrikli araçların Mod 3 şarjı için kullanılacak bir cihaz. 6 mA'e eşit veya üzerinde doğru artık akımı tespit edildiğinde elektrikli araçlarda beslemenin kesilmesi veya kesilmeye başlatılması amaçlanmaktadır.

(BS IEC 62955): Doğru artık akım için 6 mA değeri, sistem girişindeki Tip A RCD'nin doğru çalışmasının engellenmemesi için seçildi.



2 ELEKTRİĞİN ETKİLERİ

2.1 ELEKTRİK ÇARPMA RİSKİ

Sadece çok küçük sürekli bir akımın - 40 mA (bir amperin yirmibeşte biri) veya daha fazlasının – insan bedeni üzerinden akması normal kalp döngüsünde hasara yol açabilmekte veya ölüme sebep olmaktadır.

Birisi şebeke gerilimi ve toprakla doğrudan aynı anda temas ettiğinde, gövdeden geçen akım 230 mA civarındadır (sadece bir amperin çeyreğinden az).

Ciddi yaralanma veya ölüme karşı uygun koruma, 230 mA'da 40 ms'nin altında bağlantının kesilmesi ile mümkündür (saniyenin yirmibeşte biri). Düşük şok akımı değerleri için, daha uzun bağlantı kesme süreleri kabul edilebilir, ancak bağlantı 40 ms içinde gerçekleşiyorsa, fibrilasyon oluşması muhtemel değildir.

30 mA veya hatta 10 mA olarak sınıflandırılan "Yüksek hassasiyetli" RCD'ler, kullanıcıyı korumak için 150 mA kaçak akımda 40 ms'de, anma akımında 300ms'de kaynağı kesmek için tasarlanmıştır. 100 mA veya daha fazlası olan "Orta hassasiyet" cihazlar, yangın risklerine karşı koruma sağlarken, tam bir kişisel koruma sağlamayacaktır.

Yalnızca bir sigorta veya devre kesici bu etkilere karşı koruma sağlamaz.

Elektrik çarpmasının gerçek doğası ve etkisi birçok faktöre bağlı olacaktır – Mağdurun yaşı ve cinsiyeti, vücudun hangi kısımlarının temasta olduğu, "devrede" başka dirençli unsurlar olup olmadığı, örneğin, temas noktalarından biri nemli veya suya batırılmışsa, giysiler veya ayakkabılar, vb.

10 mA veya 30 mA RCD takılı olsa bile, şebeke voltajıyla temas eden bir kişinin elektrik çarpmasına neden olacağı unutulmamalıdır. Böyle bir şokun etkileri, yukarıda belirtilenler gibi spesifik koşullara bağlı olacaktır.

2.2 ELEKTRİK ÇARPMA RİSKİ TÜRLERİ

Temel olarak iki farklı elektrik çarpması riski vardır.

İlk tür elektrik çarpması riski, kabloların ve kabloların etrafındaki metalik olmayan örtü gibi yalıtımın, hasar görerek canlı iletkenleri açığa çıkarması ile meydana gelir. Eğer bir kişi "faz" ve "toprak" iletkenleriyle temas ederse, daha ciddi bir risk söz konusudur, çünkü toprağa akan akım sigorta veya devre kesiciyi çalıştırmak için yetersiz kalacaktır. Bunun nedeni ise insan vücudunun zayıf bir elektrik iletkeni olmasıdır. Sonuç olarak, sigortalı veya devre kesiciler, canlı iletkenlerle temasa karşı HİÇBİR KORUMA sağlamaz.

Eğer bir RCD tesis edilmişse, bu durumda vücuttan toprağa akan akım, Bölüm 1.1'de açıklandığı gibi bir dengesizliğe neden olacaktır ve RCD açacaktır. Elektrik çarpmasını önlememekle birlikte, RCD'nin çalışma hızı elektrik çarpmasından dolayı ölüm riskini en aza indirecektir.

İkinci risk, elektrikli ekipmanın metal muhafazası veya sıhhi tesisat sistemi gibi herhangi bir metal malzemenin yanlışlıkla bir iletkenle temasa geçmesi durumunda ortaya çıkar, metallerin canlı bir iletken olmasına neden olur. Tüm bunların etkilerini en aza indirmek için KKTC'de tüm dış iletken bölümler ile ulaşılabilir iletken bölümler topraklama terminaline ana eş potansiyel kuşaklama iletkeni veya tamamlayıcı kuşaklama iletkeni ile bağlanmaktadır.

2.3 ELEKTRİK ÇARPMASININ İNSAN VÜCUTU ÜZERİNDE ETKİLERİ

Açma akımı 30 mA veya daha az olan artık akım cihazları, artık her türlü elektrik tesisatında yaygın olarak kullanılmaktadır ve elektrik çarpması riskine karşı değerli ek koruma sağlamaktadır. Bu önemli güvenlik cihazlarının doğru şekilde uygulanmasının tam olarak anlaşılması için, elektrik çarpmasının insan vücudundaki fizyolojik etkilerini biraz anlamak gerekir.

"Elektrik çarpması" terimi, BS 7671'de (Elektrik Tesisat Yönetmeliği)"bir elektrik akımının bir insan vücudundan veya canlı hayvandan geçmesinden kaynaklanan tehlikeli bir fizyolojik etki" olarak tanımlanır.

Akan akımının miktarı şokun şiddetini belirleyecektir. Tanım, canlı hayvanlar üzerindeki etkileri de içermesine rağmen, bu oldukça özel bir alandır ve bizler sadece insan vücudu üzerindeki etkileri anlatmaya çalışacağız.

Normal 50 Hz koşulları altında vücuttan geçen akım miktarı, pratikte, giysinin/ eldivenlerin/ayakkabıların da dahil olduğu insanın empedansına ve şok gerilimine bağlıdır. Kazaların çoğu, canlı aksam ve topraklı metalle aynı anda doğrudan temas etmeyi içerir, bu nedenle şok voltajının tam şebeke voltajında olacağı varsayılabilir.

Vücut empedansının değerini tahmin etmek çok zordur, çünkü şartlara, ilgili bireyin özelliklerine ve aynı zamanda akımın vücutta akacağı yola göre çok büyük farklılıklar gösterebilir. Çoğu durumda, mevcut yol elden ele olurken çok ender durumlarda elden ayağa veya vücudun başka kısımları da olabilir. Ayakkabı, çorap ve diğer kıyafetler nedeniyle bu daha az yaygındır.



Oluşabilecek vücut empedanslarındaki geniş farklılıkları anlamak için insan vücudu, iç empedansın yaklaşık 1000 ohm'da makul bir şekilde sabit olduğu, elektrolitle dolu bir esnek kap olarak görülebilir. Bu kabın farklı temas noktalarından nispeten daha yüksek dirençler elde edilebilir (cilt direnci). Bu empedanslar, cildin durumuna, temas alanına, temas basıncına bağlı olarak birkaç bin ohm kadar yüksek olabilir (ör. kuru veya ıslak). Başlangıçtaki akım oldukça düşük olabilir ancak küçük akımlar bile cildin yüzeyinde hızlıca yanıklar oluşturacağından dış empedansta önemli bir düşüşe sebep olacak ve akım hızla artmaya başlayacaktır.

En kötü senaryoda, 230 V 50 Hz'de elektrik akımına kapılan bir kişinin bedeninden maksimum 230 mA akım akacaktır. Bunun elektrik çarpması da dahil olmak üzere tehlikeli fizyolojik sonuçları olacaktır.

İnsan bedeninden geçen elektrik akımının etkileri, akım arttıkça aşamalı olarak daha şiddetli hale gelir. Her ne kadar bireyler önemli ölçüde farklılık gösterse de, aşağıdaki liste alternatif akımlar için iyi bir genel rehberdir.

Yandaki açıklamalardan, insan bedeninden geçen akım etkisinin çok değişken olduğu görülebilir, ancak normal şebeke gerilimindeki elektrik çarpmasının genellikle ventriküler fibrilasyonun sonucu olduğu kabul edilir. Bu durum, elektrik akımının kalp bölgesi boyunca geçişi ile tetiklenir ve nerede ise uzman tıbbi yardım alınmadığı sürece geri dönüşü yoktur. Fibrilasyon başlangıcı, akımın büyüklüğüne, süresine ve şokun meydana geldiği normal kalp döngüsündeki noktaya bağlıdır. Konuyu daha ayrıntılı incelemek isteyenler için, bu ilişki IEC TS 60479 serisi standartlarda incelenebilir.

Farklı elektrik akımı değerlerinin insan vücudu üzerindeki etkileri(50Hz'de)

0 – 0.5 mA

Bu akım algı seviyesinin altındadır ve genellikle reaksiyona neden olmaz.

0.5mA–5mA

Tehlikeli fizyolojik etkiler olmamasına rağmen, bu düzeyde bir akımın sebep olacağı; yere düşme gibi ikincil nedenlerden dolayı yaralanmalara sebep olabilir.

5 mA–10 mA

Bu, yukarıdakiyle aynı etkiye neden olur, ancak ek olarak, kas reaksiyonu ekipmanın bırakılamamasına neden olabilir.

Genel olarak, kadın bedeni bu duruma erkeklerden daha fazla hassasiyet gösterir. Akım sona erdiğinde elektrik akımına maruz kalan kişi ekipmanı bırakabilir.

10 mA –40 mA

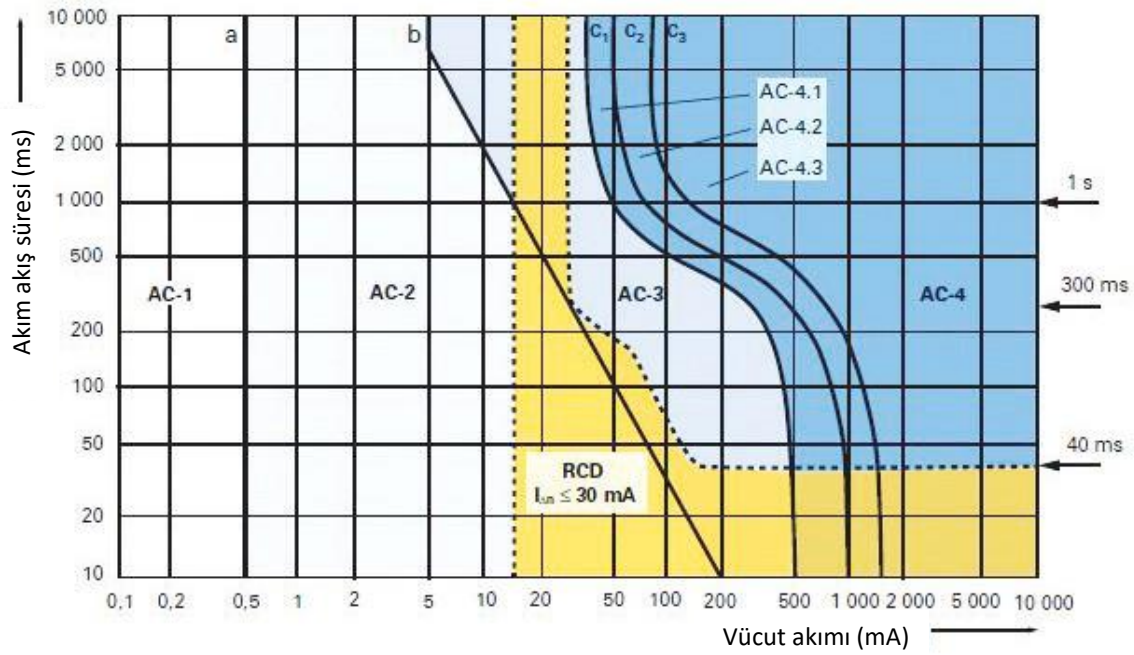
Akım arttıkça şiddetli ağrı ve şok da yaşanıyor. 20mA üzerindeki akımlarda, eğer mevcut akış kesintisiz ise, asfiksi sebebi ile nefes alışında zorlanılır. Kalp ritminde bozukluk ve hatta kalp durması daha uzun süreli ve daha yüksek akımlara maruz kalınıldığında görülebilir.

40 mA –250 mA

Şiddetli şok ve geri dönüşümsüz rahatsızlık olasılığı "ventriküler fibrilasyon" olarak adlandırılan normal kalp döngüsü bu seviyede ortaya çıkar.

Fibrilasyon olasılığı akım ve zaman arttıkça artar. Ayrıca yüksek akımlarda ağır yanıklar veya kalp durması yaşanması da mümkündür.

ŞEKİL 4, IEC 60479 standartından temin edilen, sol el ile ayak arasında oluşacak akım güzergahına bağlı olarak; temas süresi ile alternatif akım değerleri bölgeleri ile 30 mA hassasiyetinde RCD'lerin karşılık gelen maksimum açma süreleri (15-100 Hz) 30 mA RCD'nin bu parametreler içinde niye çalışmak üzere tasarlandığını ve ek koruma sağladığını gösteriyor. RCD'ler ek koruma sağlarken, RCD'lerin elektrik çarpmasını engellemeyeceği not edilmelidir.



Şekil 4 - Sol koldan ayağa geçişe karşılık gelen mevcut yol için insanlar üzerinde alternatif akım etkilerinin (15 - 100 Hz) zaman / akımı ve artık akım cihazının açma zamanlarının sınırlama limitleriyle karşılaştırılması
 $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$

Bölge	Sınırlar	Fizyolojik Etkiler
AC-1	A eğrisine kadar	Genellikle reaksiyon yok
AC-2	A eğrisinden B 'ye.	Genellikle fizyolojik etki yok
AC-3	B eğrisinden C ₁ 'e	Genellikle hiçbir organik hasar beklenmez. Kas kasılma olasılığı ve nefes almada zorluk, kalpte atriyal fibrilasyon ve ventriküler fibrilasyon olmadan geçici kalp durması dahil olmak üzere kalp atımının oluşumu ve dürtü rahatsızlıklarının büyüklüğü ve zamanla artması.
AC-4	C ₁ eğrisi üzeri	Bölge AC-3'ün etkilerine ek olarak, büyüklük ve zamanla artan kalp durması, solunum durması ve ciddi yanıklar gibi tehlikeli patofizyolojik etkiler oluşabilir.
	C ₁ – C ₂	Ventriküler fibrilasyonun olasılığı yaklaşık %5'e yükseliyor
	C ₂ – C ₃	Ventriküler fibrilasyonun olasılığı yaklaşık %50'e yükseliyor
	C ₃ eğrisi sonrası	Ventriküler fibrilasyonun olasılığı %50'nin üzerinde

Şimdiye kadarki detaylar, normal çevre koşullarının geçerli olduğu ve elektrik şokunun kaynağının 50 Hz'de alternatif bir akım kaynağı olduğu varsayılarak büyük ölçüde basitleştirilmiştir. Özel koşullar altında, örneğin vücut suyun içerisinde veya topraklanmış metalle yakın temasta olduğunda,

vücut empedansı genellikle çok düşük değerlerde olacak ve dolayısıyla yüksek şok akımlarına maruz kalacaktır. 15-100 Hz frekanslarının en ciddi riski aralığını oluşturduğu düşünülmektedir. Doğru akım dâhil diğer frekanslarda,

fibrilasyon eşiği farklı bir akım seviyesinde gerçekleşir. Özel uygulamalar için RCD seçiminde tüm bu faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Bu şartlar altında, potansiyel kullanıcının uygun tavsiye için üreticiye danışması önerilir.



3 ELEKTRİK ÇARPMASINA KARŞI KORUMA

3.1 ELEKTRİK ÇARPMASINA KARŞI KORUMA PRENSİPLERİ

İnsanların ve hayvanların elektrik çarpmasına karşı korunması, BS 7671 uyarınca elektrik tesisatlarının tasarımında temel bir ilkedir: *Elektrik tesisat gereklilikleri, IET Tesisat Yönetmeliği* Olarak bilinmektedir.

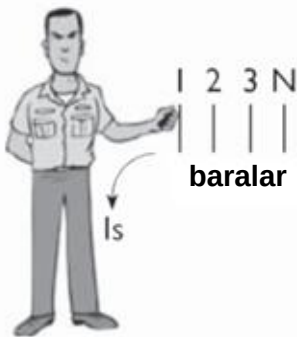
Doğru topraklama sisteminin kullanılması bu sürecin önemli bir parçasıdır.

Elektrik çarpması, örneğin, bir insanın elektrik kablusunun yalıtımının hasar görmesi sonucu ortaya çıkan bir canlı iletkene dokunduğunda, canlı parçalarla doğrudan temasından kaynaklanabilir. Alternatif olarak, bir elektrikli cihazın arıza sonucunda açıkta kalan metal bölümlerinin veya bir lavabo veya sıhhi tesisat sistemi gibi iletken olan, normalde canlı olmayan fakat olası bir arıza sonucunda canlı bir iletkene dönüşebilen iletkenlere dolaylı temasından kaynaklanabilir. Her iki durumda da, elektrik iletkeni veya canlı metal yapıya dokunan herhangi bir kişinin vücudundan toprağa elektrik akımı akma riski vardır. (Bak ŞEKİL 5). ('doğrudan temas' ve 'dolaylı temas' terimleri BS7671 standartında tanımlanmıştır – bu dokümanın 3.3 bölümüne bakabilirsiniz.)

Sigortalar ve devre kesiciler, dolaylı temasdan kaynaklanan elektrik çarpmasına karşı ilk savunma hattını sağlar. Tesisat doğru şekilde topraklanırsa (yani, açıkta kalan tüm metal iletkenler birbirine ve kurulumun ana toprak terminaline bağlıysa), dolaylı bir temas arızası, maruz kalan metal iletken boyunca topraklanmaya karşı çok yüksek bir akıma neden olacaktır. Bu yüksek akım, sigortanın veya devre kesicinin devreyi açması, BS 7671'de belirtilen süre içerisinde tesisatın bağlantısını kesmek ve böylece kullanıcıyı korumak için uygun olacaktır.

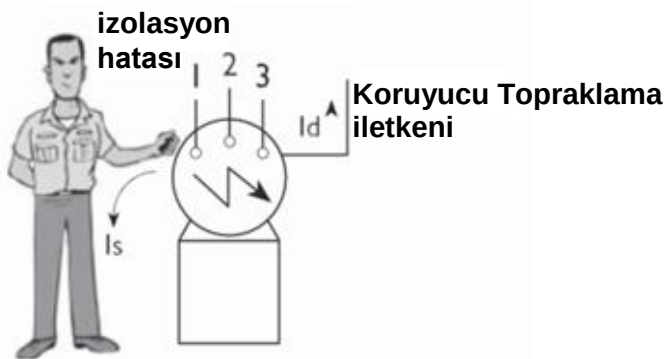
Sigortalar ve devre kesiciler, doğrudan temasın bir sonucu olarak gövde boyunca toprağa bağlı çok küçük elektrik akımlarına karşı koruma sağlayamazlar. Doğru seçilmiş olmaları koşuluyla RCD'ler bu korumayı önceki bölümde açıklandığı şekliyle sağlamaktadırlar. Ayrıca, yukarıda tanımlanan topraklama sisteminin, efektif olarak sigortaların ve devre kesicilerin istenen sonucu elde edemedikleri koşullarında, RCD'ler dolaylı temasa karşı koruma sağlarlar.

