



**TÜRK STANDARDI**  
TURKISH STANDARD

**TS EN 60079-25**

Ekim 2006

ICS 29.260.20

---

**PATLAYICI GAZ ORTAMLARINDA KULLANILAN  
ELEKTRİKLİ CİHAZLAR  
BÖLÜM 25: KENDİNDEN GÜVENLİKLİ SİSTEMLER**

Electrical apparatus for explosive gas atmospheres -  
Part 25: Intrinsically safe systems

---

**TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ**  
Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/ANKARA

- Bugünkü teknik ve uygulamaya dayanılarak hazırlanmış olan bu standardın, zamanla ortaya çıkacak gelişme ve değişikliklere uydurulması mümkün olduğundan ilgililerin yayınları izlemelerini ve standardın uygulanmasında karşılaştıkları aksaklıkları Enstitümüze iletmelerini rica ederiz.
- Bu standardı oluşturan Hazırlık Grubu üyesi değerli uzmanların emeklerini; tasarılar üzerinde görüşlerini bildirmek suretiyle yardımcı olan bilim, kamu ve özel sektör kuruluşları ile kişilerin değerli katkılarını şükranla anarız.



#### **Kalite Sistem Belgesi**

İmalât ve hizmet sektörlerinde faaliyet gösteren kuruluşların sistemlerini TS EN ISO 9000 Kalite Standardlarına uygun olarak kurmaları durumunda TSE tarafından verilen belgedir.



#### **Türk Standardlarına Uygunluk Markası (TSE Markası)**

TSE Markası, üzerine veya ambalâjına konulduğu malların veya hizmetin ilgili Türk Standardına uygun olduğunu ve mamulle veya hizmetle ilgili bir problem ortaya çıktığında Türk Standardları Enstitüsü'nün garantisi altında olduğunu ifade eder.



#### **Kalite Uygunluk Markası (TSEK Markası)**

TSEK Markası, üzerine veya ambalâjına konulduğu malların veya hizmetin henüz Türk Standardı olmadığından ilgili milletlerarası veya diğer ülkelerin standardlarına veya Enstitü tarafından kabul edilen teknik özelliklere uygun olduğunu ve mamulle veya hizmetle ilgili bir problem ortaya çıktığında Türk Standardları Enstitüsü'nün garantisi altında olduğunu ifade eder.

### **DİKKAT!**

TS işareti ve yanında yer alan sayı tek başına iken (TS 4600 gibi), mamulün Türk Standardına uygun üretildiğine dair üreticinin beyanını ifade eder. **Türk Standardları Enstitüsü tarafından herhangi bir garanti söz konusu değildir.**

*Standardlar ve standardizasyon konusunda daha geniş bilgi Enstitümüzden sağlanabilir.*

**TÜRK STANDARDLARININ YAYIN HAKLARI SAKLIDIR.**

## Ön söz

- Bu standard, CENELEC tarafından kabul edilen EN 60079-25 (2004) standardı esas alınarak TSE Elektrik İhtisas Grubu'na bağlı Elektroteknik Güvenlik ve Aydınlatma Özel Daimi Komitesi'nce hazırlanmış ve TSE Teknik Kurulu'nun 12 Ekim 2006 tarihli toplantısında Türk Standardı olarak kabul edilerek yayımına karar verilmiştir.
- Bu standardın kabulü ile TS EN 50039 iptal edilmiştir.
- Bu standardda kullanılan bazı kelime ve/veya ifadeler patent haklarına konu olabilir. Böyle bir patent hakkının belirlenmesi durumunda TSE sorumlu tutulamaz.

## İçindekiler

<b>1</b>	<b>Kapsam</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Atıf yapılan standard ve/veya dokümanlar</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Tarifler</b> .....	<b>1</b>
3.1	Kendinden güvenli elektrikli sistem.....	1
3.1.1	Belgelendirilmiş kendinden güvenli elektrikli sistem.....	1
3.1.2	Belgelendirilmemiş kendinden güvenli elektrikli sistem.....	2
3.2	Açıklayıcı sistem dokümanı.....	2
3.3	Sistem tasarımcısı.....	2
3.4	En büyük kablo kapasitansı ( $C_c$ ) .....	2
3.5	En büyük kablo endüktansı ( $L_c$ ) .....	2
3.6	En büyük kablo endüktansının direncine oranı ( $L_c /R_c$ ) .....	2
3.7	Doğrusal güç kaynağı .....	2
3.8	Doğrusal olmayan güç kaynağı.....	2
<b>4</b>	<b>Açıklayıcı sistem dokümanı</b> .....	<b>2</b>
<b>5</b>	<b>Gruplandırma ve sınıflandırma</b> .....	<b>3</b>
<b>6</b>	<b>Sistem kategorileri</b> .....	<b>3</b>
6.1	Genel.....	3
6.2	Kategori "ia" .....	3
6.3	Kategori "ib" .....	3
<b>7</b>	<b>Ortam sıcaklığı beyan değerleri</b> .....	<b>3</b>
<b>8</b>	<b>Sahadaki iletken bağlantıları</b> .....	<b>3</b>
<b>9</b>	<b>Kendinden güvenli sistemlerin topraklanması ve kuşaklanması</b> .....	<b>4</b>
<b>10</b>	<b>Yıldırıma ve diğer elektrikli darbelere karşı koruma</b> .....	<b>4</b>
<b>11</b>	<b>Kendinden güvenli bir sistemin değerlendirilmesi</b> .....	<b>5</b>
11.1	Genel .....	5
11.2	Endüktif devrelerin analizi.....	7
11.3	Saha bağlantısındaki hatalar .....	7
11.4	Tip onayları ve tip deneyleri .....	7
<b>12</b>	<b>İşaretleme</b> .....	<b>7</b>
<b>Ek A</b>	<b>Kendinden güvenli basit bir sistemin değerlendirilmesi</b> .....	<b>8</b>
<b>Ek B</b>	<b>Birden fazla güç kaynağı bulunan devrelerin değerlendirilmesi</b> .....	<b>10</b>
<b>Ek C</b>	<b>(Bilgi için) Doğrusal ve doğrusal olmayan kendinden güvenli devrelerin birbirlerine bağlantısı</b> ....	<b>14</b>
<b>Ek D</b>	<b>Endüktif parametrelerin doğrulanması</b> .....	<b>51</b>
<b>Ek E</b>	<b>(Bilgi için) Açıklayıcı sistem diyagramları ve tesis diyagramları için muhtemel format</b> .....	<b>53</b>
<b>Ek F</b>	<b>(Bilgi için) Kendinden güvenli devrenin darbeye karşı korunması</b> .....	<b>56</b>
<b>Ek ZA</b>	<b>Bu standardda atıf yapılan uluslararası standartlara karşılık gelen Türk Standardları</b> .....	<b>58</b>

# Patlayıcı gaz ortamlarında kullanılan elektrikli cihazlar

## Bölüm 25: Kendinden güvenli sistemler

### 1 Kapsam

**1.1** Bu standard, Grup II kapsamındaki yerlerde patlayıcı ortamlarda kısmen veya tamamen kullanılması için amaçlanan "i" koruma tipli, kendinden güvenli elektrikli sistemlerin değerlendirilmesi ve yapılışı için ilgili özellikleri kapsar. Bu standard, bir imalatçı, uzman bir danışman veya son kullanıcı personelinin bir üyesi olabilen sistem tasarımcısı tarafından kullanılması için amaçlanmıştır.

**1.2** Bu standard, kendinden güvenli elektrikli sistemlerde kullanılan elektrikli cihazın özelliklerinin kapsandığı IEC 60079-11'i tamamlar.