DOĞRUDAN TEMAS



I_s – temas akımı

DOLAYLI TEMAS



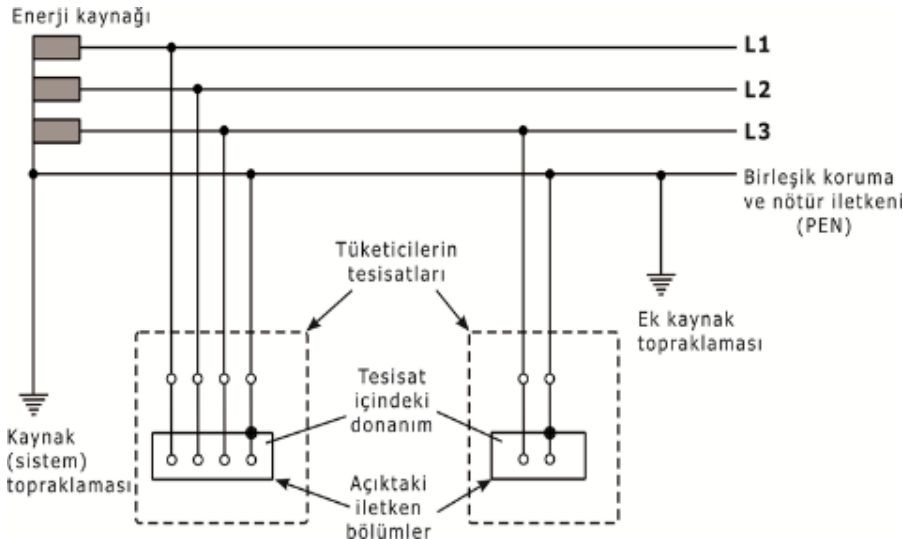
I_d – izolasyon hatası akımı

Şekil 5 - doğrudan ve dolaylı temas elektrik çarpması

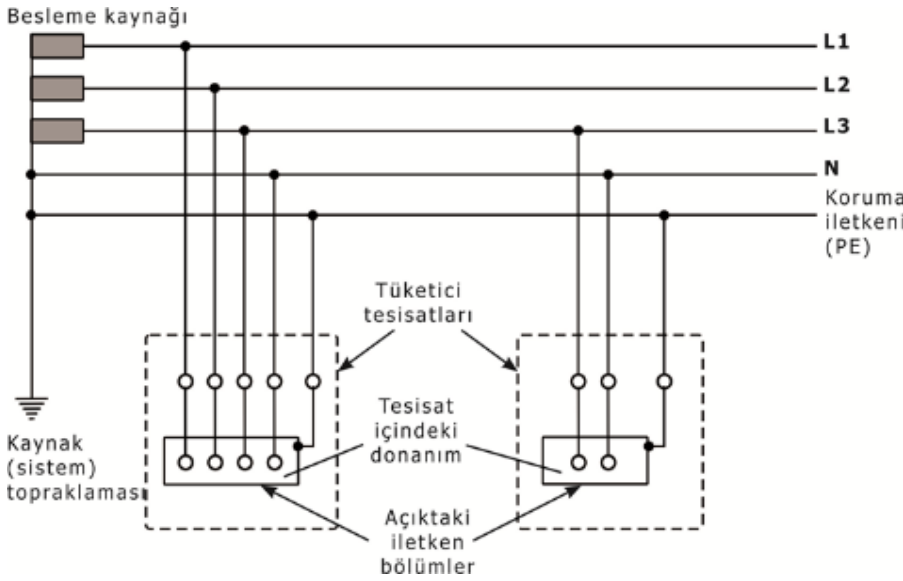


3.2 TOPRAKLAMA SİSTEMLERİ

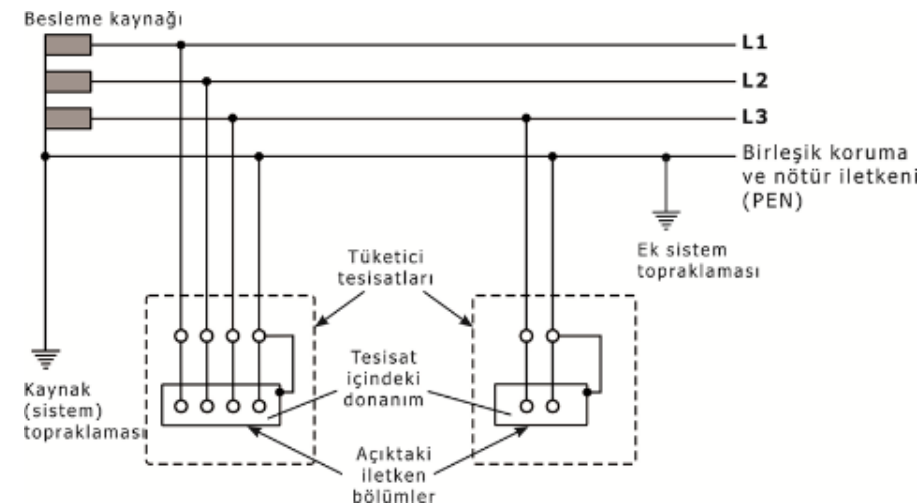
Elektrik çarpması korumasını tam olarak anlamak için, kullanılan farklı topraklama sistemi tiplerini dikkate almak gerekir. BS 7671, aşağıda açıklandığı gibi beş tipi listeler:



Şekil 6 - TNC SİSTEMİ



Şekil 7 - TNS SİSTEMİ

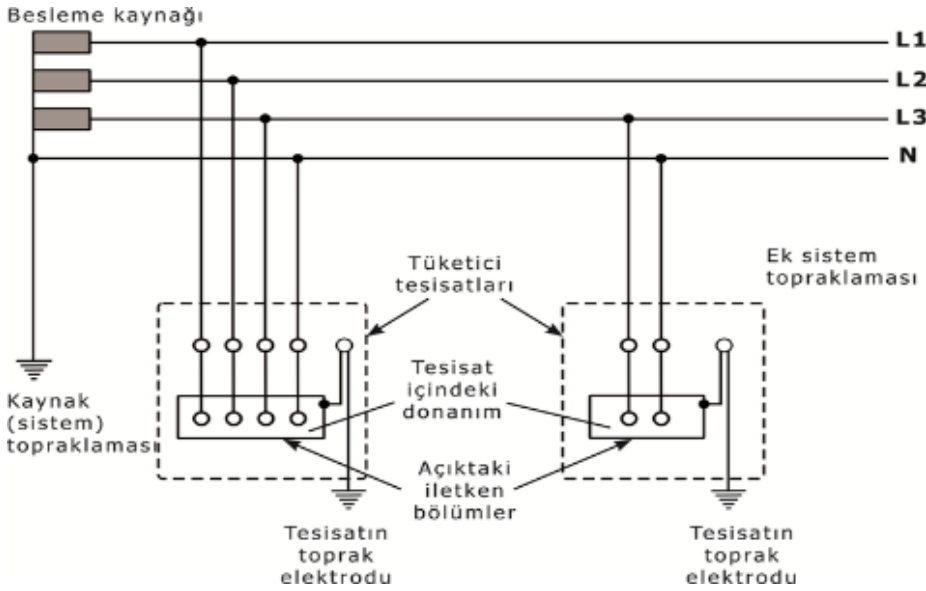


Şekil 8 - TN-C-S SİSTEMİ

Bu düzenlemede, hem nötr hem de koruyucu fonksiyonlar için tek bir koruyucu topraklama ve nötr (PEN) iletken kullanılır, tüm ulaşılabilir iletken bölümler PEN iletkenine bağlanır. Bu sistemde, toprak ve nötr akımları ayırlamadığı için RCD'ye izin verilmediğine dikkat edilmelidir.

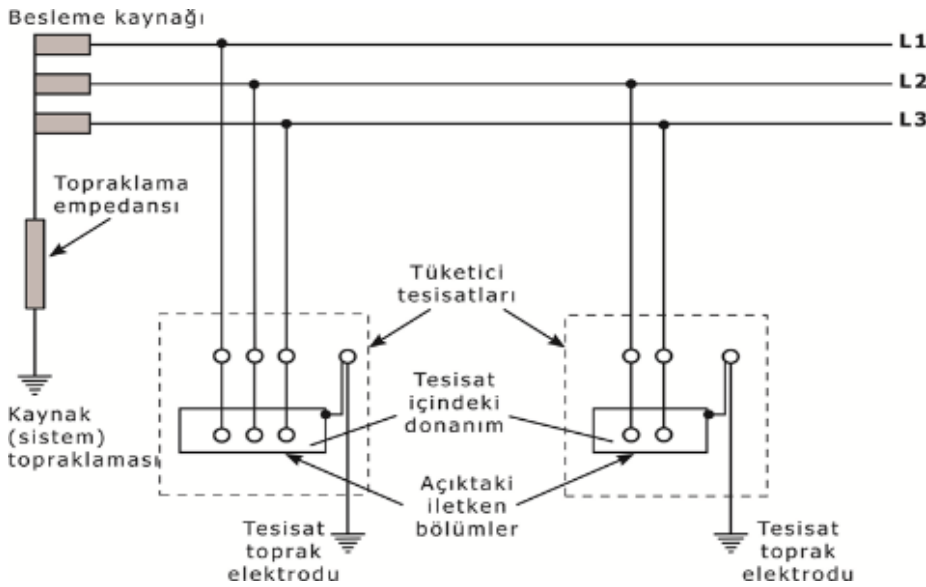
Bu sistemde nötr ve koruyucu topraklama iletkenleri ayrıdır ve tüm ulaşılabilir iletken bölümler, koruyucu topraklama iletkenine bağlanır. Bu sistem İngiltere'de en yaygın kullanılan sistemlerdendir, ancak iyi bir trafo merkezi topraklama değeri elde etmenin zorlukları nedeniyle TN-C-S düzenlemesinden daha fazla faydalanılmaktadır.

Bir TN-C-S sisteminin genel şekli, beslemenin TN-C olduğu ve tesisattaki iletkenlerin düzeninin TN-S olduğu yerdir. Bu sistem genellikle koruyucu çoklu topraklama (PME) sistemi olarak tanımlanır.



Şekil 9 - TT SİSTEMİ

Bir TT sisteminde, elektrik tedarik sağlayıcısı ve tüketici, her ikisi de elektriksel olarak ayrı olan uygun yerlerde toprak elektrotları sağlamalıdır. Tüm ulaşılabilir iletken bölümler, topraklama terminali vasıtası ile tüketicinin toprak elektroduna bağlanır.



Şekil 10 - IT SİSTEMİ

Önceki sistemlerden farklı olarak, Birleşik Krallık'taki alçak gerilim beslemesi için özel lisans dışında IT sistemine izin verilmez. Besleme tarafı ya topraktan tamamen izole edildiğinden ya da yüksek empedanstan topraklandığından, olası arızadan korunmak için topraklamadan faydalanılmaz.

3.3 DOĞRUDAN VE DOLAYLI DOKUNMAYA KARŞI KORUMA

(Bu belge kapsamında)

BS 7671'in temel şartı, herhangi bir elektrik tesisatından tüm insanların ve hayvanların elektrik çarpmasına karşı korunmasıdır. Bu, tesisatın makul bir şekilde ve kullanım amacına uygun olarak kullanılması sağlanır. Elektrik çarpmasına karşı korunmayı tam anlamak için, ilk olarak 1981'de IEE Tesisat Yönetmeliğinin 15. Baskı'sı tarafından tanımlanan "doğrudan dokunma" ve "dolaylı dokunma" arasındaki farkı anlamak gerekir. (Bak Şekil 5).

Doğrudan dokunma nedeni ile elektrik çarpması, kişilerin ve hayvanların canlı kısımlar ve toprak potansiyeline eşzamanlı teması sonucudur.

Sonuç olarak, kurban vücudunun temas noktaları arasında kalan kısımlarında neredeyse tam bir şebeke gerilimine maruz kalacaktır.

Dolaylı dokunma nedeni ile elektrik çarpması, bir arıza durumundan kaynaklanan ulaşılabilir iletken bölümlerin canlı bir iletkenle dönüşmesi ve toprak potansiyeli ile eşzamanlı temasından kaynaklanır. Bu genellikle daha düşük gerilimlerde olur.

Doğrudan dokunma nedeni ile elektrik çarpmasına karşı koruma (şimdi BS 7671'de Temel Koruma olarak tanımlanmaktadır), canlı parçaların yalıtılması, bariyerlerin veya kapalı alanların kullanımı, engellerin konulması veya canlı parçalara erişilmeye karşı koruma gibi önlemlere dayanır. Sonuç olarak, normal şartlar altında, tesisatın veya ekipmanın canlı parçalarına yanlışlıkla dokunmak mümkün değildir.

Dolaylı dokunma nedeni ile elektrik çarpmasına karşı koruma (şimdi BS 7671'de Arıza Koruması olarak tanımlanmıştır) biraz daha karmaşıktır, bu nedenle tesisat tasarımcısının düşünmesi için BS 7671'de bir dizi seçenek verilmiştir. Bunların çoğu etkin bir şekilde uygulanacak uzmanlık bilgisi veya denetim gerektirir. Genel kullanım için en pratik yöntem koruyucu topraklama, koruyucu eş potansiyel kuşaklama ve şebekenin otomatik olarak kesilmesinin bir kombinasyonudur. Doğru uygulandığında çok etkili koruma sağlayan bu yöntem, tasarımcısı tarafından üç ayrı önlemi dikkate almasını şart koşar:

- Koruyucu topraklama
- Koruyucu eş potansiyel kuşaklama
- Arızada şebekenin otomatik kesilmesi



Koruyucu toprakalama tesisatta ulaşılabilir iletken bölümlerin ana topraklama terminaline devre koruma iletkenleri ile bağlanmasını gerektirir.

Ana toprak terminalinin, doğrudan toprağa bağlanması gerekir. Ulaşılabilir iletken bölümlere örnekler:

- Tesisat boruları ve kanalları
- Elektrik malzemeleri
- Sınıf I armatürler
- Elektrikle çalışan cihazların kasaları

Koruyucu eş potansiyel kuşaklama, tesisatın ana toprak terminaline, dış iletken parçaları (genellikle toprak ile temas eden metal aksamlar) bağlayarak elektrik çarpması riski en aza indirilir. Bu, arıza koşulları altında, elektrikli ekipmanın metal mahfazalarında bulunan voltajın, tüm dış iletken bölümlerde bulunan voltajla aynı olduğu anlamına gelir. Teorik olarak, arızalı ekipman ve diğer topraklanmış metal yapı ile aynı anda temas eden bir kişi veya hayvan, kuşaklama tarafından oluşturulan eş potansiyel kafes nedeniyle elektrik çarpması yaşamaz. Bununla birlikte, pratikte, farklı devre empedansları nedeniyle küçük bir "dokunma" gerilimi mevcut olacaktır.

Şebekenin otomatik olarak kesilmesi, dolaylı temasa karşı elektrik çarpması koruması için çok önemlidir. Toprak arızası sonrasında, hatalı devrenin belirli bir güvenli süre içerisinde bağlantısının kesilmesini sağlamayı içerir. Güvenli bir zaman oluşturan şey birçok faktöre bağlıdır ve bu konuda ayrıntılı bilgi isteyenlerin BS 7671 Elektrik Tesisat Yönetmeliği Madde 411.3.2'ye başvurmaları gerekir.

Aşırı akım koruma cihazı kullanırken, ör. bir sigorta veya devre kesici, otomatik ayırma için, BS 7671'in gerekliliklerini yerine getirmek amacıyla, bu cihazların bir toprak arızası durumunda belirlenmiş bir süre içinde çalışabilmelerini sağlamak gereklidir. Bu, toprak arıza halka (loop) empedansının, yeterli arıza akımının akmasına izin verecek kadar düşük olduğuna emin olduğunda sağlanabilir.

İlgili cihazın yayınlanmış zaman / akım eğrilerini kullanarak uygun değerleri hesaplamak mümkündür. Alternatif olarak, BS 7671, farklı tipler ve aşırı akım cihazının dereceleri için maksimum toprak arıza halka (loop) empedansı (Zs) değerlerini yayınlar.

BS 7671'de yayınlanan zaman / akım eğrilerine veya koruyucu cihazların üreticileri beyanlarına atıfta bulunulmalıdır.

3.4 RCD'ler VE DOLAYLI DOKUNMA KAYNAKLI ELEKTRİK ÇARPMASI KORUMASI

Sigortalar veya devre kesiciler tarafından dolaylı temas koruması, BS 7671 tarafından belirtilen parametreler dahilinde olan toprak arıza halka (loop) empedanslarına bağlıdır.

Bu değerlere ulaşamıyorsa veya kararlılıklarından şüphe duyulursa, alternatif bir yöntem gerekir.

Bu durumda RCD en pratik çözümü sunar, çünkü çok daha yüksek toprak arıza halka (loop) empedans değerleri olan devrelerde çalışabilme özelliğine sahiptir.

Bu durumda RCD korumasının temeli, toprak arıza akımlarından kaynaklanan 50V'u aşan herhangi bir voltajın derhal kesilmesini sağlamaktır. Uygun koruma bir artık akım değeri seçerek ve 50V bir hata voltajına izin verecek olan maksimum toprak arıza halka (loop) empedansını hesaplayarak elde edilir. BS 7671 Yönetmeliği 411.5.3'te verilen basit bir formül kullanılarak gerekli hesaplama yapılabilir.

$$R_A \times I_{\Delta n} \leq 50 \text{ v}$$

R_A topraklama elektrodu direnci ile ulaşılabilir iletken bölümlere bağlanan koruyucu iletkenlerin dirençleri toplamıdır (ohm)

$I_{\Delta n}$ RCD'nin nominal artık akım değeri (amp)

Üretici alternatif değerler bildirmediği, temel standart RCD değerleri için maksimum Zs değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Nominal artık akım değeri (mA)	U ₀ 230V için maksimum toprak arıza halka (loop) empedansı
30	1667*
100	500*
300	167
500	100

Tablo 1 - ZAMAN GECİKMESİZ EN 61008-1 VE EN 61009-1'e UYGUN RCD'LER İÇİN EN YÜKSEK TOPRAK ARIZA HALKA EMPEDANSI DEĞERLERİ (Zs)

Not 1: Zs değerleri yönetmeliğin 411.5.3(i) and 411.5.3(ii) maddelerindeki uygulamalarından gelmektedir.

Not 2: * Yönetmeliğin 542.2.4 maddesine göre, kurulum topraklama elektrotunun direnci mümkün olduğu kadar düşük olmalıdır. 200 ohm'u aşan bir değer güvenilir olmayabilir.

Yüksek Zs değerine sahip tesisatlarda dolaylı dokunmadan kaynaklı elektrik çarpması koruması için uygun şekilde derecelendirilmiş bir RCD'nin kullanımı gerekiyken, aynı korumayı yapması beklenen aşırı akım koruma cihazları için bu değer yeterli olmayacaktır.

Bununla birlikte, pratikte, 200 ohm'un üzerindeki değerler için daha ileri tetkik gereklidir. Bu, özellikle yüksek Zs değerlerinin bir RCD kullanımını kesinlikle gerekli kıldığı yerel toprak elektrotlarına (TT sistemleri) dayanan tesisatlarda önemlidir.



3.5 RCD'ler VE DOĞRUDAN DOKUNMA KAYNAKLI ELEKTRİK ÇARPMASI KORUMASI

Artık çalışma akımı 30 mA veya daha az olan RCD'lerin kullanımı doğrudan temas şokuna karşı ek koruma olarak kabul edilir. Yönetmelik madde 415.1.1 gerekliliği tanımlanmıştır.

Doğrudan dokunma kaynaklı elektrik çarpması, kişilerin veya hayvanların istemeyerek vücudun bir kısmı ile normalde canlı olan iletkenle temas etmesi ve aynı anda vücudun başka bir kısmının toprak potansiyeli ile temas etmesinin sonucudur. Bu şartlar altında, ortaya çıkan elektrik şoku tam elektrik potansiyeli altında olacak ve topraklama sistemi üzerinden akacak akım göreceli olarak yüksek vücut empedansı nedeniyle 230 mA seviyesinde olacaktır.

Bölüm 2.3'te, 40/50 mA kadar düşük akımların belirli şartlar altında elektrik çarpmasına neden olabileceği gösterilmiştir. 30 mA'lık bir RCD, fibrilasyonun gerçekleştiği seviyelere ulaşılmadan önce topraklama arıza akımını kesecektir.

Bu nedenle, nominal akımı 30 mA olan bir RCD'nin, elektrik çarpması riskine karşı ek koruma sağladığı, uluslararası kabul görmüş bir norm haline gelmiştir.

Bununla birlikte, anma işletim akımı tek husus değildir; Açma hızı da çok önemlidir.

RCD'nin özel yarar sağlayabileceği arıza durumlarına örnekler Bölüm 5'te listelenmiştir.

Bir örnek, temel yalıtımın bozulması veya daha yaygın olarak hasar gördüğü durumlardır. Buna bir örnek, çivinin duvara vidalanması ve kabloyu delmesidir. Böylece, temel yalıtımın delinmesi nedeniyle temel hata durumu oluşur. Bunun sonucunda büyük ihtimalle çivinin faz iletkeniyle temasa geçerek canlı hale gelmesine sebep olacaktır. Buna müteakip, bir kişi tarafından temas edilmesi halinde, doğrudan dokunma kaynaklı elektrik çarpması veya yaralanma riski doğmaktadır.

Bir RCD ek koruma sağlar ve yaralanma ya da ölüm riskini önemli ölçüde azaltır; çünkü çivi ile temas eden kişi boyunca tehlikeli bir akım seviyesi ortaya çıktığında RCD açacaktır. Bu tip RCD koruması, fleks bir kablunun (örneğin bir çim biçme makinesi tarafından) hasar gördüğü ve canlı iletkenleri ortaya çıkardığı yaygın durumlarda gereklidir. Burada yine RCD, maruz kalan canlı iletkenlerle temas eden herkesin korunmasını sağlar.

RCD'ler tarafından sağlanan ekstra korumanın değeri tamamen anlaşılmış ve bu BS 7671 Elektrik Tesisat Yönetmeliği madde 415.1'de kabul edilmektedir.

Bununla birlikte, RCD'nin yalnızca ek koruma olarak kullanılması ve doğrudan dokunma kaynaklı elektrik çarpması korumasının (yalıtım, muhafaza vb.) temel araçlarının bir alternatifi olarak görülmemesi gerektiği vurgulanmalıdır.

3.6 AZALTILMIŞ VE ÇOK DÜŞÜK GERİLİM UYGULAMALARINA RCD

Normal bir kullanımda, çok düşük gerilimden (50V ac geçmeyen) veya azaltılmış gerilimden (üç fazlı sistemlerde toprağa potansiyeli 63,5V'u tek fazlı sistemlerde ise 55V'u geçmeyen) beslenen elektrikli cihazlarda tehlikeli temas gerilimi oluşmamaktadır. Bu devreler:

Ayrılmış çok düşük gerilim (SELV), topraktan ve diğer sistemlerden elektriksel olarak ayrılmış olan çok düşük gerilim sistemi.

Çok düşük koruma gerilimi (PELV), topraklama sisteminden elektriksel olarak ayrılmayan SELV devreler.

İşlevsel çok düşük gerilim (FELV), SELV veya PELVi sağlamak için gerekli olan koruma önlemlerinin tamamının uygulanmadığı, bir çok düşük gerilim sistemi.

Azaltılmış gerilim sistemleri faz-faz arası anma gerilimi 110 voltu ve faz-toprak anma gerilimi 63.5 voltu aşmayan bir sistem.

SELV, PELV and azaltılmış gerilim sistemleri; son alt devrelerin izolasyon trafosu ile elektriksel olarak ayrıştırıldığı sistemlerdir. Normal kullanımda, izolasyon trafosu, elektrik ekipmanında veya devrede tehlikeli temas geriliminin görünmesini önler. Aşırı derecede nadir olmasına rağmen, izolasyon trafosu içinde meydana gelen bir arıza, devre içinde veya elektrik ekipmanında, besleme voltajı kadar tehlikeli bir temas gerilimine neden olabilir.

Bu riskten dolayı ilave koruma gerektiğinde, primer devreye 30 mA veya daha düşük bir nominal akımı olan RCD takılabilir.

PELV, FELV ve azaltılmış alçak gerilim sistemlerinde, gerekirse bir RCD, trafonun seconder devresine bağlanabilir. Bu, her koşulda elektrik çarpmasına karşı ek koruma sağlar:

- Trafodaki oluşacak arıza ile trafonun seconder tarafında şebeke geriliminin görülmesi sonucu elektrik çarpması

- Trafonun seconder tarafındaki düşük gerilimden kaynaklanan dolaylı dokunma kaynaklı elektrik çarpması.
- Trafonun seconder tarafındaki düşük gerilimden kaynaklanan doğrudan dokunmaya ek koruma

Bir FELV devresinin, şebeke beslemesinden veya topraklamasından izole edilmemesinden dolayı, tüm ELV yöntemleri içerisinde elektrik çarpması yönünden en büyük riski taşıdığı unutulmamalıdır.

RCD, SELV devreler ve bu tip elektrikli cihazlar için de ek koruma sağlamaktadır fakat RCD'nin görev yapabilmesi için, normal koşullarda gerçekleşmesi beklenmeyen bir çifte hatanın oluşması gerekmektedir.

Çok düşük ve azaltılmış gerilim uygulamalarında RCD'ler uygulanırken, üreticinin rehberliği daima aranmalıdır.

Üreticinin rehberliği, özellikle test düğmesinde önemlidir, çünkü doğru çalışması besleme voltajına bağlıdır.

3.7 ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN ŞARJ EDİLMESİNDE RCD'ler

Elektrikli araç şarj tesislerinde kullanılacak RCD tipi seçiminde özel dikkat gösterilmelidir.

- BS 7671 bu tip uygulamalar için AC Tip RCD'leri kabul etmemektedir.
- 6 mA'den az düzgün DC kaçak akımı olan veya düzgün DC kaçak akımı 6mA üzerine çıktığında kaynağı kesen bir ekipmanın olduğu sistemlerde Tip A kullanılabilir.
- Veya, Tip B kullanılmalıdır.



4 YANGINA KARŞI KORUMA

4.1 ÖZGEÇMİŞ

Elektrikten kaynaklı yangınlar, Birleşik Krallıkta önemli bir sorun olmaya devam etmektedir. Elektrik, İngiltere'deki evlerde tesadüfi kazaların ana nedenidir, her yıl elektrikten kaynaklı 20.000'den fazla yangın çıkmaktadır. 2011/12 yangın istatistikleri, yangın kaynaklarının %89'unun elektrikli cihazlardan kaynaklandığını, %11'inin ise (yaklaşık 2,200) tesisatlardaki hatalardan veya tesislerin düzgün kullanılmamasından kaynaklandığını gösteriyor. Daha yakın tarihten 2013/14'ten istatistikler incelendiğinde, elektrik dağıtım sisteminden (kablolama, kablolama, fişler) kaynaklı yangınlar %12'lik bir değere sahiptir. Bu istatistikler, elektrikten kaynaklı yangınların meydana geldiğini ve yaralanmalara, ölümlere ve hasara neden olabileceğini, bununla birlikte önemli miktarda mülkün tahrip olduğunu görmekteyiz. Elektrikten kaynaklı yangınlar, önceden tespit edilemeyen ve göz ile görünmeyen sebeplardan kaynaklanabilir.

Evdeki elektrik kaynakları, 'aşırı akımların' etkilerine karşı koruma sağlamak için sigortalar veya devre kesiciler ile donatılmıştır, RCD'ler ise yangın riski oluşturabilecek toprak kaçığı arızalarına karşı ek koruma sağlar.

4.2 DIŞ ETKİLEŞİMLERİN FONKSİYONU OLARAK KORUYUCU ÖNLEMLER.

RCD'lerin, elektrik akımlarının büyüklüğünü ve süresini sınırlandırarak, elektrik sistemlerindeki ekipmanlardaki ve bileşenlerdeki toprak arızalarına bağlı yangın olasılığını azalttığı kabul edilmektedir.

BS 7671'de yangın riskine karşı ek koruma sağladığı tanımlanmakta. Örneğin;

- Yönetmeliğin 422 maddesinde, "Özel Yangın Tehlikesi Risklerinin Var Olduğu Tesislerde" alınacak önlemleri açıklar. Yönetmeliğin 422.3.9 maddesinde ise, yangın tehlikesine karşı, TN ve TT sistemlerinde, kablo izolasyon sistemlerinin, mineral yalıtımlı kablo ve bus-bar sistemleri hariç olmak üzere, 300 mA'i geçmeyen anma açma akımına sahip bir RCD ile izolasyon hatalarına karşı korunması gerektiğinden bahsetmektedir.
- Bölüm 705, "Tarım ve Bahçe Tesisleri" için geçerli olan özel gereksinimleri tanımlar. 705.422.7 numaralı maddede ise, yangına karşı korunma için, 300 mA'yı geçmeyen nominal açma akımına sahip bir RCD gerektiği yazmaktadır.

1997 yılında Ticaret ve Sanayi Bakanlığı tarafından yaptırılan araştırmalar, toprak arızalarının temel sebebinin izolasyon üzerindeki yüzeysel izlemeyolu olduğunu ortaya koydu. Raporda, 50-100 mA kadar düşük akımların, izlemeyolu vasıtası ile tutuşmaya sebep olabileceği ve yangına sebebiyet vereceği ortaya çıkmıştır, bu değer göstermektedir ki kişisel koruma için kullanılan RCD'ler dolayısıyla tutuşmayı engelinecektir. Ayrıca, kaçak veya dökülmeden kaynaklı ortaya çıkabilecek elektriksel olarak iletken toz veya sıvıların varlığının en aza indirilmesi, yüzey izlemeyolu başlangıcı riskini azaltabileceğine dikkat çekilmektedir.

Yine, Elektrik Tesisat Yönetmeliği BS 7671'de, Bölüm 42'de, kablolama sistemlerinin ve elektrikli ekipmanın, tehlikeli olabilecek toz ya da lif gibi tehlikeli maddelerin birikmesine maruz kalmasını önlemek için şartlar koyar.

ELEKTRİK, BİRLEŞİK KRALLIK'TAKİ EVLERDE KAZAYLA MEYDANA GELEN YANGINLARIN BAŞLICA NEDENİDİR, HER YIL 20,000'İN ÜZERİNDE ELEKTRİK YANIGINI MEYDANA GELİR.





5 TESİSATTA Kİ RİSKLER

5.1 ARKA PLAN

Doğru artık akım rölesi kullanımı ve doğru elektrik tesisat uygulamaları, elektrik çarpmaları ve yangın riskini büyük ölçüde azaltmaktadır. Kaçak akım rölesi ayrıca, kablolanmanın BS 7671 ile uyumlu olduğu ancak kablolama sisteminin bütünlüğünün zarar gördüğü yerlerde, ilave bir koruma seviyesi sağlar.

5.2 MUHTEMEL RİSKLER

Kablolarda oluşacak hasarlar. İnsanların canlı kabloları kesme riski oldukça yaygındır ve bilinen bir gerçektir. Örnekler şunları içermektedir:

Kablo yalıtımının duvarlarda veya zemin altında sıkıştırılması.

Bu, evdeki günlük işler sırasında sık rastlanan bir durumdur. Asıl tehlike, birisi doğrudan veya dolaylı olarak canlı kablolarla temas ettiğinde ortaya çıkar ve elektrik çarpmasıyla sonuçlanır.

Kablo Besleme hattını veya uzatma kablolarını elektrikli çim biçme makinesi veya çit düzeltici ile kesme. Bu başka bir yaygın durumdur ve ulaşılabilir canlı iletkenle bedensel temas halinde ciddi bir elektrik çarpması veya ölümle sonuçlanabilir.

Zedelenmiş veya bakımsız uzatma kabloları. Buradaki etkiler yukarıda açıklananlara benzer.

Haşareler. Canlı iletkenleri açığa çıkaran farelerin ve diğer haşarelerin kabloları çiğnemeleri oldukça yaygındır.

Yukarıdaki tüm durumlarda, bedensel temas oluşmasa bile, kablo yalıtımına zarar verilmesi, RCD koruması kullanılmayan tesisatlarda, kullanılanlara oranla daha fazla yangın riski bulundurulur.

Banyo veya duş bulunan mekanlar.

Bu mekanlar çok daha yüksek bir risk taşır, çünkü ıslak bir gövde elektrik akımının toprağa akması için daha kolay bir yol sunar. Sonuç olarak, BS 7671, uygun bir tıraş makinesi prizinden beslenen tıraş makineleri dışında, banyo veya duş kabininin 3 metre yakınında elektrikli taşınabilir ekipman kullanımını yasaklar. Fakat yine de, ıslak hacimli yerlerde, uzatma kablosu ile, taşınabilir elektrikli aletler kullanan insanlar neticesinde trajediler oluşmaktadır

Sabit elektrikli cihazlardan kaynaklı yangın riski.

Arızalı elektrikli ev aletleri yangın riskini artırır. Örneğin, elektrik motorundaki yalıtımın çürüme veya dış hasar nedeni ile delinmesi yangın riskini artırmaktadır

Yalıtılmamış canlı iletkenlerin yanına toz gibi tutuşabilen malzemelerin yerleşmesi bu malzemelerin yanmasına neden olabilir.

Kötü tesisat uygulamaları.

Tüm yeni veya tadil edilmiş tesisatların BS 7671'in mevcut baskısına uyması gerekmesine rağmen, bir kişinin tesisatı yanlış şekilde yapması veya yanlış olarak tadil etmesi mümkündür.

Yanlış tesisat uygulamalarından kaynaklı elektrik çarpması ve yangın riskleri örnekleri aşağıdakiler gibidir:

- Yetersiz topraklama veya kuşaklama
- Uygulama sırasında sıkışmış kablolar
- Uygulama sırasında veya sonrasında yalıtımın zarar görmesi
- Kötü tasarlanmış bir tesisat

Artık akım röleleri, iyi bir tesisat uygulamasının yerini almaz. Fakat, doğru uygulanmış bir RCD, elektrik çarpması ve yangın risklerine karşı, BS7671 şartlarının sağlanmadığı ve/veya bozulduğu durumlarda yüksek derecede koruma sağlamaya devam edecektir.

ARIZALI ELEKTRİKLİ CİHAZLAR YANGIN RİSKİNİ ARTIRIR



6 RCD'NİN SEÇİMİ

Bu bölüm, kullanıcının, tesisatçının ve son kullanıcının uygun artık akım korumasına karar vermesine yardımcı olmak için tasarlanmıştır.

Elektrik tesisatının tamamının veya bir kısmının RCD ile korunmasının istenmesi durumunda, yetkili kişilerden tavsiye alınması gereklidir.

Taşınabilir artık akım cihazların kullanımı (PRCD'ler), RCD'ler tarafından korunmayan ve uzman olmayan kişiler tarafından kullanılacak prizler için uygundur. Bunlar bir prize monte edilebilen yüksek hassasiyetli RCD'ler olabildiği gibi, bir fiş, yüksek hassasiyetli RCD ve bir veya daha çok priz çıkışı olan uzatma kablosu olabilir.

PRCD, sabit elektrik tesisatının bir parçası değildir ve yalnızca üzerinde beslenen cihazı korur.

BS 7671 Elektrik Tesisat Yönetmeliği madde 411.3.3 bir RCD vasıtasıyla yapılacak ek koruma gerekliliğinden bahsetmektedir.

Uygulamada, bu el kitabında ele alınmayan özel koruma sorunları olabilir. Belirli uygulamalar için belirli bir RCD'nin uygunluğuyla ilgili ek rehberlik için okuyucuların RCD üreticilerinden herhangi birine başvurmaları önerilir.

6.1 RCD SEÇİM KRİTERİ

6.1.1 Hassasiyet

Her RCD için normal olarak bir artık akım hassasiyeti seçeneği vardır (açma akımı). Bu karşılayabildiği koruma seviyesini tanımlamaktadır. Koruma iki geniş kategoriye ayrılmıştır:

Kişisel Koruma (İnsanların veya hayvanların doğrudan dokunmaya karşı ek koruması) Bu, RCD'nin minimum çalışma akımının 30mA'dan büyük olmadığı ve RCD'nin, toprak kaçağı olması durumunda, belirtilen süre içerisinde devreyi açması ile sağlanır.

Tesisat koruması Bu, elektrik arızası nedeniyle oluşabilecek yangın risklerden korunmak için kullanılan cihazlarla ilişkilidir. 300mA de dahil olmak üzere artık akım seviyesi 300mA'e kadar olan RCD'ler bu tür bir koruma sağlar.

6.1.2 Artık Akım Cihazları (RCD'ler)

RCD terimi aşağıda listelenen bir dizi ürünü kapsamaktadır;

- RCCB (Aşırı akım korumasız, artık akım korumalı devre kesicileri)
- RCBO (Aşırı akım koruma özelliğine sahip, artık akım korumalı devre kesicileri)
- SRCD (Entegre artık akım cihazı bulunan priz)
- FCURCD (Entegre artık akım cihazı bulunan sigortalı bağlantı ünitesi (sigortalı heater switch))
- CBR (Artık akım korumalı devre kesicileri)
- IC-CPD (Elektrikle çalışan taşıtların Mod 2'ye göre kablo içi kontrol ve koruyucu cihazı)
- MRCD (Modüler kaçak akım cihazı)

Tablo 2, sağlanan faydalarıyla birlikte RCD türlerinin kullanımını tanımlamayı amaçlamaktadır. Bununla birlikte, Tablo 2'ye bakmadan önce, Tip AC, A, F veya B için genel ve zaman gecikmeli olmak üzere, dikkate alınması gereken iki tane daha RCD sınıflandırması vardır.

6.1.3 Genel ve zaman gecikmeli RCD'ler.

BSEN61008' uygun RCCB'ler: Ev ve benzeri kullanımlar için entegre aşırı akım koruması olmayan artık akımla çalışan devre kesiciler için standartlar ve BS EN 61009'e uygun RCBO'lar: Ev ve benzeri yerlerde kullanılan aşırı akım koruması olan artık akım cihazları standardı olup çalışma süreleri aşağıda tanımlandığı şekliyledir.

BİR ELEKTRİK TESİSATININ TAMAMININ VEYA BİR KISMININ RCD İLE KORUNMASINA İHTİYAÇ DUYULAN YERLERDE, MESLEKTEN OLMAYAN KİŞİLERİN UZMAN GÖRÜŞÜ ALMASI SİDDETLE TAVSİYE EDİLİR.



Genel RCD'ler "anında" açma prensibi ile çalışan cihazlardır, yani operasyonda kasıtlı bir gecikme olmaz ve bu nedenle "seçicilik" garanti edilemez. Bu, bir tescatta seri olarak iki veya daha fazla genel RCD'nin olduğu durumlarda; bir toprak kaçağı oluştuğunda birden fazla artık akım cihazı aynı anda açabilir. Bundan dolayı, hatanın kurulumun farklı bir bölümünde meydana gelmesine rağmen arızası olmayan devrelerin bağlantısının kesilmesine neden olur. Tüm tesisin elektriksiz kalmamasının önemli olduğu tesisatlarda seçicilik önemlidir, örneğin; konutta meydana gelen bir toprak kaçağı arızasından, diğer devreler ile birlikte aydınlatma devresinin bağlantısının kesilmemesini sağlamak önemlidir.

Zaman Gecikmeli RCD'ler

RCD'lerin seri bağlandığı devrelerde seçicilik sağlar. Zaman gecikmeli cihazlar, genel cihazların başında tesis edilebilir, böylece oluşacak arızada arızaya en yakın olan cihaz devreyi açar. Zaman gecikmeli RCD'ler kişisel korunma sağlamak için kullanılmamalıdır.

BS EN 61008 ile uyumlu RCCB'ler ve BS EN 61009 ile uyumlu RCBO'lar için zaman gecikmesi özelliği 'S' harfi ile belirtilir.

Aşağıdaki durumlarda RCD'ler arasında seçicilik elde edilir:

- Tesisatın başındaki RCD seçici tiptedir (Zaman gecikmeli veya ayarlı zaman gecikmeli tipler), ve
- Tesisatın başındaki RCD'nin nominal artık çalışma akımı ile alt RCD'nin nominal artık akım değeri oranı en az 3:1 şeklinde olmalıdır.

Ayarlanabilir nominal artık çalışma akımı ve gecikme süresi olan RCD'lerin kullanılması durumunda, üreticinin talimatları referans alınmalıdır.

Seri olarak tesis edilen iki S tipi RCD ile seçiciliğe ulaşmak mümkün değildir.

AC, A, F ve B Tipi RCD'ler

Artık akım cihazları ayrıca Tip AC, Tip A, Tip F ve Tip B olarak da sınıflandırılabilir:

AC Tip RCD: Aniden uygulanan veya yavaşça artan artık alternatif sinüs eğrisi akımı nedeni ile açmaktadır.

A Tip RCD: Aniden uygulanan veya yavaşça artan artık alternatif sinüs eğrisi ve artık değişken doğru akım nedeni ile açmaktadır.

NOT 1: A tipi RCD için açma, 6 mA'e kadar düz bir doğru akım üzerine bindirilmiş artık değişken doğru akımlar ile gerçekleştirilir.

F Tip RCD: A Tipi RCD'ler ile sağlanan açma koşullarına ek olarak: faz ve nötr veya faz ve topraklı yıldız noktası ile beslenen devrelerde aniden uygulanan veya yavaşça artan birleşik artık akımlar; düzgün doğru akımlara birleştirilmiş artık değişken doğru akımlar.

NOT 2: F tipi RCD için açma, 10mA'e kadar düz bir doğru akım üzerine bindirilmiş artık değişken doğru akımlar ile gerçekleştirilir

B Tip RCD: F Tipi RCD'ler ile sağlanan açma koşullarına ek olarak;

- 1 kHz'e kadar olan artık sinüs eğrisi alternatif akımlar;
- Düzgün bir doğru akıma yerleştirilmiş artık alternatif akımlar.
- Düzgün bir doğru akıma yerleştirilmiş artık değişken doğru akımlar;
- İki veya daha fazla fazdan kaynaklanan artık değişken doğrultulmuş doğru akımlar;
- Polariteden bağımsız, aniden uygulanan veya yavaşça artan artık düzgün doğru akımlar.

NOTE 3: B tipi RCD için açma, 6mA'e kadar düz bir doğru akım üzerine bindirilmiş artık değişken doğru akımlar ile gerçekleştirilir.

DC besleme sistemlerinde kullanılmak üzere üretilen RCD'ler için standartlar şu an geliştirme aşamasındadır

Bs 7671:2018 Elektrik Tesisat Yönetmeliği (18. Baskı) madde 531.3.3 'Sistem içerisinde kullanılacak dc bileşenlerin ve frekansların davranışlarına bağlı olarak uygun RCD tiplerinin seçimleri.'

AC TİP, A TİP, F TİP VE B TİPİ RCD'LERİN KULLANIMI DC BESLEME SİSTEMLERİ İÇİN UYGUN DEĞİLDİR.



Her durumda, ekipman/cihaz üreticilerinin talimatları, RCD Türünü seçerken göz önünde bulundurulmalıdır.