**1.3** Bu standardda uygun olarak tasarlanmış Grup II sistemin tesis özellikleri IEC 60079-14'de belirtilmiştir.

### 2 Atıf yapılan standard ve/veya dokümanlar

Bu standardda, tarih belirtilerek veya belirtilmeksizin diğer standard ve/veya dokümanlara atıf yapılmaktadır. Bu atıflar metin içerisinde uygun yerlerde belirtilmiş ve aşağıda liste halinde verilmiştir. Tarih belirtilen atıflarda daha sonra yapılan tadil veya revizyonlar, atıf yapan bu standardda da tadil veya revizyon yapılması şartı ile uygulanır. Atıf yapılan standard ve/veya dokümanın tarihinin belirtilmemesi halinde en son baskısı kullanılır.

EN, ISO, IEC vb. No	Adı (İngilizce)	TS No <sup>1)</sup>	Adı (Türkçe)
IEC 60060-1	High-voltage test techniques- Part1: General definitions and test requirements	TS 3008	Yüksek Gerilim Deney Yöntemleri-Bölüm:1 Genel Tanımlar ve Deney Koşulları
IEC 60079-0	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 0: General requirements	TS EN 60079-0	patlayıcı gaz ortamlarında kullanılan elektrikli cihazlar Bölüm 0: Genel özellikler
IEC 60079-11	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres-Part 11: Intrinsic safety "i"	TS EN 50020	Potansiyel Patlayıcı Atmosferlerde Kullanılan Elektrikli Cihazlar-Kendinden Güvenlik "i"
IEC 60079-14	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres-Part 14: Electrical installations in hazardous areas (other than mines)	TS EN 60079-14	Patlayıcı Gaz Ortamlarında Kullanılan Elektrikli Cihazlar-Bölüm 14: Tehlikeli Alanlarda Elektrik Tesisatı (Maden Kuyuları Dışında)

### 3 Tarifler

Bu standardın amacı için kendinden güvenli elektrikli sistemlere özel olan aşağıdaki tarifler uygulanır. Bu tarifler IEC 60079-0 ve IEC 60079-11'de verilen tarifleri tamamlar.

#### 3.1 Kendinden güvenli elektrikli sistem

Bir patlayıcı ortamda kullanılması için amaçlanmış içindeki devrelerin veya devre bölümlerinin kendinden güvenli devreler olduğu, açıklayıcı sistem dokümanında tanımlanmış olan elektrikli cihazın birbirlerine bağlanmış elemanlarının topluluğu.

##### 3.1.1 Belgelendirilmiş kendinden güvenli elektrikli sistem

Elektrikli sistemin bu standardda uygun olduğunu onaylayan bir sertifikanın verildiği Madde 3.1'e uygun elektrikli sistem.

<sup>1)</sup> **TSE Notu:** Atıf yapılan standartların TS numarası ve Türkçe adı 3. ve 4. kolonda verilmiştir. \* işaretli olanlar bu standardın basıldığı tarihte İngilizce metin olarak yayımlanmış olan Türk Standardlarıdır.

### 3.1.2 Belgelendirilmemiş kendinden güvenli elektrikli sistem

Belgelendirilmiş kendinden güvenli elektrikli cihazın, onaylanmış birleşik cihazın, basit cihazın ve iç bağlantı tesisatının fiziksel ve elektriksel parametrelerinin bilgisinin kendinden güvenliğin muhafaza edildiğini açık olarak gösteren Madde 3.1'e uygun elektrikli sistem.

### 3.2 Açıklayıcı sistem dokümanı

Elektrikli cihazın elemanlarının, bunların elektriksel parametrelerinin ve iç bağlantı tesisatının elektriksel parametrelerini belirten doküman.

### 3.3 Sistem tasarımcısı

Kendi işvereni adına kesin kararlar vermesi için yetki verilmiş ve görevi yerine getirmek için gerekli yetkiye sahip, açıklayıcı sistem dokümanından sorumlu şahıs.

### 3.4 En büyük kablo kapasitansı ( $C_c$ )

Kendinden güvenliği geçersiz kılmaksızın kendinden güvenli bir devrenin içine bağlanabilen iç bağlantı kablosunun en büyük kapasitansı.

### 3.5 En büyük kablo endüktansı ( $L_c$ )

Kendinden güvenliği geçersiz kılmaksızın kendinden güvenli bir devrenin içine bağlanabilen iç bağlantı kablosunun en büyük endüktansı.

### 3.6 En büyük kablo endüktansının direncine oranı ( $L_c / R_c$ )

Kendinden güvenliği geçersiz kılmaksızın kendinden güvenli bir devrenin içine bağlanabilen iç bağlantı kablosunun endüktansının ( $L_c$ ) dirence ( $R_c$ ) oranının en büyük değeri.

### 3.7 Doğrusal güç kaynağı

Mevcut çıkış akımının bir direnç vasıtasıyla belirlendiği güç kaynağı. Çıkış akımı artarken çıkış gerilimi doğrusal olarak azalır.

### 3.8 Doğrusal olmayan güç kaynağı

Çıkış gerilimi ve çıkış akımının doğrusal olmayan bir ilişkiye sahip olduğu güç kaynağı.

**Örnek:** Yarı iletkenlerle kontrol edilen sabit bir akım sınırına kadar sabit gerilim çıkışı olan bir besleme kaynağı.

## 4 Açıklayıcı sistem dokümanı

Açıklayıcı bir sistem dokümanı bütün sistemler için oluşturulmalıdır. Açıklayıcı sistem dokümanı sistem tarafından sağlanan güvenlik seviyesinin yeterli bir analizini sağlamalıdır.

Ek E açıklayıcı sistem dokümanının özelliklerini gösteren tipik diyagram örneklerini ihtiva eder.

Asgarî özellikler aşağıdaki gibidir:

- Sistem içindeki cihazın bütün parçalarını gösteren sistemin blok diyagramı,
- Madde 5, Madde 6 ve Madde 7'ye uygun kategori ve ortam sıcaklığı beyan değerleri, sıcaklık sınıflandırması ve grup alt bölümünü belirten bir ifade,
- Madde 8'e uygun iç bağlantı tesisatının izin verilen parametreleri ve özellikleri,
- Madde 9'a uygun sistemlerin topraklama ve kuşaklama noktalarının ayrıntıları. Darbe koruyucu cihazlar kullanıldığında Madde 10'a uygun bir analiz ayrıca dahil edilmelidir.
- Uygulanabildiği durumda IEC 60079-11'e uygun cihazın 'basit cihaz' olarak değerlendirilmesinin doğrulanması dahil edilmelidir. Özellikle basit cihazın bir çok parçası dahil edildiği durumda bunların parametrelerinin toplamının analizi mevcut olmalıdır.
- Açıklayıcı sistem dokümanının kendine özel bir tanıtımı oluşturulmalıdır.
- Sistem tasarımcısı dokümanı imzalamalı ve tarih atmalıdır.

## 5 Gruplandırma ve sınıflandırma

Kendinden güvenli elektrikli sistemler IEC 60079-0'da belirtildiği gibi Grup II'ye dahil edilmelidir. Bundan dolayı bir bütün veya bölümler olarak sistem, uygun olduğunda sınıflandırmanın diğer alt bölümleri verilmelidir.

Patlayıcı ortamlarda kullanılması için amaçlanmış Grup II kendinden güvenli sistem içindeki cihaza IEC 60079-0 ve IEC 60079-11'e uygun olarak bir yüzey sıcaklık sınıfı verilmelidir.