RCD	Ekipman Tipi / Yük
AC Tipi	Dirençli, Kapasitif, Endüktif yükler, hiçbir elektronik bileşeni olmayan cihazlar: • Daldırma ısıtıcı • Dirençli ısıtma elemanlarına sahip Fırın/Ocak • Elektrikli şofben • Tungsten & halojen Aydınlatma
A Tipi	Elektronik bileşenli tek faz cihazlar: • Tek faz inverterler • Sınıf 1 IT ve Multimedya cihazları • Sınıf 2 elemanları için güç kaynakları • Frekans kontrollü olmayan çamaşır makinesi gibi cihazlar, örnek : D.C. veya üniversal motor • Dimmer düğmesi, ev ve bina elektronik sistemlerde kullanılan LED sürücüleri • İndüksiyon ocakları • DC arıza akımının 6mA'den az olduğu elektrikli araç sarj cihazları A Tipi, AC Tipi uygulamalar için de kullanılabilir.
F Tipi	Frekans kontrollü ekipman ve cihazlar: • Bazı çamaşır makineleri, bulaşık makineleri ve kurutucular. (senkron motor içeren)* • Bazı Sınıf 1 elektrikli el aletleri • Değişken frekans sürücüsü kullanan bazı klima kumandaları. F Tipi, AC tipi ve A Tipi uygulamalar için de kullanılabilir.
B Tipi	Üç Faz elektronik ekipmanlar: • Hız kontrollü invertörler • UPS • DC arıza akımının 6mA'den büyük olduğu elektrikli araç sarj cihazları • Fotovoltaik Güç Elektroniği dönüştürücü sistemleri (PECS): • Endüstriyel Makineler • Vinçler B Tipi, AC tipi, A Tipi ve F Tipi uygulamalar için de kullanılabilir.
B+ Tipi	B+ Tipi RCD'ler BS7671'de tanımlanmadı, uluslararası veya uyumlu (BS EN) standartlara sahip değildir.

* Üretici firma talimatları dikkate alınmalıdır.

Güç Elektroniği dönüştürücü PEC

Sinyal, ölçüm, kontrol devreleri ve güç dönüştürme işlevi için gerekli cihaz veya parçalar.

Güç Elektroniği dönüştürücü sistemi PECS

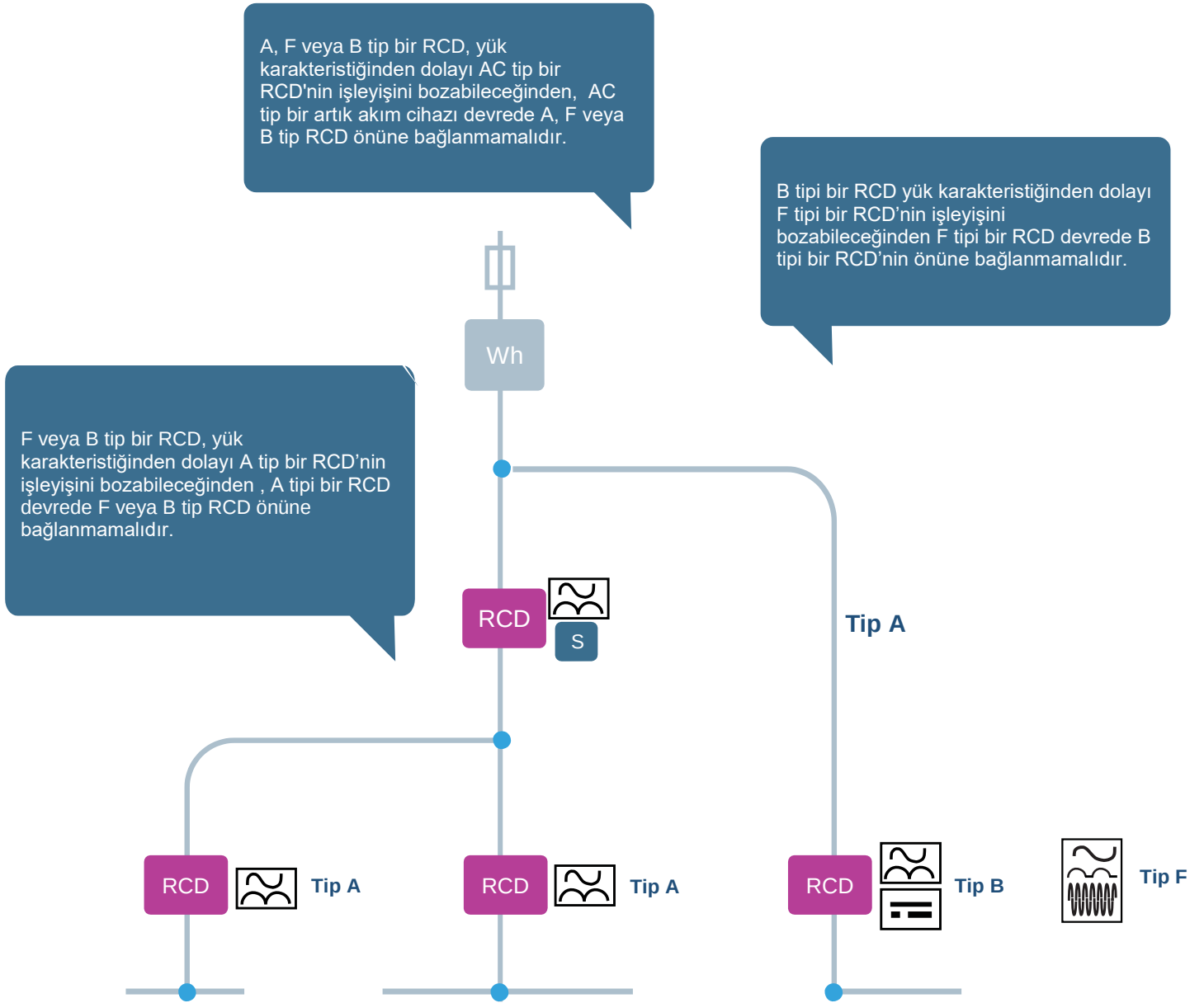
Diğer ekipmanlarla birlikte çalışmayı amaçlayan bir veya daha fazla güçlü elektronik dönüştürücüler

PECS için, eğer bir B Tipi RCD gerekirse, ürün işaretlenecektir .

Talimatlar, bir RCD'nin elektrik çarpmasına karşı korunma amacıyla kullanıldığı durumlarda, ürünün yanında yalnızca B tipi bir RCD'ye izin verildiğini belirten bir uyarı notu olmalıdır.



Tablo 2 -AC, A, B VE F TİPİ RCD'ler İÇİN UYGULAMA ÖRNEKLERİ.



Şekil 11 - ÖRNEK TESİSAT DÜZENLEMESİ



CİHAZ TİPİ	RCCB						RCBO						SRCD		FCURCD		PRCD		CBR	MRCD
Toprak Kaçak Akım Hassasiyeti mA (2)	10	30	100	300	100 Zaman Gecikmeli	300 Zaman Gecikmeli	10	30	100	300	100 Zaman Gecikmeli	300 Zaman Gecikmeli	10	30	10	30	10	30	10 ve üstü Amper	30 ve üstü Amper
Konutsal uygulamalar için uygun	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	H	H
Endüstriyel ve Ticari uygulamalar için uygun	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Ana kesici olarak uygun	H	E	E	E	E	E	H	E (6)	E (6)	E (6)	E (6)	E (6)	H	H	H	H	H	H	H	H
Dağıtım panolarında çıkış ünitesi olarak uygun	E (1)	E (1)	E (1)	E (1)	E (1)	E (1)	E	E	E	E	E	E	H	H	E	E	H	H	E	E(1)
Dağıtım panolarında giriş ünitesi olarak uygun	H	E	E	E	E	E	H	E	E	E	E	E	H	H	H	H	H	H	E	E
Kişisel Koruma Sağlar	E	E	H	H	H	H	E	E	H	H	H	H	E	E	E	E	E	E	E(3)	E(3)
Elektiriksel Yangınlara karşı koruma sağlar	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
20A veya daha az prizleri koruma	E	E	H	H	H	H	E	E	H	H	H	H	E	E	E	E	H	H	H	H
Sabit tesisat koruması	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	H	H	H	H	H	H	E	H
20A veya daha az taşınabilir cihaz	E	E	H	H	H	H	E	E	H	H	H	H	E	E	E	E	E	E	H	H
Anlık açan cihazlarda seçicilik için kullanılabilir	H	H	H	H	E	E	H	H	H	H	E	E	H	H	H	H	H	H	E(4)	E(4)

Not:

1. Sadece uygun aşırı akım koruması ile bağlantılı olarak kullanıldığında(örneğin: sigorta/devre kesici(şalter))
2. 10 mA kaçak akım cihazları okul laboratuvarları ve hastaneler gibi riskli bölgelerde kullanılan oldukça hassas malzemelerle bağlantılıdır.
3. 30 miliamper veya daha az akım sağlarlar ama normalde kullanılmazlar.
4. Zaman gecikmesiyle.
5. CU-BS EN 61439-3'e uygun dağıtım panosu.
6. Çift kutuplu yalıtım sağlamalıdır.

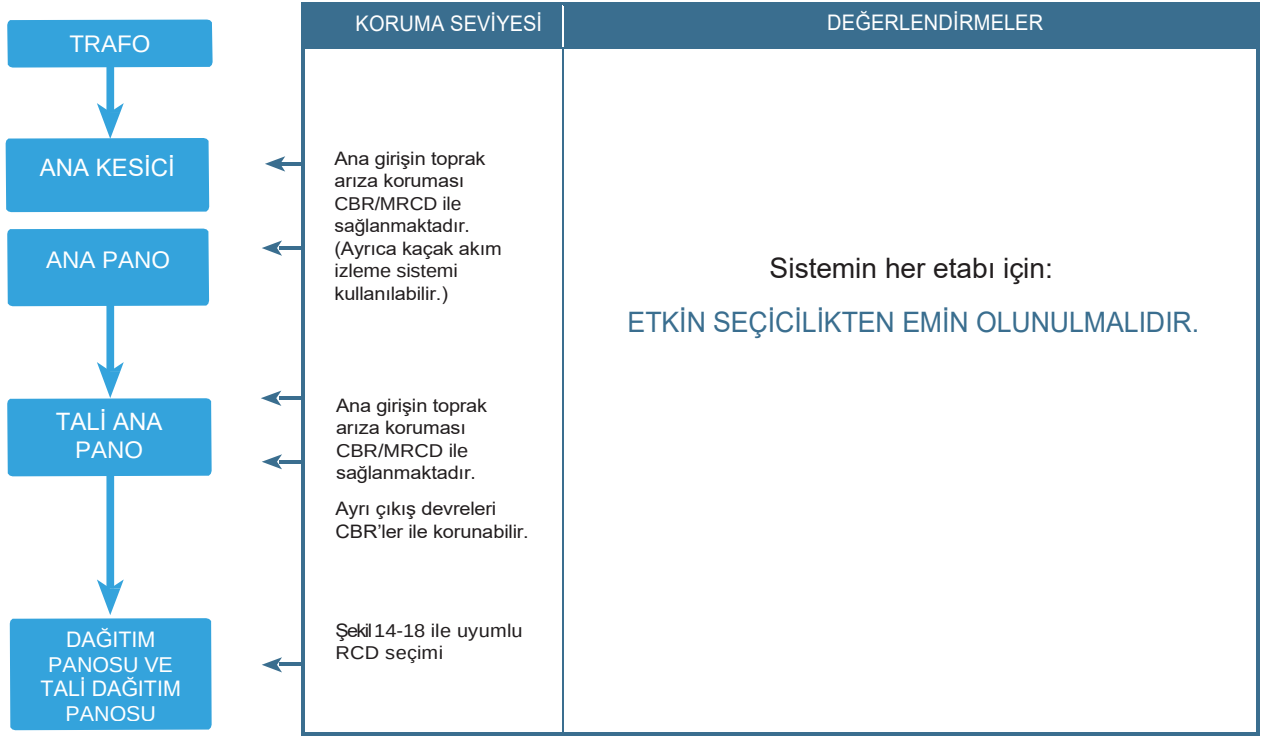
Tablo 3 - FARKLI UYGULAMA ALANLARI İÇİN RCD'LER



6.2 RCD SEÇİM KILAVUZU

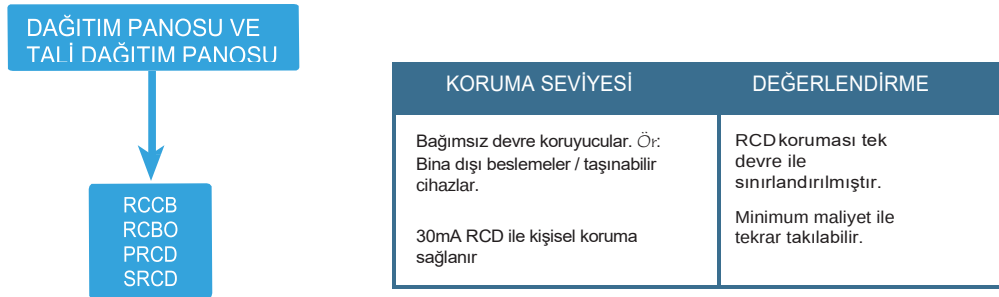
Aşağıdaki seçim kılavuzu; mühendis veya elektrik tesisatçısının ortak tesisat düzenlemeleri için en uygun çözümleri belirlemeye yardımcı olması için tasarlanmıştır.

6.2.1 Ticari/Endüstriyel sistemlerde RCD koruma seçenekleri (Şekil 14)

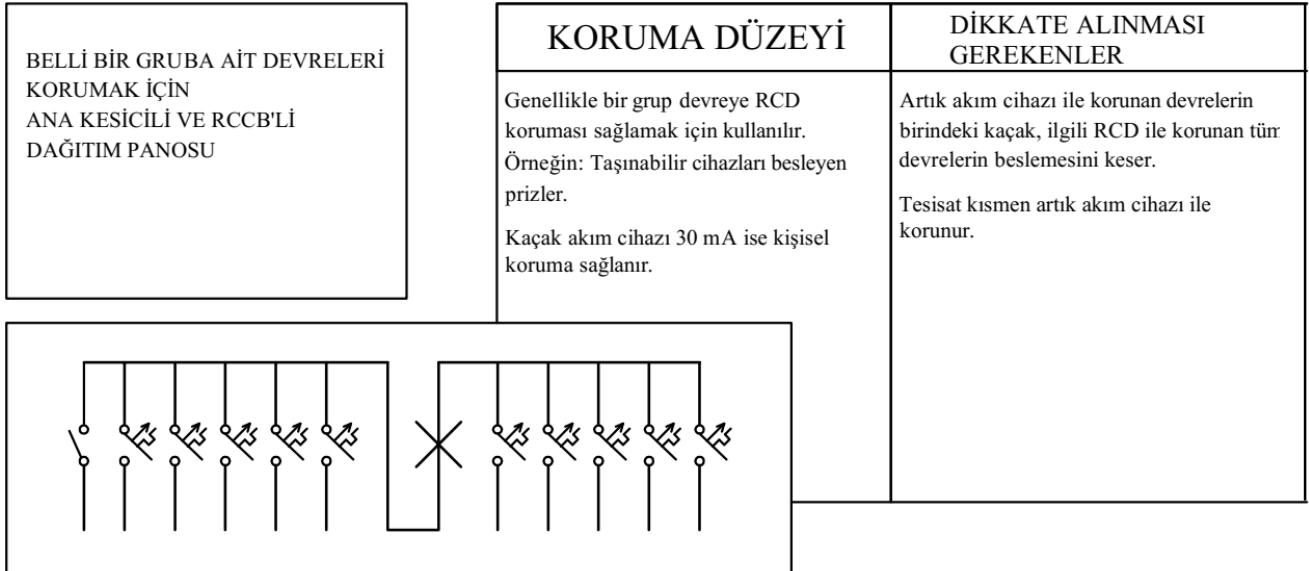


Şekil 12 - TİCARİ/ENDÜSTRİYEL SİSTEMLERDE RCD KORUMA SEÇENEKLERİ

6.2.2 Tali dağıtım ve son alt devrelerde RCD koruma seçenekleri (Şekil 15– 19)



Şekil 13 - DAĞITIM PANOSUNDAN BAĞIMSIZ, ÇIKIŞ DEVRELERİ RCD KORUMASI.

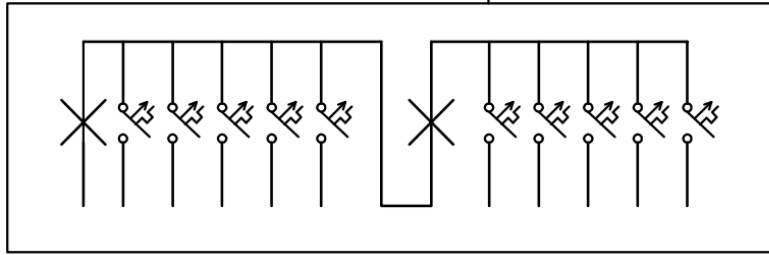


Şekil 14 – BÖLÜNMÜŞ DAĞITIM PANOSU KORUMASI (A)



BELLİ BİR GRUP DEVRELERİ
KORUMAK İÇİN
ANA RCD'Lİ VE İKİNCİL RCCB'Lİ
DAĞITIM PANOSU

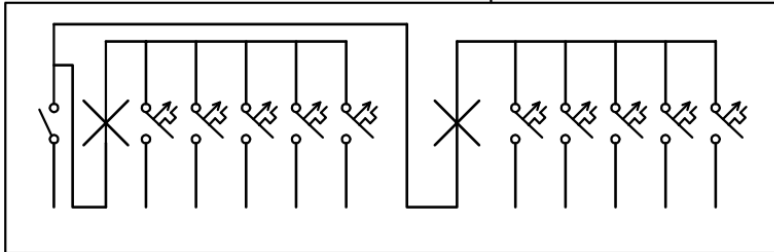
DB - RCCB/CBR
CU-RCCB



KORUMA DÜZEYİ	DİKKATE ALINMASI GEREKENLER
Ana kesici konumundaki RCD tesisatın tümünün korumasını sağlamaktadır. (Genellikle 100 mA zaman gecikmeli) Aradaki RCD genellikle bir grup devrelere artık akım cihazı koruması sağlamak için kullanılır. Örneğin; Taşınabilir cihazları besleyen prizler. Kaçak akım cihazı 30 mA ise kişisel koruma sağlanır.	Tesisat tamamen artık akım cihazı korumalıdır. Ana kesici konumundaki RCD tüm tesisat yangın riskinden koruyacak bir değerde seçilebilir. Ortadaki RCD değeri, yüksek riskli devrelerde kişisel korumanın sağlanması için seçilebilir. Artık akım cihazı ile korunan devrelerin birindeki kaçak ilgili artık akım cihazı ile korunan tüm devrelerin beslemesini kesecektir. Ana RCD ile ortadaki RCD arasında doğru bir seçim yapılırsa RCD'ler arasında seçicilik sağlanabilir.

Şekil 15 – BÖLÜNMÜŞ DAĞITIM PANOSU KORUMASI (B)

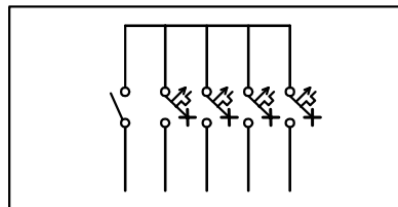
BELLİ BİRKAÇ GRUBA AİT
DEVRELERİ KORUMAK İÇİN
ANA RCD'Lİ VE İKİNCİL RCCB'Lİ
DAĞITIM PANOSU



KORUMA DÜZEYİ	DİKKATE ALINMASI GEREKENLER
Tüm devreleri ayıran Ana besleme kesicisi. 30mA RCD'lerle devre gruplarına koruma sağlar. Tüm devrelerde kişisel ve yangın koruması sağlanır.	Tesisat tamamen artık akım cihazı ile korunmaktadır. Tesisatın tamamı için yangın ve kişisel koruma sağlanmıştır. Prizler ve duvar veya bölmelerin içindeki sıva altı kabloların korunmasında 18'inci tesisat yönetmeliğinin gereksinimlerini karşılar. Bir devredeki kaçak, ilgili tesisat başındaki RCD'nin; o RCD'ye bağlı olan tüm devrelerin beslemesinin kesilmesini sağlayacaktır. Tesisatın sadece bir bölümü etkilenir.

Şekil 16 – İKİLİ BÖLÜNMÜŞ DAĞITIM PANOSU KORUMASI (C)

HER DEVREYE AİT RCBO VEYA
CBR KORUMALI ANA KESİCİLİ
DAĞITIM PANOSU



KORUMA DÜZEYİ	DİKKATE ALINMASI GEREKENLER
RCBO veya CBR korumalı her bir çıkış devresi diğer devreleri etkilemeden çalışır. Eğer RCBO 30mA eşit veya küçükse kişisel koruma sağlar.	Tesisat tamamen RCBO korumalıdır. Tesisatın tamamı için yangın ve kişisel koruma sağlanmıştır. Prizler ve duvar veya bölmelerin içindeki sıva altı kabloların korunmasında 18'inci tesisat yönetmeliğinin gereksinimlerini karşılar.