**Not 1** - Grup II kendinden güvenli elektrikli sistemlerde veya bunların bölümlerindeki A, B, C alt bölümler sistemde bulunan kendinden güvenli elektrikli cihazlar ile ilgili elektrikli cihazından farklı olabilir.

**Not 2** - Aynı kendinden güvenli elektrikli sistemin farklı bölümleri farklı alt bölümlere (A, B, C) sahip olabilir. Kullanılan cihaz farklı yüzey sıcaklık sınıflarına ve farklı ortam sıcaklık beyan değerlerine sahip olabilir.

## 6 Sistem kategorileri

### 6.1 Genel

Patlayıcı ortamda kullanılması amaçlanmış kendinden güvenli bir elektrikli sistemin her bir bölümü IEC 60079-11'e uygun olarak "ia" veya "ib" kategorisine dahil edilmelidir. Sistemin tamamının tek bir kategoriye dahil edilmesi gerekli değildir.

Açıklayıcı sistem dokümanı, sistem kategorisini veya gerekli olduğu durumda sistemin farklı bölümlerinin kategorisini belirtmelidir.

**Not** – Örnek olarak, kendisine bağlı probu ile bir pH ölçme aleti gibi bir ölçü aleti şeklinde "ib" ölçü aleti olduğunda, ancak bir "ia" algılayıcıya bağlantı için tasarımı olduğu durumda ölçü aletine kadar olan sistem bölümü "ib" ve algılayıcı ile bunun bağlantıları ise "ia" dır.

Madde 11 gerekli değerlendirmenin ayrıntılarını ihtiva eder.

### 6.2 Kategori "ia"

Kategori "ia" elektrikli cihaza uygulanabilen özelliklerin (IEC 60079-11 Madde 5.2'ye bakılmalıdır) kendinden güvenli bir sistem tarafından veya bir bütün olarak kabul edilen bir sistemin bölümü tarafından sağlandığı durumda bu sistem veya bir sistemin bölümü kategori "ia" ya dahil edilmelidir.

### 6.3 Kategori "ib"

Kategori "ib" elektrikli cihaza uygulanabilen özelliklerin (IEC 60069-11 Madde 5.2'ye bakılmalıdır) kendinden güvenli bir sistem tarafından veya bir bütün olarak kabul edilen bir sistemin bölümü tarafından sağlandığı durumda bu sistem veya bir sistemin bölümü kategori "ib" ye dahil edilmelidir.

## 7 Ortam sıcaklığı beyan değerleri

Kendinden güvenli sistemin tamamı veya bir bölümü, - 20 °C ile + 40 °C olan normal çalışma sıcaklık aralığının dışındaki çalışma için uygun olarak belirtildiği durumda bu açıklayıcı sistem dokümanında belirtilmelidir.

## 8 Sahadaki iletken bağlantıları

Kendinden güvenliğin bağlı olduğu iç bağlantının ve bunlarla ilgili alt bağlantıların elektriksel parametreleri açıklayıcı sistem dokümanında belirtilmelidir. Alternatif olarak, kablunun özel bir tipi belirtmeli ve bunun kullanılma gerekçesi dokümanda belirtilmelidir. Kablunun özel bir tipi belirtildiği durumda bu IEC 60079-14'deki ilgili özelliklere uygun olmalıdır.

İlgili olduğu durumda açıklayıcı sistem dokümanı ayrıca her bir özel devrenin kullanabildiği çok damarlı kabloların izin verilebilir tiplerini de IEC 60079-14'de verildiği gibi belirtmelidir. Aynı devreler arasındaki hataların göz önüne alınmadığı özel durumda " iç bağlantı kablosu diğer kendinden güvenli devreleri ihtiva eden bir çok damarlı kablunun bölümünü kullandığında çok damarlı kablo IEC 60079-14'de belirtildiği gibi tip A veya tip B çok damarlı kablunun özelliklerine uygun olmalıdır" şeklindeki bir açıklama açıklayıcı dokümanın blok diyagramına dahil edilmelidir.

## 9 Kendinden güvenli sistemlerin topraklanması ve kuşaklanması

Genel olarak kendinden güvenli bir devre ya hiç topraklanmamış ya da sadece bir noktada tehlikeli alan ile birleşik referans noktasına kuşaklanmalıdır. Gerekli olan izolasyon seviyesi (bir noktadaki hariç) IEC 60079-11 Madde 6.4.12'ye uygun 500 V yalıtım deneyine dayanacak şekilde tasarlanmalıdır. Bu özellik karşılanmadığı durumda devrenin bu noktada topraklandığı kabul edilmelidir. Devrenin galvanik olarak her birisinin sadece bir topraklama noktası olan alt devrelere ayrılması şartıyla birden daha fazla topraklama bağlantısına izin verilir.

Ekranlar toprağa veya IEC 60079-14'e uygun yapıya bağlanmalıdır. Yapı ile devre arasında önemli potansiyel farkların (10 V'dan daha büyük) meydana gelebileceği bir tesiste kullanılması için bir sistem amaçlandığı durumda tercih edilen teknik, yapıdan biraz uzaktaki toprak potansiyelindeki değişimler gibi harici etkilerden galvanik olarak izole edilmiş bir devre kullanmaktır. Sistemin bir bölümü 0 bölgesinde kullanılması amaçlandığı durumda özel dikkat gereklidir.

Açıklayıcı sistem dokümanı, sistemin hangi noktasının veya noktalarının binanın referans potansiyeline bağlanması için amaçlandığını ve böyle bir kuşağın ilgili özelliklerini açık olarak göstermelidir. Bu durum IEC 60079-14'ü tamamlayan kaynaklarla sağlanabilir. Kendinden güvenli sistemin binaya bağlandığı nokta veya noktalar IEC 60079-14'e uygun olarak belirlenmelidir.

## 10 Yıldırıma ve diğer elektrikli darbelere karşı koruma

Bir risk analizi bir tesisin özellikle yıldırıma veya diğer darbelere hassas olduğunu gösterdiği durumda muhtemel tehlikelerden kaçınmak için ön tedbirler alınmalıdır.

Kendinden güvenli bir devrenin bölümü tehlikeyi artıracak veya 0 bölgesi içinde zararlı potansiyel farklarının bir riski olacak şekilde bir 0 bölgesinde tesis edilirse bir darbe koruma cihazı tesis edilmelidir. Darbe koruma ekran dahil kablunun her bir iletkeni ile iletkeninin henüz yapıya kuşaklanmadığı durumda yapı arasında gereklidir. Darbe koruma cihazı 0 bölgesinin dışına, ancak tercihan 1 metre içinde olmak üzere pratikte mümkün olduğunca 0 bölgesinin sınırına yakın tesis edilmelidir.

1 ve 2 bölgelerindeki cihaz için darbe koruma, oldukça yüksek hassas yerler için sistem tasarımına dahil edilmelidir.

Darbe koruma cihazı 10 kA olan en küçük tepe boşalma akımını başka yöne sapıtacak yetenekte olmalıdır (IEC 60060-1'e göre 10 çalışma için 8/20  $\mu$ s'lik darbe). Koruma cihazı ile yerel yapı arasındaki bağlantı 4 mm<sup>2</sup> bakıra eşdeğer olan en küçük kesit alanına sahip olmalıdır. 0 bölgesindeki kendinden güvenli cihaz ile koruma cihazı arasındaki kablo yıldırımdan korunacak şekilde tesis edilmelidir. Kendinden güvenli bir devrenin içine yerleştirilen herhangi bir darbe koruma cihazı, kendisinin amaçlanan yeri için uygun şekilde patlamaya karşı korunmuş olmalıdır.