Şekil 17 – EN KAPSAMLI SEÇENEK – TÜM YOLLARA ÖZEL AYRI KORUMA

7 İŞLETME VE BAKIM

7.1 SON KULLANICI TARAFINDAN TEST EDİLMESİ

Son kullanıcı tarafından tüm RCD'lerin 6 ayda bir olmak şartı ile düzgün çalışmaları kontrol edilmelidir. Bunun için RCD üzerinde işaretlenmiş olan 'T' yada 'Test' butonuna basmak gereklidir.

Test butonuna basıldığı zaman RCD sistemde bir hata olduğunu varsayıp devreyi açar. Sistemin tekrar çalışması için ya RCD üzerindeki 'OFF' a geçmiş butonu 'ON' durumuna getireceksiniz yada RCD üzerindeki 'reset' butonuna basıp sistemin çalışmasını bekleyeceksiniz.

Son kullanıcı test butonuna bastıktan sonra RCD eğer devreyi açmaz ise, yetkili elektrik teknisyenine ulaştırılması gerekmektedir.

7.2 YÜKLENİCİ (MÜTEAHHİT) TARAFINDAN YAPILAN TEST

7.2.1 Zaman/Akım Performans Testi

RCD'nin arıza ve ek korumayı sağladığını test etmek amaçlı, test butonundan bağımsız, BS7671 Elektrik Tesisat Yönetmeliği bölüm 41'de detaylandırılan açma sürelerini sağladığı teyit edilmelidir.

Tablo 4'te ayrıntılı olarak verilen test parametreleri, ilgili ürün standartlarının gereklerine uygundur. (BS EN 61008 seri 1 ve BS EN 61009 seri 1)

RCD'ye yapılacak tüm testlerde kalibre edilmiş test cihazı kullanılacak ve tüm yüklerden bağlantısı kesilecektir.

7.2.2 İşlevsel test

Kurulumu tamamlandıktan sonra yukarıda 7.1'de açıklandığı gibi RCD test düğmesine basılarak RCD'nin işletme kontrolü yapılmalıdır.

Eğer RCD çalışmazsa, arıza giderme çizelgesine göre araştırın (Şekil 18).

7.2.3 İzolasyon testi

Bir tesisatta izolasyon direnci testleri yapıldığında, uygulanan voltaj 500 V DC'yi geçmemelidir. (RCD'ler bu gerilime dayanacak şekilde üretilmektedir.)

Devredeki bir RCD, izolasyon direnci test sonuçlarını etkileyebilir. Bu test sürecinde bazı RCD'lerin bağlantısını ayırmak gerekebilir.

7.2.4 Toprak devre empedansı testi

Bazı toprak devre empedansı test cihazları devreye faz ve toprak iletkenleri üzerinden 25A'e kadar alternatif akım enjekte etmek üzere tasarlanmıştır. Bu akım devredeki RCD'leri açtıracaktır. Bu sebepten dolayı bazı ürünler test akımı olarak 15mA'e göre tasarlanmıştır. Bir diğeri ise DC test akımı kullanarak test süresince AC tip RCD'nin etkilenmemesini sağlamakla beraber birçok tip RCBO'nun tetiklenmesine engel olamayacaktır. A,F ve B tipi RCD'ler DC akımını hissettikleri anda açacaklardır. (BS EN 61008. BS EN 61009 ve BS EN 62423 ürün standartlarına göre tasarlanmıştır).

Toprak halka empedansı hem AC hem DC arıza akımlarına duyarlı RCD (A tipi, F tipi ve B tipi cihazlar) içeren tesisler için ya hesaplama yoluyla ya da cihaz açma eşiğinin altında bir test akımına sahip bir test cihazı kullanılarak ölçülebilmektedir. Alternatif olarak, RCD'yi tetiklemeyen test yöntemleri de kullanılabilir. Bu tür bir yöntem; RCD'nin besleme tarafındaki toprak arıza döngü empedansını ölçüldükten sonra bunu RCD'nin yük tarafındaki birleşik direncin ($R1 + R2$) değerine ekleyerek hesaplanabilir. Bu yöntem ile aynı zamanda koruyucu iletkenin sürekliliği de kontrol edilmektedir.

Tip	Anma Akımı I_n A	Anma Artık Akımı $I_{\Delta n}$ A	Artık akım (I_{Δ}) değerlerinde kesme süresi (s) ve harekete geçmeme süresi (s)			
			$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}^a$	
Genel	Herhangi bir değer	Herhangi bir değer	0,3	0,15	0,04	En büyük kesme süresi
S	≥ 25	$> 0,030$	0,5	0,2	0,15	En büyük kesme süresi
			0,13	0,06	0,05	En küçük harekete geçmeme süresi

Tablo 4 - STANDART KESME VE HAREKETE GEÇMEME SÜRELERİ

^a Genel Tip RCCB'ler ve RCBO'larda eğer $I_{\Delta n} \leq 0,030$ A, ve fiş ve prizlere entegre veya sadece bu amaç için kullanılan genel tip RCBO'larda, $5I_{\Delta n}$ yerine alternatif olarak 0.25 A kullanılabilir.

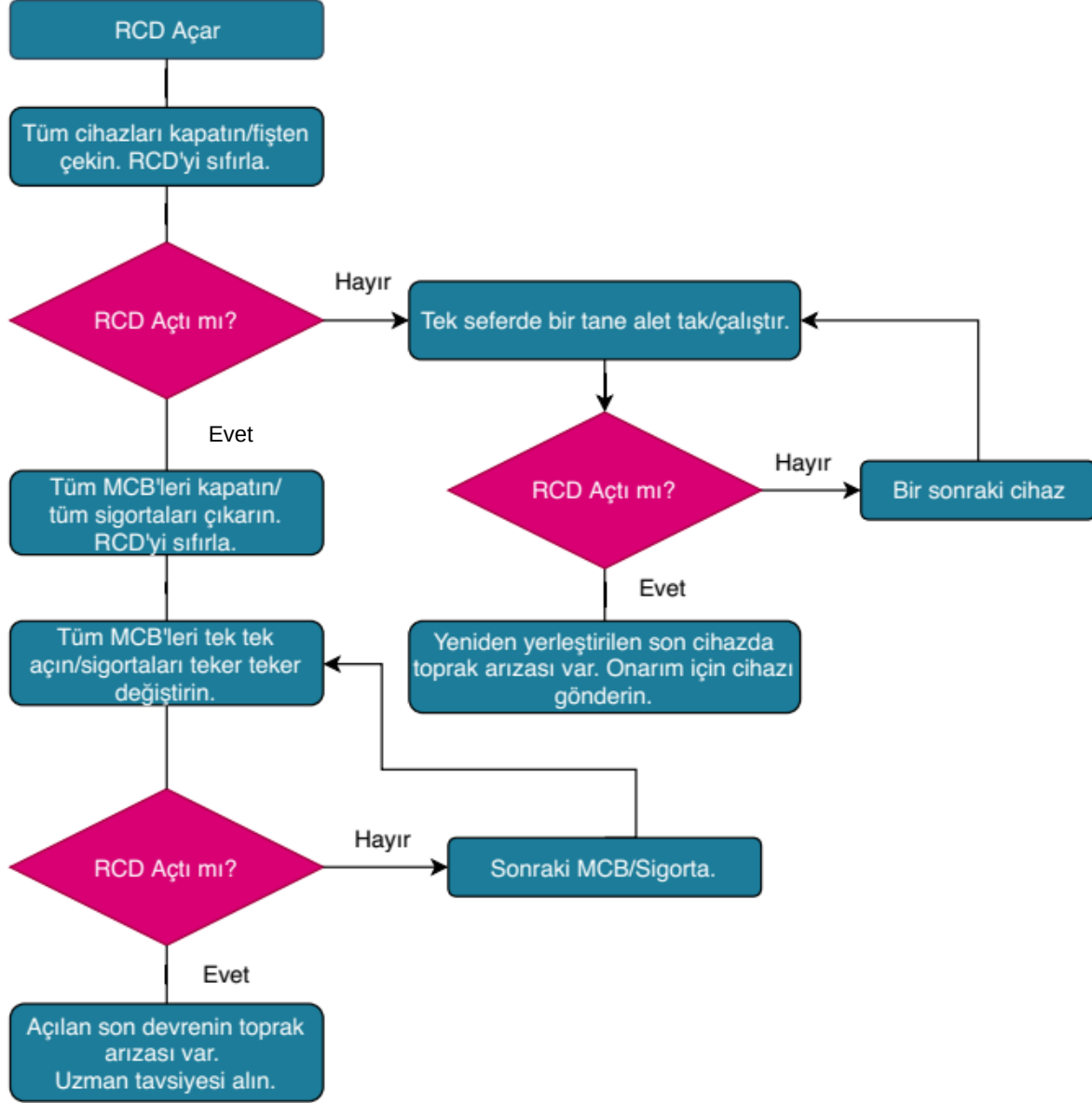


7.3 ARIZA GİDERME

7.3.1 Son kullanıcı için arıza giderme

RCD üzerinde meydana gelen bir açma, büyük olasılıkla bir priz tarafından beslenmekte olan bir ekipman parçasındaki arızadan kaynaklanıyor olabilir.

Aşağıdaki akış diyagramı, hatanın kaynağını belirlemek için yapılması gerekenler hakkında basit bir rehber olarak verilmiştir. Şüpheli durumda yetkili elektrik teknisyenine danışılması gereklidir.



Şekil 18 – SON KULLANICI İÇİN ARIZA GİDERME

7.3.2 Elektrik müteahhiti / eğitimli kişi için sorun giderme

İstenmeyen açmanın olası nedenleri:
Besleme tarafı (RCD'nin öncesi)

- Şebekeden taşınan bozulma
- Şantiye makineleri/tesisi
- Yıldırım

Tesisat dışındaki ekipman veya arızalar. Ör: kablo bağlantıları bir ya da daha fazla tesiste münferit istenmeyen açılmaları neden olmakta ve bitişik bir kurulumda bir hata oluşmasına neden olmaktadır.

Yük tarafı (RCD'nin korumalı 'çıkış' tarafı)

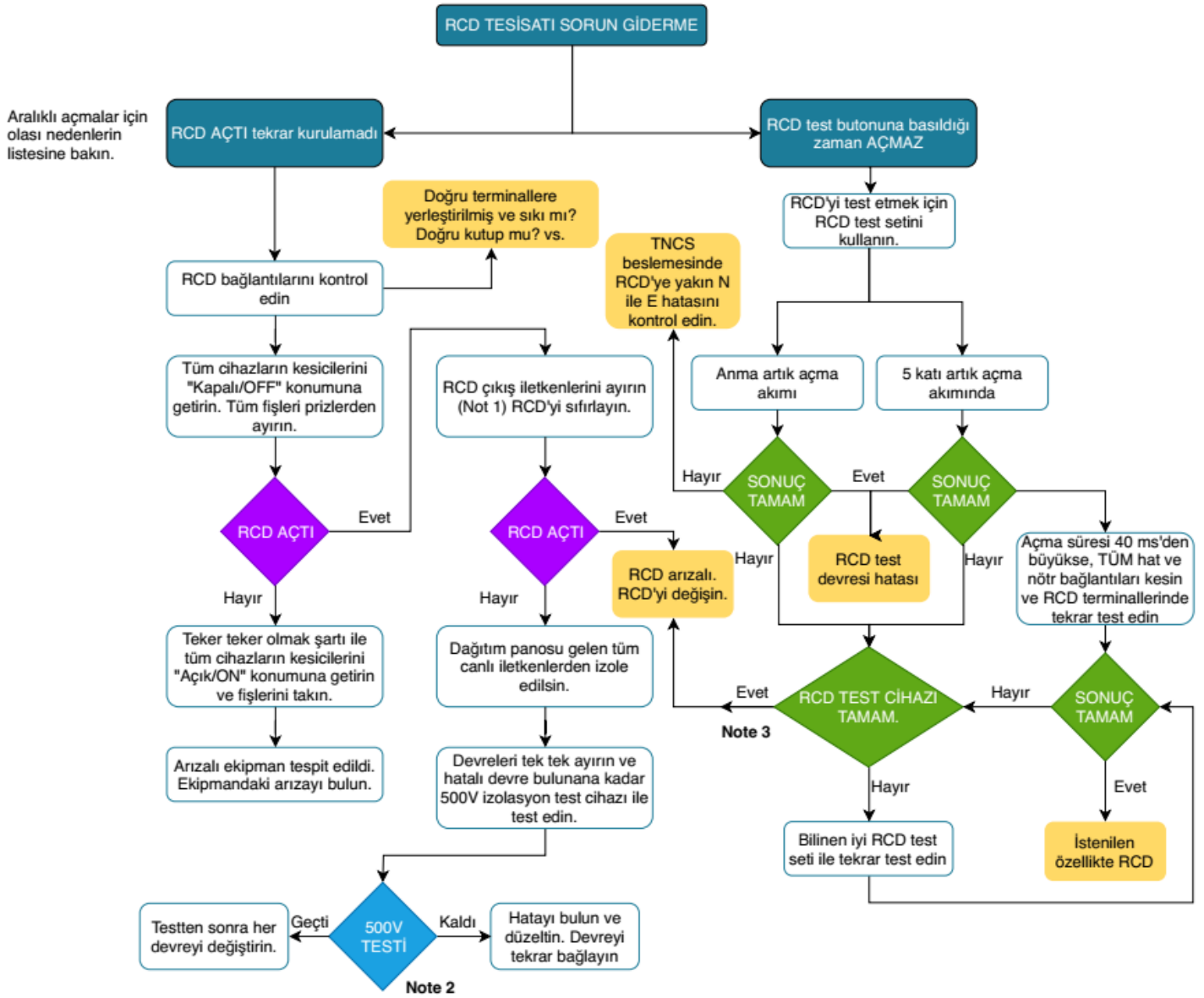
- Yanlış seçilmiş RCD
- Tesisattaki nem
- RCD'ler arasında seçiciliğin olmaması
- Bölünmüş panolarda yanlış nötr bağlantısı
- N – E arızası
- Aşağıdakilerin neden olduğu kayda değer bir toprak arıza akımı:

- Parafudurlar (SPDs)
- Filtre devreleri içeren, çok fazla akım çeken cihazlar.
- Aşırı uzunluktaki mineral yalıtımlı kablolar.
- Isıtma elemanları (ör. ocaklar)
- Hırdavat malzemeleri nedeni ile oluşan arızalar (Ör. çivi/vidalar)
- Nem girişi (cihazlar, prizler vs.)

Hata bulma konusunda yardım için aşağıda adım adım sorun giderme şeması verilmiştir.



7.4 RCD KORUMALI TESİSATLARDA DETAYLI HATA BULMA



Şekil 19 - ELEKTRİK MÜTEAHHİTİ/YETKİLİ TEKNİSYEN TARAFINDAN YÜRÜTÜLEN DETAYLI HATA BULMA



8 RCD YAPISI

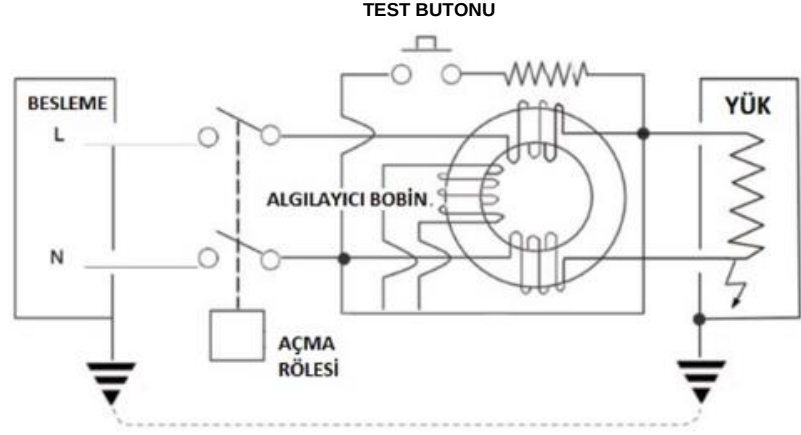
8.1 GERİLİMDEN BAĞIMSIZ RCD

Gerilimden bağımsız tipi artık akım cihazları mekanizmayı doğrudan açmak için toprak arıza akımının enerjisini kullanır. Bu tip artık akım cihazlarında algılayıcı bobinin tetiklediği özel manyetik röle tertibatı tetiklenmekte ve RCD mekanizması gerilimden bağımsız devreye girmektedir.

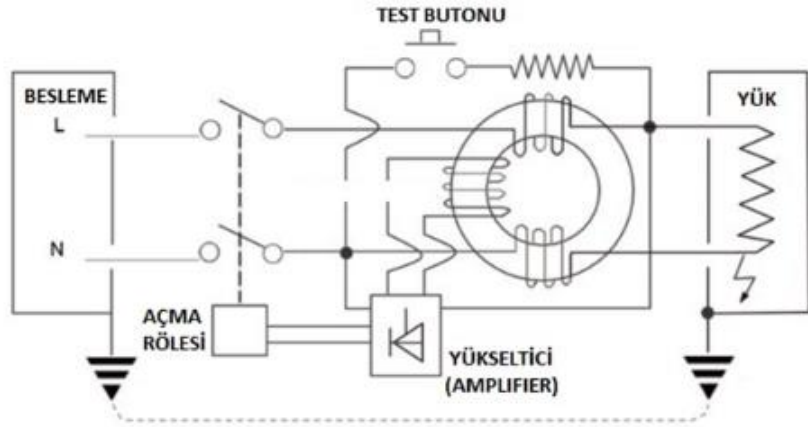
Gerilimden bağımsız artık akım cihazlarında normalde polarize (alan zayıflaması) röle yapısı kullanılır. Bu tip Artık Akım Cihazı, anlık dengeli manyetik akı ile (artık akım cihazını ON konumunda tutan) tetikleme akısı (Hata akımı tarafından üretilen) prensibini kullanarak çalışır. Her yarım periyotta manyetik akı tekrardan düzenleneceğinden, bu çalışma olayı AC kaynağının yarım periyodunda meydana gelebilir. Çalışma süreleri, nominal açma akımında 20ms. ile 120ms. arasında değişiklik gösterebilir.

8.2 GERİLİME BAĞIMLI RCD

Gerilime bağımlı tip artık akım cihazları mekanizmayı doğrudan açma için bir solenoidi veya röleyi çalıştırması için gelişmiş bir sinyal sağlayan elektronik yükselticiyi (amplifier) kullanarak çalışır. Bu tipteki artık akım cihazları 'Gerilime Bağımlı' olarak tanımlanırlar. Bunu sebebi ana beslemeden veya bir yardımcı kaynaktan yükselticiye (amplifier) güç sağlama zorunluluğunun bulunmasıdır. Bununla birlikte, temel çalışma prensipleri gerilimden bağımsız artık akım cihazları ile aynıdır.



Şekil 21 - GERİLİMDEN BAĞIMSIZ RCD TASARIMI



Şekil 22 - GERİLİME BAĞIMLI RCD TASARIMI

9 YETKİLİ/UZMAN KİŞİLER TARAFINDAN RCD KORUMALI TESİSATLARDA DETAYLI HATA BULMA

Bir RCD, sadece bir topraklama arızasında değil, aynı zamanda tasarıma bağlı olarak nötr-toprak arızasında da otomatik olarak açabilir. Toprak arızalarının büyük çoğunluğu cihazlarda, özellikle taşınabilir cihazlarda ve esnek kablolarda meydana gelir. Bu, birçok kurulumda, tüm cihazların fişini çekerek ve ardından tekrar takarak arızaların kolayca tespit edilebileceği anlamına gelir. Arızalı cihaz tekrar bağlandığında RCD açacaktır.

Sabit tesisatlarda arızalar genellikle bir çivinin veya vidanın nötr ve toprak iletkenine vidalanması. Nötr ve toprak iletkeninin ters bağlanması veya nötr iletkeninin topraklanmış bağlantı kutusuna teması ile meydana gelebilir. Bir son alt devrede sigortayı çıkarmak veya bir devre kesiciyi açmak normal şartlarda nötrü kesmeyeceğinden RCD'nin açmasını engellemeyebilir. Devre kablolarını değiştirirken böyle bir durum ortaya çıkabilir. Bir kablounun kesilmesi sonucunda RCD açabilir fakat kablounun kesim sürecinde hemen açacak veya arıza araması sırasında tespit edilecek diye bir durum söz konusu değildir.

Kablolama veya ekipmandaki toprak arızalarını test etmenin en etkili yolu, faz ve nötr iletkenleri ile toprak arasındaki yalıtım direncinin 500V d.c. yalıtım direnci test cihazı ile ölçülmesidir.

Yalıtım direnci testine başlamadan önce, dağıtım panosunun veya tüketicinin ünitesinin besleme geriliminden tamamen izole edildiğinden ve tüm aşırı akım koruma cihazlarından (OCPD) izole edildiğinden emin olunması önemlidir.

Güvenli izolasyon prosedürleri benimsenmeli ve gerektiğinde izolasyon araçları emniyete alınmalıdır.

Testler yapılırken bireysel devrelerin herhangi bir parçasını test ekipmanından izole eden zaman anahtarlarının, kontaktörlerin vb. olmadığından emin olmak önemlidir. Ekipmanın testlerden zarar görmemesi için de özen gösterilmelidir.

Mümkün olan yerlerde akım çeken cihazların (sabit cihazlar) ayrılması veya izole edilmesi önemlidir. Çok sık olarak aydınlatma ekipmanının yalıtılması pratik değildir, bu durumda ekipmanın test

voltajından zarar görmesini önlemek için, aydınlatma devresinin faz ve nötr iletkenleri test süresince birbirine bağlanmalıdır. Diğer devreler için faz toprak arızalarının tespiti nispeten kolaydır çünkü faz iletkenlerini sigortayı sökerek veya devre kesicileri açarak faz iletkeni izole edilebilir. Hatalı devrenin tespiti için her devre ayrı ayrı test edilmelidir..

Nötr toprak arızalarının tespitinde ise, nötr iletkenleri her seferinde bir tanesi olmak kaydı ile nötr barasından ayrıarak ayrı ayrı testi yapılmalıdır. Arızalı devre, daha sonra tüm nötr iletkenlerin bağlantısını kesmeden kolayca tespit edilir. RCBO'ların monte edildiği yerlerde arıza tespit edilirken test sırasında yük kabloları RCBO'dan ayrılmalıdır.

RCD'nin açma seviyesinin altındaki herhangi bir koruyucu iletken akımının ihmal edilebileceği varsayılabilir.

Ne yazık ki, bu böyle değildir çünkü RCD hassasiyeti, RCD açma akımı ile koruyucu iletken akımı arasındaki farka göre etkin bir şekilde artırılır. Örneğin, 30 mA nominal çalışma akımı olan bir RCD, 22 mA tipik bir açma akımında tetiklenecektir; eğer koruyucu iletken akımı 10mA mertebelerinde ise 12mA bir arıza akımı RCD'yi tetikleyecektir. Bu ise gereksiz açmalara sebep olacaktır.

Koruyucu iletken akımı ölçümünü miliamper seviyelerinde ölçüm yapabilen bir clampmeter ile yapabilirsiniz. Bu ölçüm, toplam koruyucu iletken akımı ve her son alt devre için ayrı ayrı yapılabilir. Bu test ile elde ettiğiniz sonuç ne ise RCD de aynı akımı ölçmektedir.

Nötr ile toprak arızası arasındaki yüksek empedans RCD'yi tetikleyecek yeterli arıza akımının oluşmamasına sebep olabilir. Güvenlik açısından, nötr toprak arızasının akımı çok az veya hiç olmadığına tehlike oluşturmaz. Bununla birlikte, koruması olan ve nötr toprak arızası olan herhangi bir yük devreye girdiğinde, yük akımının bir kısmı nötrden toprağa akacaktır; yük akımı yeterince büyük olduğunda, RCD açacaktır. Bu durumda arıza akımı yüke bağlı olduğundan, açma rasgele görünebilir. Sağlıklı olan başka bir alt devreye bağlı büyük bir yükün açılması, yine aynı durumdaki tesisatta RCD'yi açabilir. Bunun nedeni, yük akımının bir kısmının

nötr toprak arızası sebebi ile nötrden toprağa akmasıdır. Kısmi nötr-toprak arızası belirtileri istenmeyen açmaya çok benzemektedir. Bununla ilgili tartışmalar daha sonra ayrıntılı olarak yapılacaktır.

9.1 BESLEME KAYNAKLI ANLIK VE DARBELER

RCD'lerin genel güvenilirliği mükemmel olsa da, bazı durumlarda herhangi bir belirgin arıza koşulu bulunmadan, tesisat içerisinde RCD'nin açmasına neden olabilecek koşullar oluşabilir. Bu tür istenmeyen açmalara genellikle yanlış bir şekilde 'sahte' veya 'sıkıntı' denir ve bu zorlu hatayı izlemeye çalışan bir müteahhit için önemli bir hayal kırıklığı kaynağı olabilir. Bununla birlikte, istenmeyen açma nedenlerinin anlaşılması ve bunun RCD kaynaklı değil, tesisat koşullarına atfedilebileceği anlaşıldığı zaman, metodik bir eylem seyri, asgari maliyetle sorunun üstesinden gelecektir.

İstenmeyen açmanın iki ana nedeni tespit edilebilir:

- Tesisatta, fazlar arasında veya faz ile nötr arasında geçici darbe akımları
- Besleme şebekesi geçici aşırı gerilimleri ve tesisattaki toprağa kapasitansın bir kombinasyonu

9.1.1 Darbe Akımları nedeni ile açma

Teoride, fazlar arasında veya faz ile nötr arasındaki darbe akımlarına bağlı açma gerçekleşmemelidir, ancak pratikte RCD gibi herhangi bir manyetik cihazda kaçak akı olabilecektir. Eğer yük akımı yeterince büyükse, bu kaçak akı RCD'yi tetiklemek için yeterli ikincil akımı indükleyebilmektedir. Örneğin, BS EN 61008-1 Madde 9.18'de, bir saniye süreli ve anma akımının altı katı büyüklüğündeki darbe akımlarında RCCB'nin açmaması şartı vardır. Standart BS EN 61009-1'de, RCBO'ların, 200A darbe akım dalgalanmasıyla 0,5 µs / 100 kHz halka dalgasına maruz kaldıklarında açmaması gerekliliğinden bahsetmektedir. Uygulamadaki deneyimler göstermektedir ki, darbe akımları istenmeyen açmaların ana sebebi değildir.

9.1.2 Kısa süreli aşırı gerilim ve Toprağa karşı kapasitans nedeniyle açma

Kısa süreli bir aşırı gerilim, güç gereksinimlerindeki ani bir değişiklikten kaynaklanan, sınırlı enerjili, geçici bir darbe olarak tanımlanabilir. Reaktörleri de içeren geçici aşırı gerilim kaynakları; motorlar, transformatörler, kontaktörler, güç faktörü düzeltme kapasitörleri vb. olabilir. Ayrıca şalter, kontaktör, röle ve devre kesici kontaklarındaki ark kaynakları da sebep olabilmektedir.

Yıldırım çarpmalarının istenmeyen bir RCD açması kaynağı olabileceği bilinmektedir.

K. M. Ward ('Lightning Damped', Electron, 23 Ocak 1979) şunları belirtti: "11kV'luk hat üzerine düşen yıldırım çarpması nedeni ile, darbe gerilimi çarpma noktasında 240kV civarında olabilmekte ve çarpma noktasından 3µs süre içinde iki mil mesafeye kadar ulaşabilmekte bu noktada ise darbe gerilimi yaklaşık 140kV mertebelerinde olacaktır.

Bu geçici aşırı gerilimlerin bir kısmının trafolar ile dönüştürülmesi ve 240 V şebekesinde görünmesi beklenebilir.

Bu nedenle, istenmeyen açma, bir yıldırım düşmesinin etki noktasından uzakta (birkaç kilometre) meydana gelebilir. Tekrar bağlanabilir basit bir sigortanın atması da geçici darbe olaylarına neden olabilir. Sigorta teknolojisinin öncülerinden biri olan H.W. Baxter (Electric Fuses, 1950), "Uygun endüktansta, 10 inç (bakır) sigorta teli tepe voltajının 6000V'a (devre voltajının yaklaşık 29 katı) ulaşması dikkat çekicidir" dedi.

BS 1363 fişli sigortaların kullanıldığı endüktif devrelerin 6000V'luk aşırı gerilime ulaşabileceği bildirilmiştir. 1.2kA'lık muhtemel bir hata akımına maruz kalan iki inçlik bir bakır sigorta kablosundan 2kV'luk bir tepe voltajı elde etmek veya 400A değerinde olası hata akımına maruz kalan iki inçlik bakır telden 1.1kV'luk bir tepe voltajı elde etmek sebepsiz olamaz (Baxter'in araştırmasına dayanarak).

Her ne kadar önemli geçici olaylar bir tesisatta ortaya çıkabilirse de, bunlar sadece arıza koşullarında meydana gelebilir. Bununla birlikte, bir başka tesisata taşınarak, RCD'nin istenmeden açmasına neden olabilir.

Deşarj aydınlatmalar, geçici aşırı gerilimlerin ana kaynağı olabilir. Deşarj aydınlatmalar, diğer cihazlardan farklıdır, çünkü boşalmayı başlatmak için kasıtlı olarak yüksek gerilim darbeleri üretilir. Endüktif doğası gereği ve dolayısıyla deşarj lambalarının kontrol devrelerinin güç faktörünü saptırması nedeniyle, güç faktörü düzeltmesi için sıklıkla bir kapasitör kullanılır. Bu, doğrudan her lambanın besleme terminallerine bağlanır. Deşarj lambaları ve kontrol tertibatları karakteristikleri önemli miktarda üçüncü harmonik akım üretirler (faz akımının yaklaşık% 20'si). Sonuç olarak, bahsi geçen devrelerde, yüksek harmonik akımın yüzdesi, yüksek güç faktörü devresinde düşük güç faktörü devresinden daha yüksek olmaktadır.

Bir deşarj lambası yandığında, güç faktörü düzeltme kondansatörünün şarj edilmesi nedeniyle birkaç mikrosaniyede birçok kez darbe akımı (yani birkaç yüz amper) dalgalanması meydana gelebilir. Alternatif olarak, eğer hiçbir güç faktörü düzeltme kondansatörü dahil edilmezse, besleme anahtarının açılması birkaç kV'lık voltaj dalgalanmalarına neden olmaktadır. Her iki durum da, istenmeyen RCD açmasına neden olabilir.

Bazı deşarj aydınlatması türleri (örneğin, yüksek basınçlı sodyum lambalar ve metal halide lambalar), lamba çalışana kadar bir dizi yüksek gerilim darbesi üreten harici ateşleyiciler kullanır. Bu darbeler kısa sürelidir, ancak yüksek basınçlı sodyum lambalar için 3 kV ile 4,5 kV arasındadır. Metal halide lambalar, 7 saniyeye kadar 10 ms aralıklarla 9 kV darbe uygulayarak ateşlenir. Kullanılan çok fazla sayıda deşarj lambası (özellikle sokak aydınlatması için), bunun geçici bir aşırı gerilim kaynağı olması ihtimalini artırır.

Yukarıda yapılan açıklamalara göre, istenmeyen açmanın, şebeke beslemesindeki geçici aşırı gerilimlerden ve tesis dışından kaynaklanabileceği görülecektir.

Bu geçici aşırı gerilimlerin bir RCD'yi nasıl tetiklediği sorusu henüz tartışılmamıştır. Geçici olaylar üç olası biçimde görünebilir:

- Faz ile nötr arasında ve toprağa göre zıt kutup arasında
- Faz ile nötr arasında, ancak toprakla aynı polaritede

- Yada toprağa bağlı olarak sadece fazda veya sadece nötrde

Yapılan testlerde, faz ve nötr bağlantıları boyunca geçici aşırı gerilim baskılanması için yapılan kurulumlarda, istenmeyen açma miktarında bir azalma yaratılamadığı gözlemlenmiştir.

Geçici bir aşırı gerilimin, bir RCD'yi tetiklemesi için, aşağıdakilerden biri ile bir akım dengesizliğine neden olması gerekir:

- İzolasyonun bozulmasından dolayı elektriğin toprağa ark yaparak akması
- Toprağın kapasitansı nedeniyle yeterli yüksek frekanslı toprak kaçağı sağlanması

İlki gerçekleşiyorsa, ana darbeyi takip eden düşük enerjili darbeler olabilir. Şu ana kadar incelenen hiçbir tesis bu tip bir hasar göstermedi.

50 mA akım akımına neden olmak için gereken toprak kapasitansı hesaplanabilir. 50 µs yükselme süresi ve 1 kV'lık bir tepe voltajı ile izole edilmiş bir darbeyi varsayalım:

$$X_c = \frac{1000}{0.05} = 20000\Omega$$

$$Frekans = \frac{1}{4 \times 50 \times 10^{-6}} \approx 5000Hz$$

$$C = \frac{1}{2\pi \times 5000 \times 20000} = 1.6nF$$

Uygulamada, izole edilmiş bir geçici dalga oluşmaz. Her biri tepe değeri 1kV üzeri olabilen yüzlerce dalga, hızlı yükselme sürelerinin kümülatif etkisi, hızlı tekraralama frekanslarıyla birleştiğinde, toprağa yeterli kapasitans mevcutsa, bir RCD'yi tetiklemek için yeterli toprak arıza akımı üretebilirler.

9.2 TOPRAĞA OLAN KAPASİTE

1.0, 1.5 ve 2.5 mm² yassı termoplastik yalıtımlı ikili ve topraklı kabloların kapasitesi metre başına yaklaşık 150 pF'dir. Bir ev içi kurulumun 100 m 2.5 mm²'lik kablo ve 250 m 1.0 veya 1.5 mm²'lik kabloya sahip olması olağandışı olmaz bu da 52,5 nF topraklama kapasitesine neden olur. Bu, tüm kurulum için (230 V, 50 Hz'de) 11 µA/m'lik bir kalıcı koruyucu iletkene akımı veya yaklaşık 4 mA'lık bir kablo kaçak akımı sağlayacaktır.

2.5 mm² mineral yalıtımlı (MI) kabloların toprağa kapasitansı yaklaşık 400 pF/m'dir. Bu, 30 µA/m'lik bir sabit toprak kaçığı sağlayacaktır. Ticari veya endüstriyel bir tesisat, 500 m kablo içerebilir ve bu da 200 nF'ye kadar topraklama kapasitesine neden olabilir. Bu, geçici aşırı gerilimler için çok düşük bir empedans yolu sağlarken, yaklaşık 15 mA'lık bir sabit koruyucu iletkene akımı sağlayacaktır.

Mineral yalıtımlı (MI) kabloların plastik yalıtımlı tipler üzerindeki avantajları hiçbir şekilde tartışılmaz, ancak MI kablolarının daha yüksek kapasitansı yükleniciye ek toprak arızası problemleri gösterebilir. MI kablo ve RCD korumanın birlikte kullanıldığı ilk tasarım aşamasında bunlar dikkate alınmalıdır.

Toprak kapasitesinin bir diğer büyük kaynağı da radyo frekansı paraziti (RFI) bastırma bileşenleridir. Kondansatörleri faz ve nötr, faz ve toprak ile nötr ve toprak arasında bağlamak yaygın bir uygulamadır. Bu kapasitörler genellikle BS EN 60939 serisi standartlarına göre tek bir 'delta bağlı' ünite olarak üretilmektedir. BS EN 60939 serisinin maksimum kapasitans değerleri ile ilgili kuralcı gereksinimleri yoktur, ancak güvenlik ve test gerekliliklerini ayrıntılı olarak kapsar. Bu filtrelerdeki kondansatörler Sınıf 2 olmalıdır (ör.; kondansatörün arızalanmasının elektrik çarpması riskine neden olabileceği 230 V şebeke sistemlerinde kullanıma uygun bir kondansatör) (bkz. BS EN 60939-2).

Özellikle ev tipi olmayan cihazlarda izin verilen RFI bastırma birimleri, önemli derecede koruyucu iletkene akımlara neden olabilir ve geçici aşırı gerilimlerden kaynaklanan akımlar için bir yol sağlar.

Kalıcı olarak topraklanmış ekipmanlarda izin verilen nötr-toprak kapasitesinin büyük değerde olması normalde bir soruna neden olmaz. Eğer nötr ve toprak arasında geçici aşırı gerilimler meydana gelirse önemli olacaktır. Ayrıca, çift kutuplu anahtarlama, şebeke geriliminin anahtarlama sırasında bu kapasitans boyunca aniden görünmesi, RCD'nin açmasına neden olabilecektir. (Bkz. Bölüm 9.3).

Bütün bunlar, bir üreticinin ürettiği cihazlara bağladığı toprak kapasitansını sınırlayan net kuralların olmadığı anlamına gelir. BS EN 60335-1, ev aletleri için 50 Hz, 230 V koruyucu iletkene akımına, sabit ısıtıcı (örneğin ocaklar) Sınıf 1 cihazlar için 5 mA, motorlu Sınıf 1 cihazlar için 3.5 mA, diğer Sınıf 1 cihazlar için 0.75 mA ve

Toprak kaçığı veya RFI ile ilgili olan, fakat İzin verilen maksimum toprak kaçığı akımı veya toprak kapasitansı için referans göstermeyen diğer İngiliz standartları şunlardır:

BS EN 62368-1:2014:

Audio/video, bilgi ve iletişim teknolojileri donanımı. Güvenlik gereksinimleri

BS EN 55011: Sanayi, bilimsel ve tıbbi donanım - Radyofrekans bozulma karakteristikleri – Sınır değerleri ve ölçme yöntemleri

BS EN 55013: Ses ve televizyon yayını alıcıları ve bunlarla ilişkili cihazlar - Radyo bozulma karakteristikleri - Ölçme metodları ve sınır değerleri

Sınıf 2 cihazlar için 0.25 mA maksimum sınırlar koyar. BS EN 60598, armatürlerde izin verilen maksimum koruyucu iletkene akımlarına sınırlar koyar. BS EN 60335-2-90, mikrodalga fırınların güvenlik yönlerini kapsar ve 1 mA maksimum koruyucu iletkene akımı belirtir.

Elektrik Güvenliği, Kalite ve Süreklilik (Değişiklik)

2009 Yönetmeliği (ESQCR) 6 Nisan 2009'da yürürlüğe girmiştir. 31 Ocak 2003 tarihinden itibaren geçerli olmak üzere, *Elektrik Güvenliği, Kalite ve Süreklilik Yönetmeliği (2002)*, *Elektrik Tedarik Yönetmeliğinin (1988)* yerini almıştır. ESQCR'da, bir tesisatta izin verilen maksimum koruyucu iletkene akım değeri belirleyen herhangi bir gereklilik yoktur. 1988 yılına kadar bir tesisattaki izin verilen koruyucu iletkene akımının değeri *Elektrik Tedarik Yönetmeliği (1937)* tarafından verilmiş ve tesisat için sağlanacak maksimum akımın on binde biri ile sınırlandırılmıştır. İlgili Madde (Madde 26), *IEE Kablolama Yönetmeliğinin* 15. Basımının 13-9 Tüzüğünde belirtilmiştir. 1937 Yönetmeliği, *Elektrik Tedarik Yönetmeliği 1988* ile değiştirildi, çünkü elektrik tedariki ile ilgili koruyucu akımda herhangi bir sınırlama olmadı.

Bir tesisat, BS 7671 Elektrik Tesisatı Yönetmeliği ile uyumluysa, elektrik temini yönetmeliğinin güvenlik gerekliliklerine "uygun" kabul edilir.

BS 7671: 2018 (18. Tesisat Yönetmeliği) Madde 531.3.2, RCD'lerin seçilip kurulurken istenmeyen açma riskinin sınırlandırılmasından bahseder. Devrelerin alt bölümü dahil diğer gereksinimlere ek olarak, ayrıca, koruyucu iletkene ve/veya toprak kaçığı akımlarının birikimini RCD'nin nominal çalışma akımının %30'undan fazla olmayacak şekilde sınırlandırılması gereklidir.

9.3 KABLolar VE HAVAI HATLAR

İstenmeyen açma problemleri, havai hatların kullanıldığı tesisatlarda eşmerkezli yeraltı kablo kullanılan uygulamalara oranla daha sık meydana geldiğine dair göstergeler vardır. Bu iki iletken tipinin kapasitans ve endüktans analizleri şunu göstermektedir:

- Zırhsız bir kablonun kapasitansı, eşdeğer bir havai hattinkinden çok daha büyüktür.
- Havai hatların endüktansı ise, eşdeğer bir zırhsız kabloya oranla çok daha büyüktür.

Tablo 5, "Electrical Engineer's Reference Book" kitabından elde edilen havai hatlar ve kablolar için tipik endüktans ve kapasitans değerleri vermektedir. Diğer kaynaklardan elde edilebilecek değerlere katılırlar

- The Calculation and Design of Electrical Apparatus W. Wilson.
- The Switchgear Handbook, Vol. 2.

	Havai Hat	Kablo
Endüktans (mH/mile)	1.8 to 2.1	0.8
Kapasitans (µF/mile)	0.015	0.27 to 0.5

Tablo 5 - ENDÜKTANS VE KAPASİTANS DEĞERLERİNİN YAKLAŞIK MİKTARI

Bir diğer önemli husus ise, bir kablonun karakteristik empedansının bir havai hattinkinden çok daha düşük olmasıdır. Bir hattan geçen herhangi bir voltaj dalgalanmasının yalnızca küçük bir kısmı eşdeğer bir kablodan iletilir. Bu nedenle, havai elektrik hattı bazen son noktada kısa bir dalgalanma giderici kabloyla hatta bağlanır. Tesisat içerisinde kullanılan bir kablo, doğası gereği, geçici aşırı gerilimlerin iyi bir önleyicisidir.