Gaz boşalmalı tüpler ve yarı iletkenler gibi doğrusal olmayan cihazlar vasıtasıyla devreyi ve yapıyı birbirine bağlayan darbe koruma cihazlarının kullanılması, normal çalışmada cihaz içinden 10  $\mu$ A'den daha az akım geçmesi şartıyla kendinden güvenli bir devreyi olumsuz olarak etkilediği kabul edilmez.

**Not** – 500 V'daki yalıtım deney işlemi iyi kontrol edilen şartlar altında yapılırsa bu durumda parafudur cihazlarının ölçmeyi geçersiz yapmasını önlemek için devre dışı bırakılması gerekli olabilir.

Parafudur tekniklerini kullanan kendinden güvenli sistemler, yukarıda belirtilen kriterler göz önüne alınarak doğrudan olmayan çoklu topraklamanın etkisinin yeterli doküman haline getirilmiş uygun bir analiziyle desteklenmelidir. Parafudur cihazlarının kapasitansı ve endüktansı kendinden güvenli sistemin değerlendirilmesinde dikkate alınmalıdır.

Ek F kendinden güvenli bir sistemin darbe korumasının tasarımının bazı hususlarını belirtir.

## 11 Kendinden güvenli bir sistemin değerlendirilmesi

### 11.1 Genel

Bir sistem ayrı olarak IEC 60079-11'e uygun olmayan cihaz ihtiva ettiği durumda bu sistem bir bütün olarak analiz edilmelidir. Bu sistem sanki tek bir cihaz gibi analiz edilmelidir. Kategori "ia" sistem IEC 60079-11 Madde 5.2'deki kriterlere uygun olarak analiz edilmelidir. Kategori "ib" sistem IEC 60079-11 Madde 5.3'teki kriterlere uygun olarak analiz edilmelidir. Cihazın içindeki hatalara ilâve olarak Madde 11.3'te verilen saha bağlantısı içindeki hatalar ayrıca dikkate alınmalıdır.

**Not 1** – Bir bütün olarak sisteme hataların uygulanmasının cihazın her bir parçasına hataların uygulanmasından daha kolay olduğunun farkına varılmıştır. Bununla birlikte bu durumun kabul edilebilir bir güvenlik seviyesini sağladığı kabul edilir.

Bütün gerekli bilgilerin mevcut olduğu durumda IEC 60079-11'e uygun olan cihaz kullanılırken bir bütün olarak sisteme hata sayısının uygulanmasına izin verilir. Bu durum ayrı olarak analiz edilen veya deneyden geçirilen cihazın giriş ve çıkış karakteristiklerinin daha çok açık olarak yapılan mukayesesine alternatif bir çözümdür. Bir sistem sadece IEC 60079-11'e uygun ayrı olarak analiz edilmiş veya deneyden geçirilmiş cihaz ihtiva ettiği durumda sistemin ihtiva ettiği bütün cihazların uyumluluğu gösterilmelidir. Cihaz içindeki hatalar önceden dikkate alınmış olduğundan bu hataların ilâve olarak yeniden incelenmesi gerekli değildir. Bir sistem tek bir güç kaynağı ihtiva ettiği durumda güç kaynağının çıkış parametreleri muhtemel kablo arızalarını dikkate alır ve sonuç olarak bu arızaların tekrar dikkate alınmasına gerek yoktur. Ek A, bu basit devrelerin analizinin ilâve ayrıntılarını ihtiva eder.

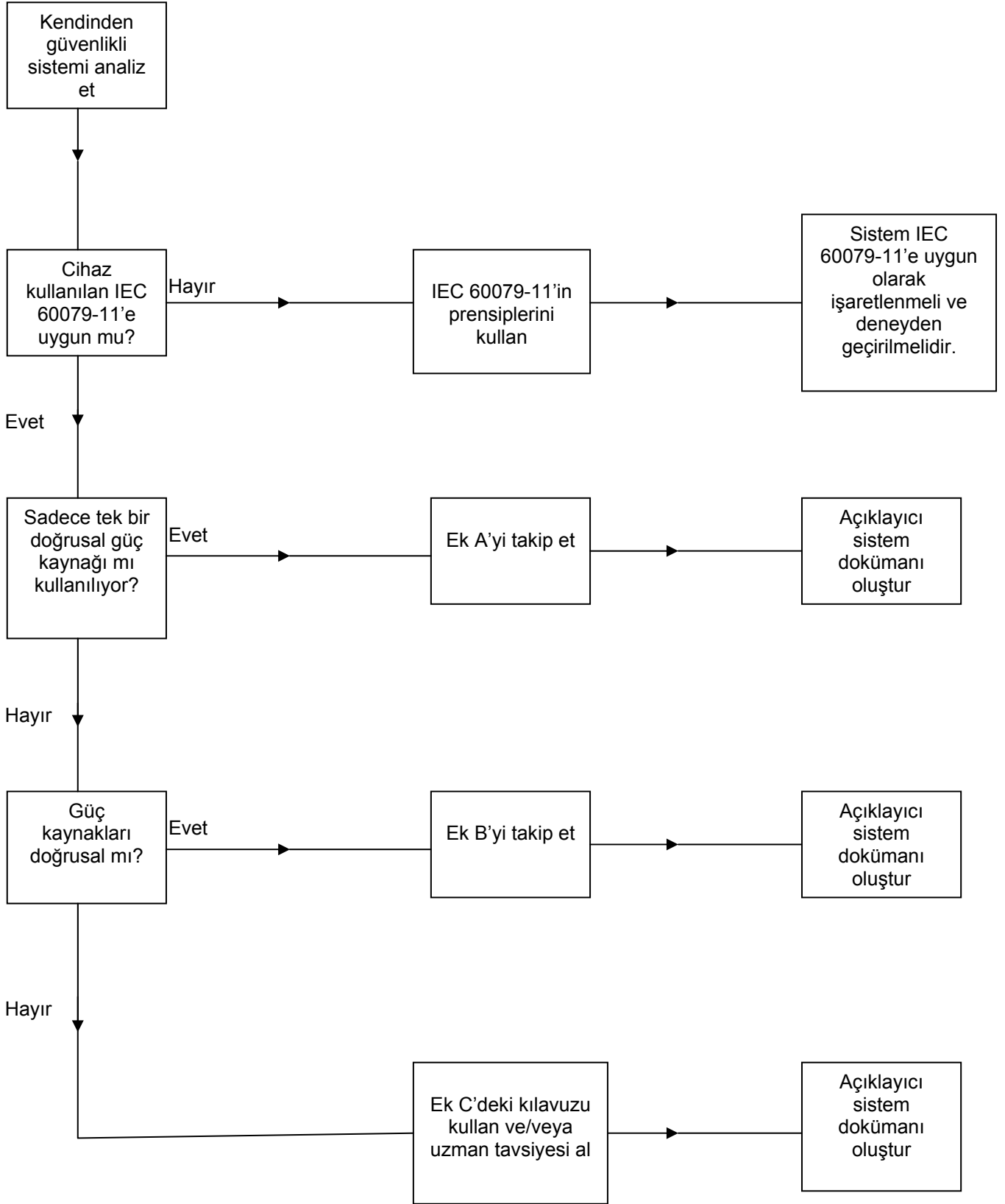
Cihaz ayrı kendinden güvenli devreleri muhtemel olarak birbirlerine bağlayabildiği durumda, örnek olarak iki ayrı direnç sargılı dirençli termometre gibi, birbirlerine bağlanmış devreler tek bir devre olarak değerlendirilmelidir.