Kurulum ve trafo istasyonu arasındaki mesafe, kurulum ile geçici aşırı gerilim kaynakları (örneğin, trafo istasyonları, sokak aydınlatması, kademe değiştiriciler vb.) arasındaki zayıflama miktarı, kablo uzunluğunun bir fonksiyonu olacağından, kablo mesafesi önemli olacaktır. Ayrıca bir havai hat, radyo frekansı sinyallerine ve gürültüsüne iyi bir anten gibi davranırken, bir yeraltı kablosu, hem doğası hem de konumu nedeniyle, bu tür girişime karşı daha az hassastır.

Yukarıdaki analizler, bir RCD'nin istenmeyen koşullarda açmasının, yeraltı çelik zırhlı kablolar tarafından sağlanan tesislerde, kablonun büyük endüktansı ve kapasitansı olmasından kaynaklı olarak daha az muhtemel olduğu, genellikle daha düşük kablo kapasitansına sahip havai hatlarla beslenen tesislerde daha muhtemel olduğunu göstermektedir.

TN-C-S kablolarının genellikle çelik zırhlı olmaması, istenmeyen açılmanın TN-C-S tesisatlarında TN-C-S olmayan sistemlerden daha muhtemel olduğunu göstermektedir.

9.4 NÖTR TOPRAK ARIZALARI

Her ne kadar nötr toprak arızaları normalde "istenmeyen" açma başlığının altında sayılmasa da, uygulama sırasında mantıksız ve istenmeyen açmalara çok benzeyen kesintili sonuçlara neden olabilirler. Bu, nötr-toprak arızası empedansının yeterli veya kurulumun PME (Çoklu Koruyucu Topraklama) TN-C-S sisteminin bir parçası olduğu durumlarda geçerlidir. Bu koşul, bir tesisatın nötr kablolarının parçalarını elektrikselsel olarak izole etmenin zor olması nedeniyle ağırlaşır.

Nötr-toprak arızasının bir RCD tarafından tespiti aşağıdakilerden birine bağlıdır:

- Nötr üzerinde voltaj düşüşü nedeniyle toprak üzerinde nötr potansiyelinin varlığı veya
- Korumalı devreye bağlı bir yükün varlığı. Yük akımının bir kısmının topraklama dönüşü ile geri çekilerek RCD'yi tetiklemesi. Bu yük akımı ayrıca nötr boyunca voltaj düşümüne neden olur.

TN-C-S olmayan bir sistemde, nötr potansiyelinin toprak potansiyeli üzerinde olması, o nötre bağlı tüm tüketici yükleri nedeniyle neredeyse kaçınılmazdır. Bir TN-C-S kurulumunda, toprak potansiyeli üzerinde nötr potansiyeli ancak o tüketicinin TN-C-S bağlantısı ile ilişkilendirilir. Bu nedenle, yüksüz veya çok az yüke sahip bir TN-C-S kurulumunda, bir RCD nötr-toprak arızasını tespit edemez. Bu, aynı nötre bağlı tüketicilerin bulunduğu TN-C-S sistemi dışındaki bağlantılarda, neredeyse hiç yükün olmadığı veya trafo istasyonuna yakın olan bir kurulumda da yine gözlemlenebilir. Uygulamada bu etkiler nadirdir.

Nötr-toprak arıza empedansı yeterli olduğunda, toprak kaçak akımı RCD'yi tetiklemek için yeterli olabilir. Söz konusu arıza, bu arızanın tespiti tamamen yüke bağlı hale geldiğinden ve RCD rasgele zamanlarda açılabilceğinden, "istenmeyen açma" olarak tanımlanabilir. Kendi başına bu durum ciddi değildir, çünkü eğer akım söz konusu değilse, nötr-toprak arızası bir tehlike arz etmez, ancak bir yük bağlanır bağlanmaz ve toprak kaçığı akımı tehlikeli bir seviyeye ulaşırsa, RCD açacaktır. Kullanıcı veya uygulayıcı tüm bu etkilerden dolayı sorumlu olabilir ve hatayı genellikle sahte veya rahatsız edici açma olarak tanımlar.

9.5 ÇİFT TOPRAKLAMA

'Çift topraklama', iki toprak arızasının - toprak faz arası arıza ve nötr toprak arası arızanın - aynı anda RCD tarafından korunan bir devrede meydana gelmesinden kaynaklı fenomen bir olgudur. Bu toprak arızalarının büyük empedanslar sunmadığı ve bu nedenle toprak arıza akımının belli değerlerde olduğu yerlerde, olağan dışı hiçbir şeyin meydana gelmemesine sebep olur.

Bununla birlikte, her iki arızada toprak arıza empedansı yeterli olduğunda, iki akımın RCD'den zıt yönlerde akması nedeniyle, faz toprak arıza akımının nötr toprak arıza akımının etkisini iptal edebileceği bir durum ortaya çıkabilir. Ayrıca, "çift topraklama", nötr toprak arıza akımının RCD test devresi akımı etkisini iptal edeceğinden, test devresini çalışmaz hale getirecektir.

"Çift topraklama" fenomeni pratikte nadiren görülür. TN-C-S olmayan sistemlerde nötr toprak gerilimi nedeniyle neredeyse hiçbir zaman oluşmazlar. Ancak sistem yüksüzken, TN-C-S sistemlerinde gerçekleştikleri bilinmektedir. TN-C-S sistemlerinde tesisin devreye alınması aşamalarında, herhangi bir yükün bağlı olmadığı koşullarda problemler ortaya çıkmaktadır.

9.6 SONUÇ

Karışıklık, TN-C-S tesisatlarında, rasgele açmaya neden olabilecek montaj koşullarının oluşmasından dolayı kaynaklanabilir. Çoğu zaman, uygulama koşullarını gözden geçirmek yerine RCD'ler, "çok hassas", "güvenilmez" vb. gibi durumlarla suçlanmaktadır.

Aynı devre üzerinde fazdan toprağa ve nötrden toprağa arızaları meydana gelirse, ilk önce fazdan toprağa olan arızayı tespit etmek daha kolaydır. Devre kesicilerin tetiklenmesi veya alt devrelerde sigortaların sökülmesi canlı devreleri kolayca kesebilir. Faz iletkeni ile toprak arası arızasının ortadan kaldırılmasından sonra, nötr-toprak arızasının bulunması daha kolay olacaktır.

Her durumda, özellikle de TN-C-S Sistemlerinde, yük akımının etkisi dikkate alınmalıdır. Tüm toprak arızalarının giderildiğini varsaymadan önce tüm alt devrelere fazladan bir yük uygulanmalıdır.

RCD korumalı tesislerde arıza bulmak için işlem şemaları bölüm 7.3'te gösterilmektedir (Şekil 18 ve 19). Bu bölüm, tartışılan tüm olası hataları içermektedir.

Bu şema, bir toprak arızası teşhisine mantıklı bir yaklaşım sağlar ve dikkatli bir şekilde kullanılması, herhangi bir toprak arızası probleminin çözülmesine imkan sağlamaktadır.

Toprağa olan kapasitans sıklıkla istenmeyen açma durumlarına neden olur ve kabloların ve RFI bastırma bileşenlerinin kümülatif etkisi nedeniyle önemli seviyelere kolayca ulaşabilir. Koruyucu iletken akımı sınırları; "Electricity supply regulations" (2009 Elektrik Güvenliği, Kalite ve Süreklilik (Değişiklik) Yönetmelikleri)

tarafından belirlenmemektedir ve BS 7671 tesisatlar için maksimum sınırlar koymamaktadır. Koruyucu iletken akımları ve İngiliz Standartları tarafından belirlenen toprağa olan kapasite sınırları, cihazlar, armatürler ve RFI bastırma bileşenleri arasında koruyucu iletken akımlarının bir RCD'yi tetikleyebilecek seviyede birikmesini sağlayacak kadar büyük olabilir.

EMC Direktifinin gelmesiyle birlikte, bu kontrol eksikliği, koruyucu iletkenlerin işlevsel amaçlar için kullanımında bir artışa neden olmuştur, çünkü cihaz üreticilerinin, RCD ile ek koruma sağlanması, önceliği değildir. İyi RFI baskılamasının ve toprak arıza korumasının hedefleri, henüz çözülmemiş bir çıkar çatışması yaratır.

10 EKLER

10.1 YANGINDAN KORUNMA, DTI RAPORLARINDAN ALINMIŞTIR

Artık akım cihazları ile ilgili aşağıdaki bilgiler UK Ticaret ve Sanayi Departmanı raporlarından çıkartılmıştır. Bölüm 4'teki bilgilerin temelini oluşturur ve risklerin önlenmesindeki rolünün altını çizer.

10.1.1 Elektrikli Ev Aletleri'nde Yangınların Görülme Sıklığı

Tablo 6, Elektrikli cihazlardaki arızalarla ilişkili olarak tanımlanmış olan ve itfaiye ekiplerinin çağırıldığı yıllık ortalama olayları göstermektedir. (Yangın statistikleri UK).

Ürün güvenliği standartları alevlenme riskini en aza indirmeyi ve alevlenme olsa bile yayılmasını önlemeyi amaçlamaktadır. Uygulamada,

Bu güvenlik önlemleri, elektrik tesisatında aşırı akım ve bazen de toprak kaçağı koruma cihazları ile desteklenmektedir.

Normal şartlar altındaki Sınıf II cihazları için, toprak arızası akım yolu bulunmaz ve RCD kullanılması durumunda yangına karşı ek koruma beklenmez.

Sınıf I cihazları için, RCD'lerin daha yakın koruma sağlamaları ve toprağa arıza akımları oluşması durumunda izolasyona enerji aktarımının süresini sınırlandırması ve böylece yanma riskini azaltması beklenir. Tablo 6'da gösterilen cihaz listesinde, Sınıf I cihazların hakimiyeti vardır.

10.1.2 Elektrikle Başlayan Yangın ve Yayılma

Elektrik kablolama sistemlerindeki ve elektrikli ekipmanlardaki yangınlar genellikle akım taşıyan iletkenlerle ilişkili ark veya aşırı ısınmanın bir sonucudur.

Elektrik iletkenleri ark veya aşırı ısınmaya maruz kaldığında ve yalıtıma bitişik olduğunda, kimyasal yanma işlemleri aşağıdaki gibi gerçekleşebilir:

- İzolasyonun ilk ısıtması,
 - Elde edilen sıcaklık artışı, üretilen ısının miktarına, ürün kütlesinin belirli ısısına, malzemenin ısı iletkenliğine ve bu işlemlerin gerçekleştiği yerdeki gizli füzyon ve buharlaşma sıcaklıklarına bağlı olacaktır.
- Malzemenin bozulması ve ayrışması.
- Alevle tutuşma
 - Bu, oksijenin mevcudiyetine, malzemelerin parlama noktalarına ve yanıcılık sınırlarına bağlıdır.

Cihaz Türü	Cihazlardaki hatalara atfedilen ve itfaiye ekiplerinin müdahale ettiği ortalama	Olası üretim sınıfı
Çamaşır Makineleri	1747.00	I
Elektrikli baddanierler	640.00	II
Diğer	477.00	
Elektrikli pişirme aletleri	445.00	I
TV	368.00	II
Bulaşık makineleri	320.00	I
Kurutma makineleri	305.00	I
Elektrikli su ısıtıcıları	263.00	I
Buzluklar	253.00	I
Elektrikli hava ısıtıcıları	234.00	I
Aydınlatma	183.00	II
Merkezi ısıtmalar	76.00	I
Diğer kablolamalar	52.00	
Ütüler	16.00	I
Fişler, Prizler ve Anahtarlar	16.00	

Tablo 6 – BİRLEŞİK KIRALLIK İTFAYE EKİPLERİNİN MÜDAHALE ETTİĞİ VE ELEKTRİKLİ ALETLER, AYDINLATMA VE KABLOLANMANIN SEBEP OLDUĞU YILLIK YANGIN SAYILARI

Ürün güvenliği standartları genellikle, yalıtkanın elektrikle çalışan parçalara temas ettiği veya destek verdiği yerlerde düşük tutuşabilir malze kullanımını gerektirir. Bununla birlikte, tutuşmaya dirençli plastikler bile, eğer yüksek bir sıcaklığa, uzun bir süre boyunca maruz kalırsa, yanabilir. Düşük tutuşabilir olarak sınıflandırılan malzemeler alevlenmeyi kısa bir süre küçük bir alanda tutabilmeli. Alev yayılmasını önlemek için, tasarımların bu malzemeler ile mevcut olabilecek diğer yüksek yanıcılığa sahip malzemeler arasında yeterli ayrılmayı sağlaması önemlidir. Alev yayılımı bazen, plastik parçaların bir ısı kaynağıyla temas etmelerini sağlayan bozulma veya erimenin bir sonucu olarak ortaya çıkar.

IET Elektrik Tesisat Yönetmeliği BS 7671: 2018 (18. Baskı), AC devrelerinde ark arızalarından kaynaklanan ek koruma sağlamak için BS EN 62606'ya uygun AFDD'lerin kullanılmasını tavsiye eder. AFDD'ler için BEAMA Rehberine bakınız.

10.1.3 Yalıtımda Yüzey İzlemenin Neden Olduğu Yangına Karşı RCD Koruması

Yüzey izleme, yalıtım arızasının yaygın bir nedenidir. Yüzeydeki iletken yolların büyümesinden doğar. Bunlar atmosferden biriken nem varlığındandır. Yol yeterince akım taşıdığı anda, sürekli iletken bir duruma neden olacak şekilde termal olarak dengesiz hale gelecektir. Eylem ilerler ve sonuçta iletken ile yalıtım arasında bir köprü oluşturur.

Yalıtkanın içsel bozulma gücünün çok altındaki voltaj seviyelerinde yüzey izleme gerçekleşebilir. İki iletken arasındaki iz, bitişik malzemelerin izolasyonundan çıkan yanıcı buharı tutuşturmaya yetecek yerel sıcaklıklar üretebilir.

Uygulamada izlerin büyüme oranı, bir iletken yol belirlenene kadar yavaştır. Farklı malzemelerin yüzey izlemeye karşı direncini kısa sürede ölçmek için standart bir test geliştirilmiştir. Test, BS EN 60112'de ayrıntılı olarak açıklanmaktadır (Bkz. Bölüm 10.1.6).

İzleme testinde, 500 mA veya daha fazla bir akım, numunenin yüzeyindeki elektrotlar arasındaki iletken bir yolda en az iki saniye boyunca durursa veya numune yanarsa, malzeme testi geçememiş demektir.

Test sadece karşılaştırmalı amaçlar için kullanılmak üzere tasarlanmış olsa da, testin sonuçlarının, malzemelerin izlenme direnci üzerindeki normal kirlilik seviyelerinin uzun vadeli etkilerini ve test elektrotları arasındaki boşluğu temsil ettiği açıktır. Temsili ise, 500 mA

açma akımı olan bir RCD testi geçen malzemelere karşı uygun koruma sağlayacaktır. RCD koruması, faz ve nötr besleme iletkenleri arasındaki yolları izlemek için değil, yalnızca toprak yollarını izlemek için etkili olacaktır.

10.1.4 İzolasyonun Sıvı Kirlenmesi ile Oluşan Yüzey Takibi

İzleme testi, uzun süreli yüzey kirliliği ve nemin yalıtım direnci üzerindeki etkilerini simüle etmek için tasarlanmıştır. Bununla birlikte, test ayrıca izolasyon üzerindeki sıvı kirliliğinin etkisi ve RCD'lerin takibi durdurma veya önleme kabiliyeti hakkında bir fikir verebilir.

İzleme test yapılandırması ve çalışması şeması Bölüm 10.1.6'da gösterilmektedir.

Standart bir izleme testi sırasında, birinci aşamada sıvı iletkenliğinin 2-5 mA seviyesinde bir akım verdiği tespit edilebilir. İkinci aşamada yüzey deşarj aktivitesi, 2-5 mA seviyelerinde gerçekleşir. Deşarj aktivitesi durduğunda akım 2 mA civarındadır. Sıvı mevcut olduğunda, akan akım 30 mA veya 100 mA RCD'yi açtıracaktır. Yüzey deşarj aktivitesinin düşük dirençli bir izleme yolunun kurulmasından önce gerçekleştiği dönemde, bir RCD'nin yüzeyin bozulmasını ve yeni başlayanların oluşumunu tamamen ortadan kaldırması beklenmeyecektir.

Alevlenmeye neden olmak için gerekli akım seviyelerini izleyerek tespit etmek için başka testler yapılmıştır. Bu testler için izlemeye iyi direnç gösteren bir baskılı devre kartı örneği kullanılmıştır. Standart bir izleme testi çözümü kullanarak, 80 mA akımda bitişik iletkenler arasındaki yalıtım boyunca bir iz oluşmakta. Akım 90 mA'e yükselirken, iz kırmızı renge dönüşmekte ve iz boyunca sarı bir alev oluşmaktadır.

Alev yüksekliği yaklaşık 8mm idi. Bu testlerde gözlemlenen mevcut seviyeler, 30 mA'lık bir RCD'nin alevlenmeden önce bu işlemi durdurduğunu göstermektedir. Devrede 30 mA RCD ile yapılan benzer bir ikinci deneyde, iletkenler arasında bir iz geliştirmek veya aleve neden olmak mümkün olmadı.

Bazı ev tipi deterjan sıvıları, izleme testinde kullanılan standart test sıvısına kıyasla yüksek iletkenliğe sahiptir. Testler, standart izleme test sıvısının yaklaşık olarak beş katı iletkenliği olan bir ortak sıvı kullanılarak gerçekleştirildi. Daha yüksek iletkenliğe sahip bir sıvının kullanılması, izleme yolunun başlangıcını hızlandırması beklenir.

Bu testlerde ölçülen akım seviyeleri 8-84 mA arasındaydı. Çözümün niteliğinin, bu testlerde başarısızlık sürecinde standart test çözümünün kullanıldığı zamandan daha baskın bir rol oynadığı görülmüştür. Testler sırasında, görünüşe göre sıvının ayrışmasıyla ilişkilendirilen pembe renkli bir alev 2 mm yüksekliğinde gözlemlenmiştir.

Yapılan testlerden, iletken sıvı ile kirlenmenin bir besleme iletkeni ile toprak arasındaki yalıtımı köprülediği ve yüksek bir iletkenlik yolu oluşturduğu takdirde, bunun daha düşük açma akımı seviyesine sahip bir RCD'yi açma ihtimalinin yüksek olduğu açıktır. Bununla birlikte, sıvının direnci, ısıtmanın RCD işlemi için eşiğin altında mevcut seviyelerde buharlaşmaya neden olacağı şekilde ise, izler oluşabilir.

Yukarıdaki testler, toprak akımının bir sonucu olarak cihazlarda iletken sıvı kirliliği, dökülme veya sprey varlığına bağlı olarak RCD'lerin açmaya yeterince duyarlı olabileceğini ve alevlenmeden önce izlemenin ilerlemesini durdurabileceğini göstermektedir. Örneğin cihazlardaki sızdırmazlıkların bozulmasından dolayı, izolasyon sıvı kirlenmesine maruz kalırsa, RCD'ler, aşırı akım korumanın çalışmasının başlamadığı akım seviyelerinde koruma sağlayabilir.

10.1.5 Elektrik Donanımı Arızaları ve Yangın Tehlikesi Sınırlaması

Bu bölümde, RCD'lerin ve aşırı akım koruma cihazlarının, ev elektrik kablolama sistemlerindeki olası hatalarla ilişkili riskleri azaltmada ve farklı elektrikli ev aletleri tiplerinde ortak olan bileşenlerde ortaya çıkabilecek risklerin azaltılmasında rol oynayacağına dikkat çekilecektir.

10.1.5.1 Kablolama Tesisatı ve Donanımı

Sabit tesisatlardaki en büyük riskler, bağlantıların aşırı ısınması ve sürekli ark oluşmasıdır. Modern PVC yalıtımlı kablolanın ömrü, eğer uygun şekilde monte edilmişse, binanın mülkün kullanım ömründen daha uzun olması beklenbilir. Kablolar, sigortalar veya aşırı akım devre kesiciler kullanılarak kısa devreye veya sürekli aşırı akımlara karşı korunmalıdır. Ayrıca, devreye sonradan yapılan ilavelerde devrenin akım kapasitesi aşılmamalıdır.

Bağlantıların aşırı ısınması durumunda, ne aşırı akım cihazları ne de RCD'ler, yüksek bir aşırı akım üretebilecek başka bir iletkenle temas veya topraklanmış bir iletken ile temas gibi ikincil bir olay

olmadıkça, ateşlemeye karşı koruma sağlamaz.