Bir sistem birden daha fazla doğrusal güç kaynağı ihtiva ettiğinde, bu durumda birleşik güç kaynaklarının etkisi analiz edilmelidir. Ek B, çok sık olarak oluşan kombinasyonlarında kullanılacak olan analizi gösterir.

Kendinden güvenli bir sistem birden daha fazla güç kaynağı ihtiva ederse ve bu kaynakların birisi veya daha fazlası doğrusal değilse, Ek B'de tanımlanan değerlendirme metodu kullanılamaz. Kendinden güvenli sistemin bu tipi için kombinasyon tek bir doğrusal olmayan güç kaynağı ihtiva ederse Ek C sisteminin nasıl yapılabildiğini açıklar.

**Not 2** – İlâve uzman tavsiyesi gerekliyse bu tavsiye, IECEx programı altında kabul edilmiş onaylama kurumu (ACB) gibi bir kurumdan alınmalıdır.

Şekil 1 sistem analizinin prensiplerini gösterir.



Şekil 1 – Sistemlerin analizi

### 11.2 Endüktif devrelerin analizi

Bir cihaz dokümantasyon veya yapılaştan dolayı iyi tanımlanmış endüktans ve dirence sahip olduğu durumda sistemin endüktif hususlarının güvenliği Ek D'de tanımlanan işlemle onaylanmalıdır.

### 11.3 Saha bağlantısındaki hatalar

Saha bağlantısı hatasının incelenmesini gerektiren bir sistem tasarımı sırasında aşağıdaki hatalar uygulanmalıdır.

- a) Herhangi bir sayıdaki saha bağlantı iletkenleri açık devre edilmelidir.
- b) Herhangi bir sayıdaki saha bağlantı iletkenleri ile ekranları arasında kısa devre edilmelidir.
- c) Herhangi bir noktada zırha veya kuşaklanmış yapıya olan hata . Bu analizin amaçları için yapıdaki veya zırhtaki dönüş yolunun sıfır empedansa sahip olduğu ve devreye herhangi bir akım veya gerilim uygulamadığı kabul edilmelidir.

İç bağlantı kablolarının kabul edilebilir parametreleri IEC 60079-11 Madde 10.4.2'ye uygun 1,5 güvenlik faktörü kullanılarak hesaplanmalıdır.

### 11.4 Tip onayları ve tip deneyleri

Bir sistemin yeterli şekilde güvenliğini sağlamak için tip onaylarının ve tip deneylerinin yapılmasının gerekli olduğu durumda IEC 60079-11 Madde 10'da belirtilen metotlar kullanılmalıdır.

## 12 İşaretleme

Sistem içindeki bütün cihazlar kolaylıkla tanınabilir olmalıdır. 'Basit cihaz' olması durumunda izlenebilir cihaz tanımlama etiketi kabul edilebilir.

Asgarî özellik, ilgili açıklayıcı sistem dokümanının kolaylıkla izlenebilir olmasıdır. Bir kabul edilebilir teknik ise sırasıyla açıklayıcı sistem dokümanını listeleyen ve çevrimsel (loop) dokümanını tanımlayan açık cihaz çevrim sayısıdır.

Sistem bütün olarak değerlendirildiği ve IEC 60079-11'e uygun bulunduğu durumda cihazın her bir parçası IEC 60079-11'e uygun olarak işaretlenmelidir.

## Ek A

### Kendinden güvenli basit bir sistemin değerlendirilmesi

Bu basit analiz sadece söz konusu sistem tek bir güç kaynağı kullandığında uygulanabilir.

Şekil A.1'deki örnekte gösterilen basit sistemin kabul edilebilirliğini belirleme işlemi aşağıdaki gibi olmalıdır.

- a) Belgelendirilmiş cihazın münferit iki parçası için bilgiler dikkate alınarak sistemin kategorisi veya grup alt bölümleri belirlenir. Sistem cihazın iki parçasının en düşük ortak paydasını kabul eder. Böylece cihazın herhangi bir parçası "ib" ise bu durumda sistem "ib" dir. Grup alt bölümü, azalan hassasiyet sırasında en az hassas grup IIC, IIB, IIA vasıtasıyla belirlenir. Şekil A.1'de gösterilen örnekte sistem Ex ia IIC olur. Sistemdeki farklı bölümlerin farklı kategoriye ve sınıflandırmaya sahip olmasına izin verilir. Bu şartlarda açıklayıcı sistem dokümanı devrelerin ayrı bölümlerini açık olarak tanımlamalıdır.
- b) Gerilim, akım ve güç parametreleri aşağıdaki gibi kontrol edilir.

$$U_0 \leq U_i$$

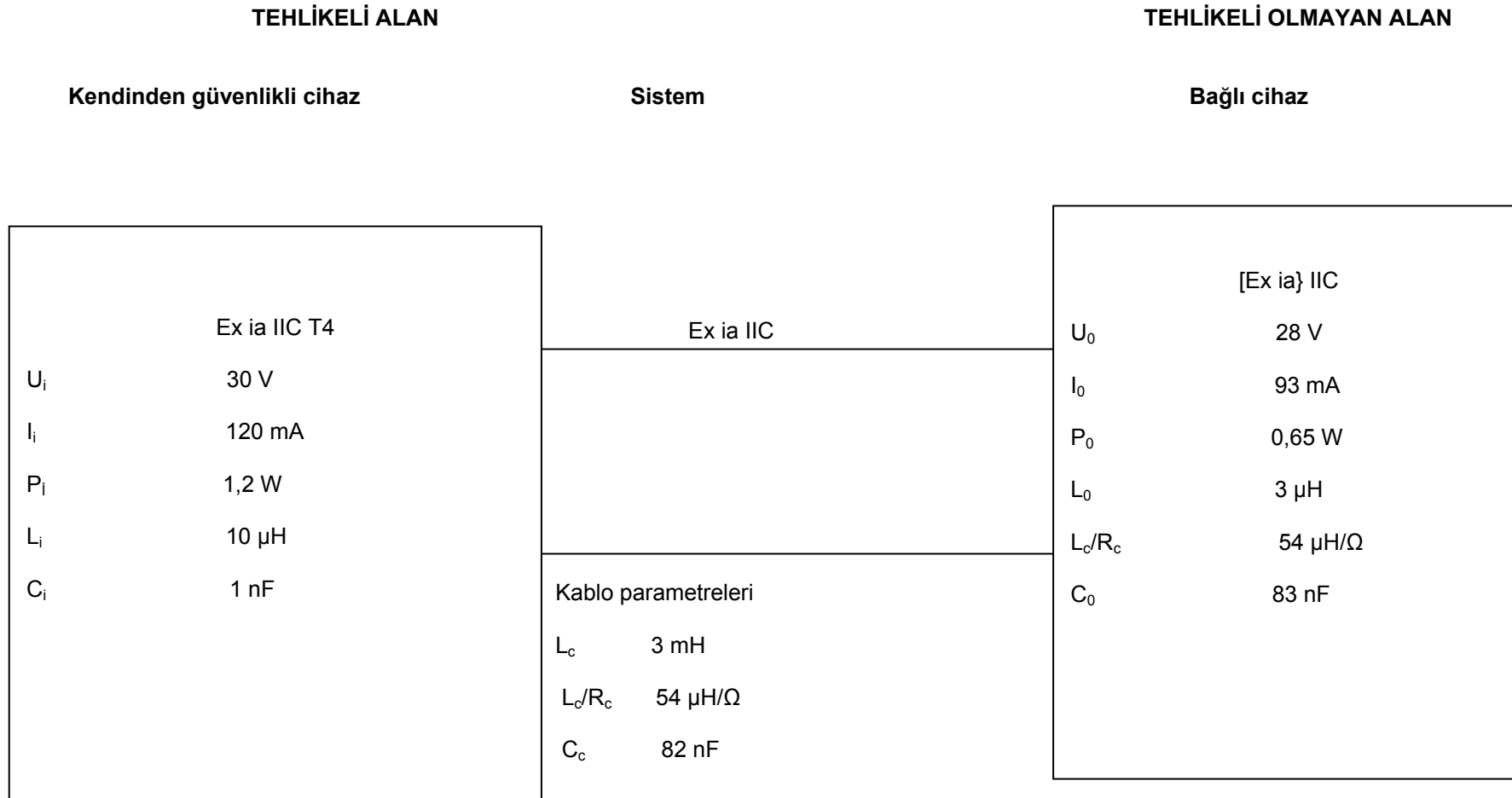
$$I_0 \leq I_i$$

$$P_0 \leq P_i$$

Kendinden güvenli cihazın etkin giriş direnci belirtildiği durumda izin verilen giriş akımının hesaplanması bu parametreyi ihtiva edebilir. Gösterilen örnekte hiçbir problem yoktur.

- c) Bağlı kaynağın akım veya güç parametrelerine bağlı olabilen kendinden güvenli cihazın sıcaklık sınıflandırılması belirlenir.
- d) En büyük izin verilen kablo kapasitansı  $[C_c]$  güç kaynağı için izin verilen kapasitanstan  $[C_0]$  kendinden güvenli cihazın etkin giriş kapasitansının  $[C_i]$  çıkarılmasıyla elde edilir. Diğer bir ifadeyle  $C_c = C_0 - C_i$  dir.
- e) En büyük izin verilen kablo endüktansı  $[L_c]$  güç kaynağı için izin verilen endüktanstan  $[L_0]$  kendinden güvenli cihazın etkin giriş endüktansının  $[L_i]$  çıkarılmasıyla elde edilir. Diğer bir ifadeyle  $L_c = L_0 - L_i$  dir.
- f) Güç kaynağı bir dirençle sınırlı doğrusal kaynak olduğu durumda izin verilebilir  $L_c / R_c$  oranı Ek D'ye uygun olarak belirlenir.

Bazı güç kaynakları, örnek olarak alternatif akım işaretleri için amaçlanan şönt diyotlu güvenlik bariyerleri gibi çift yönlü olabilir. Bu şartlarda her iki polarite çıkışlarının etkisi dikkate alınmalıdır.



Şekil A.1 – Bağlı cihaz ile kendinden güvenli cihazın birbirlerine bağlantısı

## Ek B

### Birden fazla güç kaynağı bulunan devrelerin değerlendirilmesi

Bu analiz sadece göz önüne alınan güç kaynakları doğrusal dirençle sınırlandırılmış çıkış kullandığında uygulanabilir. Akım sınırlamanın diğer biçimlerini kullanan güç kaynaklarına bu analiz uygulanmaz.

IEC 60079-14, Ek B kesin sonuçları veren güvenli bir tesis sağlayan basit bir işlemi ihtiva eder ve bu eke bir alternatif olarak kullanılabilir.

Birden daha fazla güç kaynağının olduğu ve IEC 60079-11'e uygun mekanik kararlılık ve uygun fark gözetme sağlamak için iç bağlantıların kontrol edilen şartlar altında yapıldığı durumda iç bağlantıların açık ve kısa devre yapmada başarısız olduğu, ancak bağlantıların ters çevrilmesinde veya seri bağlantının paralel bağlantıya veya paralel bağlantının seri bağlantıya değişmesinde ise başarısız olmadığı kabul edilir. Bir raf içinde veya uygun kalite kontrol ve deney düzenekleri olan bir yerde yapılmış olan bir panoda yapılan iç bağlantılar gerekli olan bütünlüğün yeterli derecesinin bir örneğidir.

Şekil B.1 olağan seri bağlı kombinasyonu gösterir. Bu seri bağlı durum,  $U_1 + U_2$  toplamına eşit olan  $U_0$  açık devre gerilimini meydana getirir, ancak  $U_1 - U_2$  değerine eşit bir gerilimin olasılığını dikkate almaz. Sistem güvenliğinin dikkate alınmasında üç gerilim  $U_1$ ,  $U_2$  ve  $U_0 = U_1 + U_2$  ve bunlara karşılık gelen  $I_1$ ,  $I_2$  ve bunların birleşimi,

$$I_0 = \frac{U_1 + U_2}{R_1 + R_2} \text{ akımları birlikte göz önüne alınır.}$$

Üç eşdeğer devrenin her biri IEC 60079-11 Çizelge A.1 kullanılarak güvenlik için değerlendirilmelidir. Daha sonra  $L_0$ ,  $L_0/R_0$  ve  $C_0$  değerleri her bir devre için oluşturulmalı ve en problem yaratacak değer kendi ilgili eşdeğer devresiyle birlikte kullanılmalıdır.

1,5 olan güvenlik faktörü bütün şartlarda bu değerlerin belirlenmesinde kullanılmalıdır.

**Not** – İki gerilim eklendiği durumda birleşik devre kapasitif rakamı belirler. Ancak, endüktans ve  $L_0/R_0$  oranı kendilerinin göz önüne alındığı ayrı devrelerin biri vasıtasıyla belirlenebilir. En küçük endüktans daima en büyük devre akımıyla aynı zamanda meydana gelmez ve en küçük  $L_0/R_0$  oranı da en küçük endüktans ile aynı zamanda meydana gelmeyebilir.

Eşdeğer devrelerin her birisinden mevcut olan uyumlaştırılmış güç belirlenmelidir. Birleşik devrenin uyumlaştırılmış gücü, kaynaklar aynı çıkış akımına sahip olduklarında sadece her bir devreden mevcut olan gücün toplamıdır.

Güç kaynakları Şekil B.2'de gösterildiği gibi paralel bağlandığında üç akım  $I_1$ ,  $I_2$  ve  $I_0 = I_1 + I_2$  bunlara karşılık gelen  $U_1$ ,  $U_2$  ve

$$U_0 = \frac{U_1 R_2 + U_2 R_1}{R_1 + R_2} \text{ gerilimleri dikkate alınmalıdır.}$$