Çevre kirliliği ve nemden dolayı dağıtım kutuları, anahtarlar ve prizler gibi kablo tesisatı aksesuarlarında yüzey izleme oluşabilir. Özellikle mahzen gibi alanlarda ve kablolanın binalara giriş yaptığı alanlarda yoğunlaşma meydana gelebilir. Yerleşik bir iz, üretilen ısıнын bir sonucu olarak izolasyondan çıkan yanıcı buharı tutuşturmak için yeterli olan yerel bir sıcaklık artışı üretebilir. Bir RCD, faz veya nötr iletkenler ile toprak arasındaki izlemeye karşı bir miktar koruma sağlamalıdır, ancak bir faz nötr izine karşı hiçbir koruma sağlanmayacaktır. Aşırı akım cihazları, yüzey izlemesi ile yanmaya karşı koruma sağlamazlar. RCD koruması, metal kanaldaki kablo iletkenlerinde ve metal duvar kutularında giriş noktalarında hasar görmüş izolasyon nedeniyle toprak kaçak akımları için de çalışır.

Ark Arıza Tespit Cihazları (AFDD'ler) paralel arkları (fazdan faza, fazdan nötre ve fazdan toprağa) ve seri arkları (iletkenlerden birinde bulunan ark) tespit etmek için tasarlanmıştır.

Aşırı yükleri ve kısa devre akımlarını ve akım dengesizliğini tespit eden RCD'leri tespit eden bir devre kesiciden farklı olarak bir AFDD, normal ark ve ark hataları arasında farklılaşmak için arkin imzasını (dalga formu) analiz etmek için elektronik teknolojiden yararlanır. Bir ark arızası tespit edildiğinde, AFDD son devrenin beslemesini keser. Daha fazla ayrıntı AFDD'lerin BEAMA Rehberinde bulunabilir.

10.1.5.2 Motorlar

Motorlarda alevlenmenin başlıca nedenleri yalıtımı ateşleyen ya da yanıcı maddeleri yakabilen arklar veya kıvılcımlardır. Bu tür olaylar, motor sargılarındaki kısa devre veya topraklamalar veya fırçalar düzgün çalışmadığında ortaya çıkabilir. Havalandırma kısıtlandığında veya motor durduğunda aşırı ısınma meydana gelebilir. Yanlış yağlama nedeniyle rulmanlar aşırı ısınabilir. Bazen yataklardaki aşırı aşınma, rotorun stator üzerinde sürtünmesine yol açar. Bazen motorların konumları motor yalıtımı için zararlı koşullar altında kurulmasını gerektirebilir. Fırça malzemesi gibi elektriksel olarak taşınabilecek tozlar yalıtımın

üzerinde birikebilir veya tekstil elyaflarının birikmesi normal çalışmayı önleyebilir ve soğutma deliklerini tıkayabilir.

Motorun durması veya çalışmaması durumunda aşırı ısınmayı sınırlandırmak için motorlara aşırı akım koruması kullanılabilir. Ek olarak, bir aşırı sıcaklık koruması da kullanılabilir. RCD'ler, sargılar ile topraklanmış gövde arasındaki tozlanma, kırılma veya arızalı durumlarda oluşan hata akımının önlenmesinde ilave koruma sağlar. örneğin ısı gerilme, mekanik gerilme veya yaşlanma nedeniyle tozlanma.

10.1.5.3 Trafolar

Transformatörlerde yangının ana nedeni iletkenlerin aşırı ısınması ve izolasyondur. Aşırı sıcaklık arızası koşullarında aşırı ısınmayı önlemek için sigorta kullanılır ve aşırı sıcaklık kesicileri ile desteklenebilir.

Birçok uygulamada, transformatörün parçaları toprağa bağlanabilir ve toprağa olan bir arıza durumunda, RCD, akacak akımı sınırlamakta ve buna bağlı olarak ısıtma etkisini sınırlandırarak koruma sağlayabilmektedir.

10.1.5.4 Anahtar ve Röle Kontaktları

Kontak arızaları, zayıf yaylardan, temas arkları, kıvılcım erozyonu ve kaplama aşınmasından meydana gelir. Kirlenmeye bağlı arızalar da ortaya çıkabilir. Yüzeydeki birikintiler, özellikle de karbon veya demir parçacıkları elektriksel arızalara ve yalıtım bozulmalarına neden olur. iletken olmayan veya yarı iletken malzemelerin temas yüzeylerinde birikmesi nedeniyle sıklıkla yüksek dirençli temaslar noktasal aşırı ısınmaya neden olur ve bu da yangına neden olabilir. Bu arızalar aşırı akım veya RCD koruma cihazları tarafından tespit edilmeyecektir.

Kirlenme veya izolasyon yüzey izleri topraklama ile iletken bir yol sağladığı durumlarda, RCD'ler ek koruma sağlayabilir.

Titreşim, kontakların ve diğer hareketli parçaların mekanik bozulmasını hızlandıracaktır.

10.1.5.5 Dahili Kablolama ve Bağlantılar

Elektrik kablolama tesisatında iki tip arıza vardır. Bunlar, bir iletkenin

ayrıldığı açık devre hataları ve bir iletken ile bir diğer iletken veya toprak arasında bir iletken yolun olduğu kısa devre hatalarıdır. Bir arıza hem iletkendeki açık devre arızası hem de kısa devre arızası birleşimi olabilir.

Açık devre arızalarında, genellikle zayıf kablo bağlantılarının zamanla artması ile oluşur. Bu durum noktasal aşırı ısınmaya sebep olur ve RCD'ler veya aşırı akım koruma cihazları tarafından algılanması muhtemel değildir. Bükülgen kabloların iletken arızalarında oluşan arklar yangın çıkarma potansiyeli taşır. Bu durum aynı anda kısa devre arızası olmadıkça, RCD'ler veya aşırı akım koruma cihazları tarafından algılanmaz. Örneğin iletkenlerin kırılmış ucu nedeniyle yalıtımı delmesi. AFDD'ler seri ve paralel arklara karşı koruma sağlar (bkz. Bölüm 10.1.5.1)

Bağlantılar, yük döngüsü, temas ara yüzünün ilk bütünlüğü, titreşim, mekanik bozulma, çevresel kirlenmenin etkisi ve temas ara yüzündeki lekelerin büyümesi gibi faktörlere duyarlı olacaktır.

Bileşenlere bağlantı yapıldığında, iletken yüzey birikintileri ve nemden dolayı yüzey izleme oluşabilir. İzlemenin topraklanmış bir yüzey olduğu bu koşullarda bir RCD tarafından koruma sağlanabilir.

10.1.5.6 Isıtıcı Elemanları

Isıtıcı elemanlarının topraklı bir kılıfı olabilir. RCD'ler, yalıtımın bozulmasına karşı erken uyarı sağlayacak ve ayrıca ısıtmak için kullanıldığında kaplamada oluşabilecek delikleri tespit edecektir.

10.1.5.7 Özet

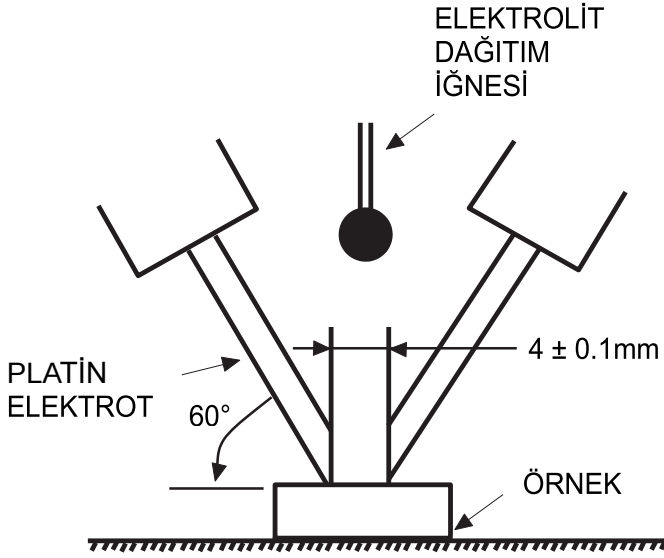
Yukarıdaki hususlara göre, RCD'ler ve aşırı akım cihazlarının elektrikli ekipmanlarda riski azaltmada bir rolü olmasına rağmen, alev almayı başlatma olasılığı olan birçok arıza moduna cevap vermeyecekleri açıktır. Bağlantıların aşırı ısınmasının ve sık karşılaşılan bir neden olan hat kablolama hatalarının tespitinde özel sorunlar ortaya çıkar, ancak AFDD'ler seri ve paralel arklara karşı koruma sağlar (bkz. Bölüm 10.1.5.1). RCD'lerin ek koruma sağlamada oynayabileceği rol Tablo 7'de gösterilmektedir.

Parça	Potansiyel Arıza	RCD Eklenmiş Koruma	Aşırı Akım Koruma	Aşırı Sıcaklık Kescisi
Motorlar	İzolasyon yüzeyinde kirlenme: karbon takibi.	RCD'ler aşağıdakilerden dolayı düşük toprak kaçak akımı değerlerinde açacak: izleme veya kirlenme; ısıl-mekanik gerilmelerden veya mekanik hasarlardan kaynaklanan izolasyonda çatlaklar veya arızalar; motor kısa devreleri veya fırçalar doğru şekilde çalışmadığında arklar veya kıvılcımlar.	Çalışma akımının kalkış akımı ile yakın olarak ayarlanmışsa ve motor çalışmazsa aşırı ısındığında çalışır.	Çalışırken havalandırma yetersizliği veya iletkenin aşırı ısınmasından kaynaklanan aşırı ısınmaya cevap verecektir.
Trafo lar	İzolasyon yüzeyinde kirlenme: Aşırı ısınma.	Ana sargı ve toprak arasında izolasyonun başarısız olduğu bir yerde, RCD koruması çalışacaktır..	Arıza koşullarında aşırı ısınmayı önlemek için sigortalama sağlanır.	Aşırı sıcaklık kesicileri takılabilir.
Anahtar ve Röle Kontakları	Derecelendirme ve performans özellikleri görev döngüsüne uygun değildir. İzleme veya kirlenme.	RCD'ler, izleme veya kirlenmenin toprağa iletken bir yol sağladığı yerlerde koruma sağlayabilir.	Faz-nötr hata koruması için gerekli.	
Isıtıcı Elemanları	Mineral yalıtımlı elemanların metal kılıflarındaki delikler, nemin nüfuz etmesini sağlar.	RCD'ler, yalıtımın bozulmasına ilişkin erken bir gösterge sağlayacaktır. Not. Bazı elemanlar tasarım nedeniyle ve açıldığında kapatılamaz, nem girişi nedeniyle önemli miktarda toprak kaçağı akımı oluşabilir.	Canlı nötr izolasyon arızasına karşı koruma gerekli.	
Kablolama	Bükülgen kablolarda açık devre hataları. Yalıtım hasarı nedeniyle kısa devre.	RCD'ler topraklanmış bir yüzeye temas eden gevşek kabloları algılar. Ayrıca metal iletken üzerindeki izolasyon hasarını tespit eder.	Faz-nötr arızası, yalıtım hasarı ve elektrik kesintisi durumunda aşırı ısınmayı önlemek için gereklidir.	
Bağlantılar	Titreşim gevşetme. Mekanik bozulma: temas arayüzlerinin bozulması ve aşırı ısınma. Bağlantılar ısınmalarına göre boyutlandırılmamıştır.	RCD'ler, örneğin titreşimden serbest kalan ve topraklanmış yüzeylere dokunan gevşek bağlantıları tespit eder.	Bağlantı serbest kalırsa, yüksek akımdaki faz-nötr veya faz-toprak temasına karşı koruma sağlar..	
Kablolama Aksesuarları	Geniş sıcaklık dalgalanmalarına maruz kalan nemli alanlarda yoğunlaşmaya maruz kalabilir. Kontaklar, titreşim, zayıf izolasyon veya yüzey oksidasyonu nedeniyle aşırı ısınabilir.	RCD'ler, muhafazalarda sıvı birikmesine ve yalıtım boyunca izlemeye neden olan yoğunlaşmaya yanıt verir.		
Elektronik Devreler	Kirlenme		Uygun sigorta ile noktasal koruma uygundur.	Bazı bileşenler için uygun olabilir.

Tablo 7 - DEVRE KORUMA CİHAZLARI VE ELEKTRİK BİLEŞENLERİ İÇİN POTANSİYEL HATA KOŞULLARI

10.1.6 Karşılaştırmalı İzleme Endeksi Testi (BS EN 60112)

mevcut olduğunda akım 30mA'lık bir RCD'yi açmak için uygun olacaktır. Bununla birlikte, düşük dirençli bir izleme yolunun kurulmasından



Şekil 23

Yukarıdaki diyagram, izleme testi yapılandırmasını göstermektedir. İzleme testi aşağıdaki gibi çalışır:

- 2.4 Siemens iletkenliğine sahip standart bir kirlenici sıvı, bir test voltajına ayarlanmış iki elektrot arasına düşmek üzere tek bir damla şeklinde beslenir,
- Akımın sıvı içinden geçişi ile oluşan ısı, sıvıyı buharlaştırır ve örneği ısıtır.
- Buharlaşmanın ilk aşamalarında, sintilasyon olarak bilinen yalıtım yüzeyinde deşarjlar gözlemlenebilir ve bunlar bir izleme yolunda gelişen alanlar yaratır. Farklı malzemeler, elektrotlar arasında uygun bir üretim yolu oluşturmak için farklı sayıda test çözeltisi damlası veya farklı bir test voltajı gerektirecektir.

Test, 50 damla test çözeltisi tekrarı ile devam eder. 500 mA veya daha fazla bir akım, numunenin yüzeyindeki elektrotlar arasındaki iletken bir yolda 2 saniye boyunca akarsa, bu nedenle bir aşırı akım rölesi çalışırsa veya numune röleyi serbest bırakmadan yanarsa.

10.1.7 Yalıtım ve RCD korumanın Sıvı Kirlenmesi ile Oluşturulan Yüzey Takibinde Pratik Testler

10.1.7.1 Arka Plan

Standart izleme test ekipmanı kullanarak, ilk fazdaki sıvı iletkenliği 100 mA derecesinde elektrotlar arasına bir akım verir. İkinci aşamada, yüzey boşalma aktivitesi 2-5mA dereceli akımlarla ilişkilidir. Deşarj aktivitesi durduğunda akım 2mA civarındadır. Açıkça, sıvı

önceki deşarj döneminde, bir RCD yalıtım yüzeyinin bozulmasını önlemek için gereken akım seviyesine duysız olacaktır.

10.1.7.2 İzleme Testleri

ERA'da izolasyonlar ile kirlenmenin etkilerini ve sıvıları ve RCD korumanın etkinliğini izleyerek ateşlemeyi önleme etkinliğini değerlendirmek için başka testler yapılmıştır.

Standart Test Sonuçları

Baskılı devre kartındaki iki iletken (3 mm boşluk) arasındaki yalıtım ve iletkenler arasına uygulanan bir voltaj arasındaki izolasyona 0,01 ml standart izleme testi çözeltisi damlası uygulandı. Uygulanan voltaj 80 V olduğunda, sıvıyla elektrot arayüzünde kabarcıkların oluştuğu görülmüştür. Ölçülen akım 4.2 mA idi. 10 V'da, sıvı buharlaşmıştır.

250 V'da yapılan ikinci bir testte, gözlemlenen fenomenler, geleneksel bir izleme test ekipmanındakilere benzerdi. Sıvı buharlaştıkça parıldama gözlemlendi ve nihayetinde yalıtım boyunca yarıya kadar uzanan bir iz oluştu. Ölçülen akım 37 mA idi.

Yalıtım üzerine aynı konumda ikinci bir damla uygulandı. Diğer izler oluşmuş ve mevcut seviye 65 mA'ya yükselmiştir. Dördüncü damlada akım 80 mA'ya yükseldi ve iletkenler arasında bir iz oluştu. Akım 90 mA'ya yükselirken, iz kırmızı renkte parladı ve iz boyunca sarı bir alev alev aldı. Alev yüksekliği yaklaşık 8 mm idi.

Bu deneyde gözlemlenen akım, 30 mA açma akımına sahip bir RCD'nin alev tutuşması gerçekleşmeden önce işlemi durdurmuş olacağı sonucuna varmaktadır. Açma akımı

300 veya 500 mA olan bir RCD etkili olamazdı.

Devrede 32 mA RCD ile yapılan benzer bir ikinci deneyde, izler oluşmuş ancak malzemenin tutuşturulması mümkün olmamıştır. Dokuz deneme yapıldı. Bu deneydeki bir faktör, RCD'nin açılmasını önlemek için iletkenler arasına yalnızca küçük bir miktar sıvı uygulanabilmesiydi.

Evlere kullanılan temizlik sıvıları
Bazı deterjan sıvıları, izleme testinde kullanılan standart test sıvısı ile karşılaştırıldığında yüksek iletkenliğe sahiptir. Standart izleme test sıvısının yaklaşık 5 katı iletkenliği olan bir ortak sıvı kullanılarak bir test yapıldı.

Baskılı devre kartının iki iletkeni (aralık 3 mm) arasındaki yalıtım ile izler arasına uygulanan bir voltaj arasındaki yalıtıma bir damla çözelti uygulandı. Uygulanan voltaj 40 V olduğunda, sıvıyla elektrot arayüzünde kabarcıkların oluştuğu görülmüştür. Ölçülen akım 8 mA idi. Saniyeler içinde kabarcıklar, baskılı devre kartı iletkenleri arasında merkezi bir yol oluşturmak üzere yayıldı.

250 V'daki ikinci bir testte, gözlemlenen fenomenler, sıvı buharlaştıkça meydana gelen sintilasyonları olan geleneksel bir izleme test ekipmanındakilere benzerdi ve sonunda iletkenler arasında bir iz kuruldu. Test sırasında gözlenen akımın sırası 8-84 mA idi. Sıvının tamamen buharlaştırılmasından ve boşaltma aktivitesinin kesilmesinden sonra, baskılı devre kartı iletkenleri arasındaki direnç 400 MΩ'den daha büyük olarak ölçülmüştür. Test sırasında, sıvının ayrışmasıyla ilişkili görünüşte 2 mm yüksekliğinde pembe renkli alev gözlemlendi. Bu deneyde yer alan akımlar, RCD operasyonunun süreci yarıda keseceğini düşündürmektedir.

Bununla birlikte, yüksek iletkenliğin baskın nedeni, iz boyunca sürekli bir iletken yol tutmada sıvı veya etkisinin varlığıydı. Testten sonra numunenin incelenmesi sıvının, baskılı devre kartı yalıtımının içsel özelliklerinden ziyade başarısızlık sürecinde baskın bir rol oynadığını göstermiştir.

Devrede 30 mA RCD olan olayların irdelenmesi için üçüncü bir test yapıldı. Yalıtım boyunca akışkanın bir damla olması durumunda, RCD, akışkanın yüksek iletkenliği nedeniyle açılmıştır. Daha az sıvı varken, parıldamalar meydana geldi ve RCD açmadı. Sıvının ikinci bir uygulamasından sonra, yalıtım boyunca izleme oluştu. İz kırmızıya

döndüğü bir süre sonra RCD işlemi durdurmak için devreye girdi.

Testlerden, iletken sıvı ile kirlenmenin, yalıtımı toprağa köprü haline getirip düşük iletkenlik yolu üretmesi durumunda, bunun bir RCD'yi tetikleyebileceği açıktır.

Bununla birlikte, ısıtmanın buharlaşmaya neden olacağı durumlarda, RCD işlemi için eşiğin altında izler oluşacaktır. RCD'ler, toprakla ilişkili bir yol olmadıkça, faz - nötr yalıtımlı olarak köprülendiğinde izlemeye veya tutuşmaya karşı koruma sağlamaz.

Yukarıdaki test, yüksek hassasiyetli RCD'lerin, iletken sıvı kirlenmesinin veya cihazlardaki spreylere varlığının toprak akımına neden olması durumunda açacağını göstermektedir. Bu gibi durumlarda, RCD, yalıtımın alev almasından önce izlemenin ilerlemesini durdurabilir. Bu çalışmada sadece sınırlı miktarda test yapılmış olmasına rağmen, RCD'lerin yüzey izlemesinden dolayı yangın görülme sıklığını azaltma potansiyeline sahip olduğu açıktır.

Daha fazlası için



Kıbrıs Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI

Union of the Chambers of Cyprus Turkish Engineers and Architects
CHAMBER OF ELECTRICAL ENGINEERS

Sanayi Bölgesi 5. Sokak No.13
Lefkoşa

Telefon: +90 392 225 68 97 - 98
E: emo@ktemo.org

Bir meslek kuruluşu olan "ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI", KKTC sınırları içinde meslek ve sanatlarını uygulamaya yetkili olan Elektrik Mühendisi ve Elektrik Yüksek Mühendisi ünvanlı kişileri bünyesi içinde barındırmakta ve bu tüzük hükümleri ile KTFD Kurucu Meclisi'nin yaptığı 12/1976 sayı ve 21/4/1976 tarihli yasaya bağlı olarak faaliyet göstermektedir. Amacımız KKTC'deki herkesin elektriği güvenle kullanabilmesini sağlamaktır.

TEKNİK YAYIN KOMİTESİ:

**Ali Akbulut, Ali Tilki, İsmail Şaban,
Mustafa Özmert, Osman Eminel,
Remzi Güneralp, Süleyman Avcı.**

www.ktemo.org
Kaynak: beama.org.uk