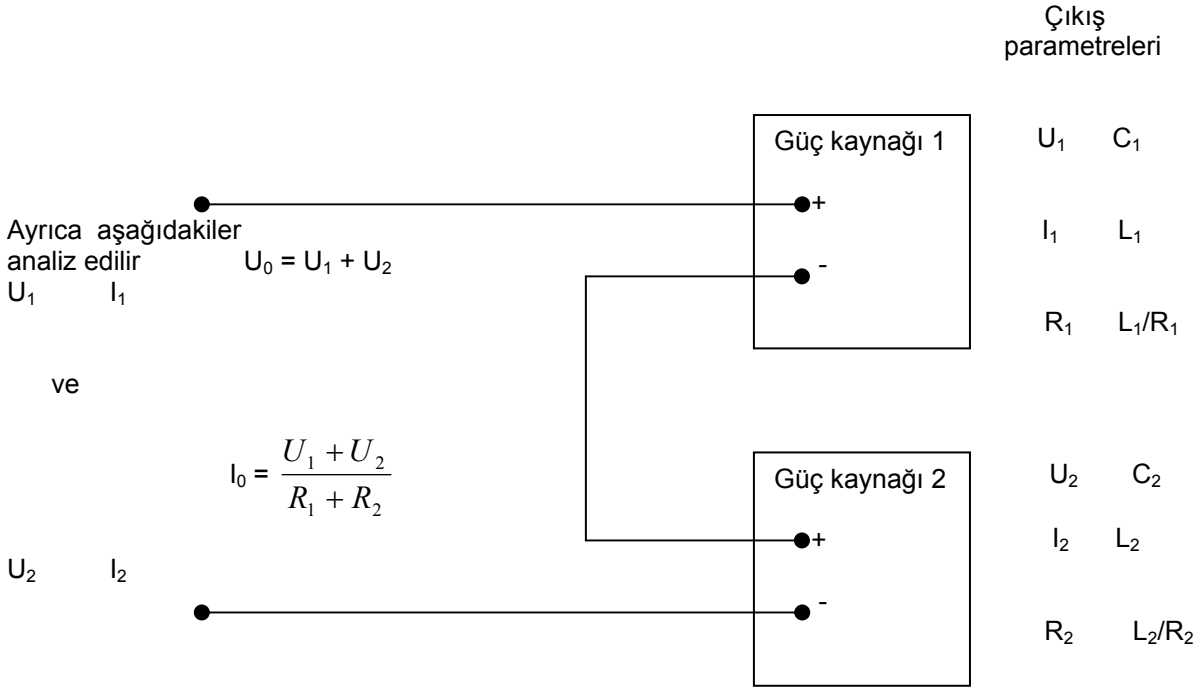
Üç eşdeğer devrenin her biri IEC 60079-11 Çizelge A.1 kullanılarak güvenlik için değerlendirilmelidir. Daha sonra  $L_0$ ,  $L_0/R_0$  ve  $C_0$  değerleri her bir devre için oluşturulmalı ve en problem yaratacak değer kendi ilgili eşdeğer devresiyle birlikte kullanılmalıdır. Üç eşdeğer devrenin her birisinden mevcut olan uyumlaştırılmış güç ayrıca elde edilmelidir. Birleşik devrenin uyumlaştırılmış gücü, sadece kaynaklar aynı çıkış gerilimine sahip olduklarında her bir devreden mevcut olan gücün toplamıdır.

İki güç kaynağı kendinden güvenli aynı devreye bağlandığı ve bunların iç bağlantıları Şekil B.3'te gösterildiği gibi güvenli iç bağlantılar tarafından iyi bir şekilde tanımlanmadığı durumda güç kaynaklarının hem seri hem de paralel bağlanabilmesi olasılığı mevcuttur. Bu durumlarda bütün muhtemel eşdeğer devreler düzenlenen her iki işlemde sonra değerlendirilmelidir. En problem yaratacak çıkış parametreleri ve eşdeğer devreler kendinden güvenli sistemin bütünlüğünü elde etmek için kullanılmalıdır.

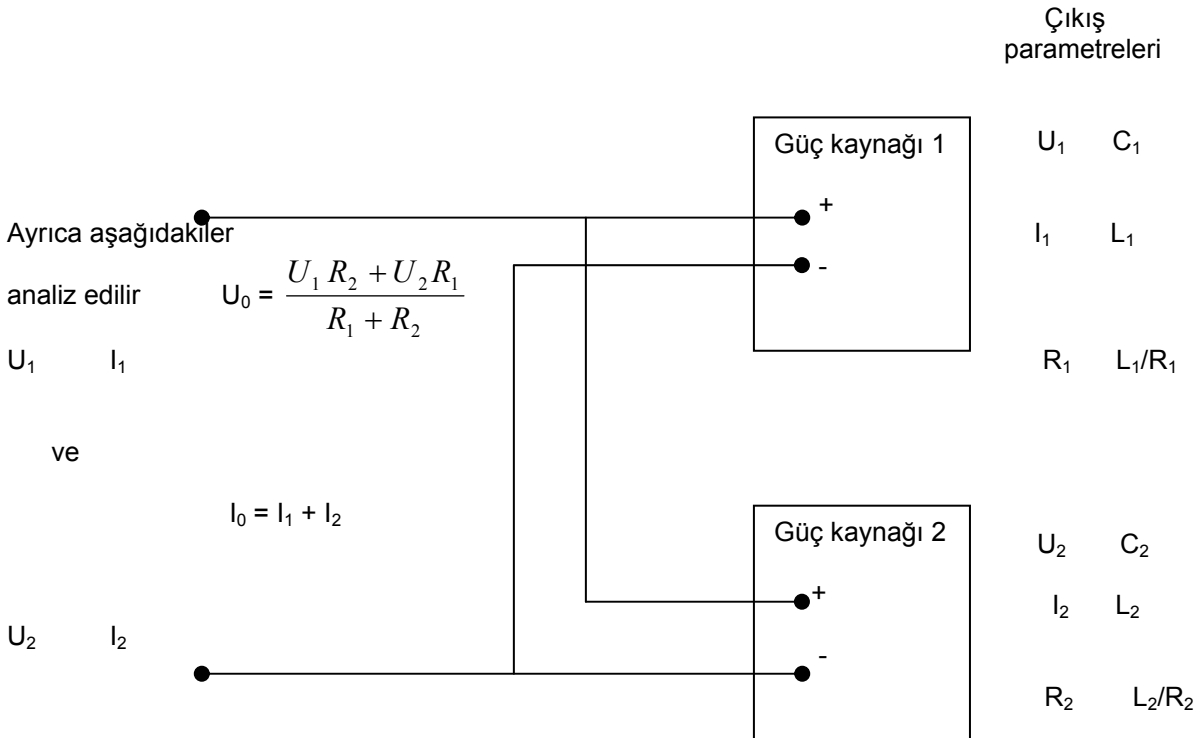
Tehlikeli alan cihazı, kendisinin önemli çıkış parametrelerine sahip olması sonucunu meydana getiren bir güç kaynağı ihtiva edebilir (örnek olarak iç bataryalardan). Bu durum meydana geldiğinde sistemin analizi, bağlı cihazdaki herhangi bir güç kaynağı ile bu güç kaynağının kombinasyonunu ihtiva etmelidir. Böyle bir analiz normal olarak saha bağlantısındaki muhtemel hatadan dolayı birbirlerine olan iç bağlantının tersine çevrilmesini ihtiva etmelidir.

Temsili eşdeğer devreler oluşturduktan sonra bu devreler tek bir güç kaynağı varmış gibi kullanılabilir ve Ek A'da önceden açıklanmış olan işlem sistemin bir bütün olarak kabul edilebilir güvenli olup olmadığını belirlemek için kullanılabilir.

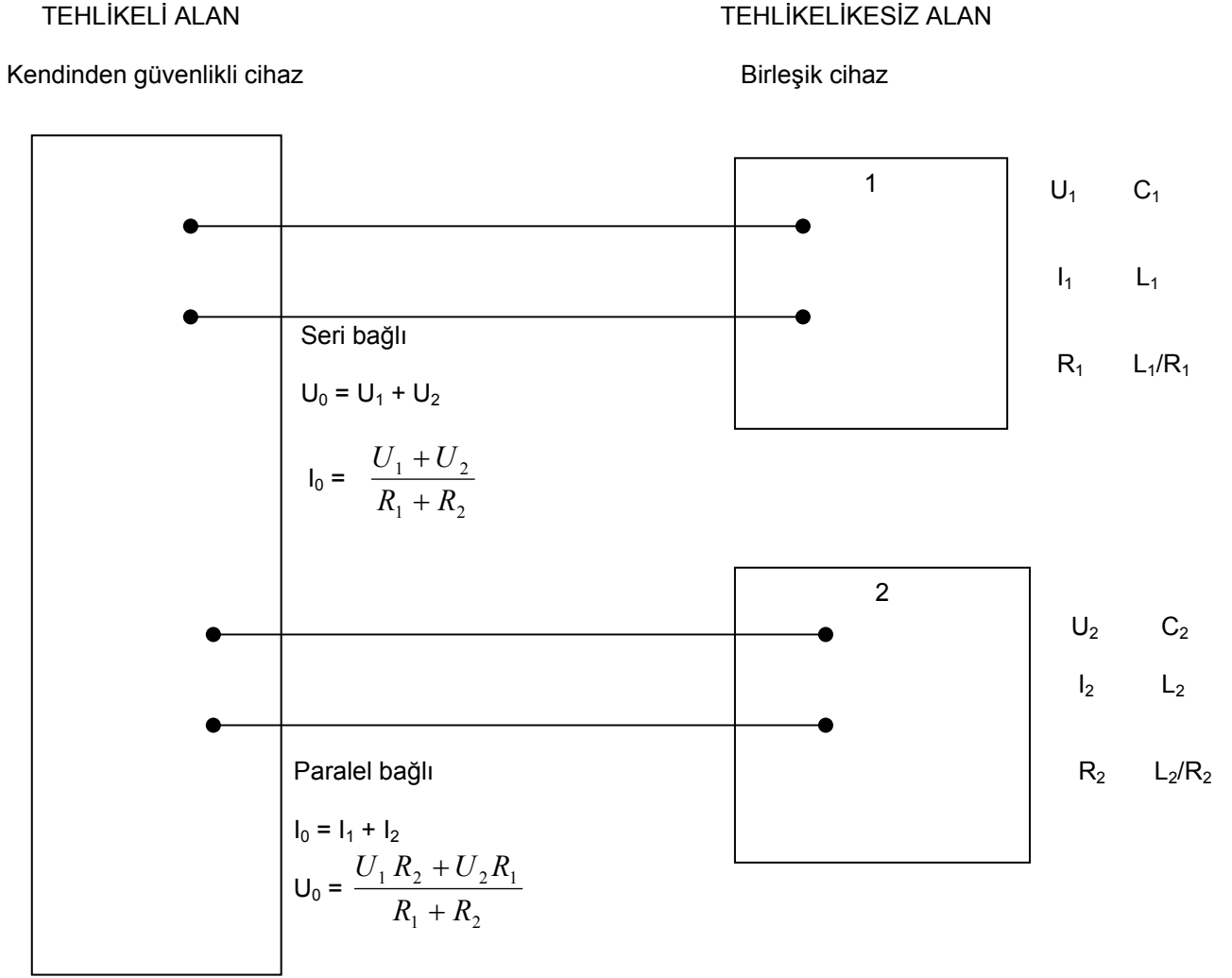
Farklı çıkış gerilimleri olan iki veya daha fazla güç kaynağı birbirlerine bağlandıklarında bu durumda oluşan sirkülasyon akımı regülasyon devrelerinde ilâve kayba sebep olabilir. Devrelerin geleneksel akım sınırlama direncine sahip olduğu durumda ilâve kaybın kendinden güvenliği olumsuz olarak etkilemediği kabul edilir.



Şekil B.1 – Seri bağlı güç kaynakları



Şekil B.2 – Paralel bağlı güç kaynakları



## Açıklama

- 1 Güç kaynağı 1
- 2 Güç kaynağı 2

Şekil B.3 – Rasgele bağlanmış güç kaynakları

## Ek C (Bilgi için)

### Doğrusal ve doğrusal olmayan kendinden güvenli devrelerin birbirlerine bağlantısı

Bu konu uzun bir süredir etkin inceleme altında olup, hala geliştirilmeye devam edilmektedir. Bu ek büyük bir deney merkezinin dikkate aldığı görüşü içermektedir ve etraflı olarak yeniden gözden geçirilmiştir. Şu anda mevcut olan en kapsamlı bilgidir ve kullanımına ilişkin geniş bir tecrübe de bu eke dahil edilmiştir.

Doğrusal olmayan güç kaynaklarının uygulanması ve tasarımı uzman bilgisini ve uygun deney cihazlarına erişilmesini gerektirir. Yetkili bir deney merkezi özel bir güç kaynağının yeterince güvenli olduğu konusunda kendisinin ikna olduğu durumda bu standarda uygun olarak bir sistem tasarımılamasına izin verilebilir. Böyle bir sistemle ilgili özel şartlar birlikte verilen dokümantasyonda açık olarak ifade edilmelidir.

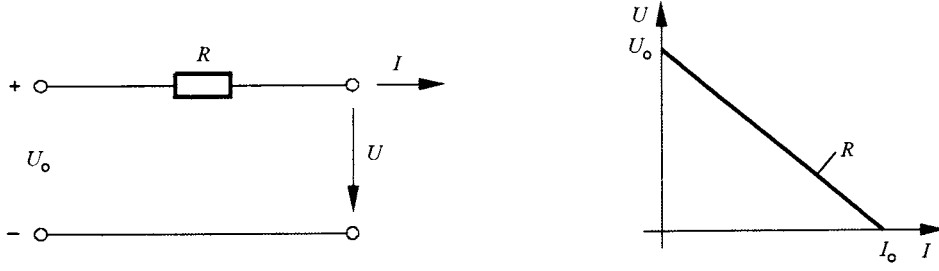
Doğrusal olmayan çıkışlar kullanan güç besleme kaynaklarının bir kombinasyonunun güvenlik analizi yapıldığı durumda iki devrenin etkileşimi regülasyon devresi bileşenlerindeki kayıpta önemli bir artışa sebep olabilir. Bu faktör dikkate alınmalıdır. Doğrusal ve/veya yamuk biçiminde işaretler veren kaynaklarla birleşik regülasyon yarı iletkenleri ihtiva eden sadece bir güç kaynağına sahip olunması tavsiye edilir.

#### C.1 Giriş

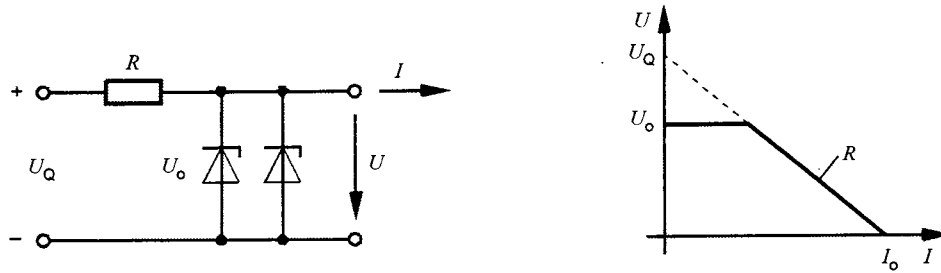
IEC 60079-14'deki tesis kuralları, operatöre birçok kendinden güvenli devreyi birbirlerine bağlayarak birleştirmek için tehlikeli bir alanının kontrol etmesine izin verir. Bu durum ayrıca birçok 'bağlı cihazın' (diğer bir ifadeyle normal çalışmada veya sadece arıza şartları altında aktif) bulunduğu durumu da ihtiva eder (IEC 60079-14 Madde 12.2.5.2'ye bakılmalıdır). Bu yapıldığı yerlerde birbirine bağlantının kendinden güvenliğinin hesaplanmış veya deneye bağlı doğrulandığında bir deney merkezi veya yetkili bir mühendis bulundurmak gerekli değildir.

Deneye bağlı doğrulama, birleşik elektrikli cihazın güvenlik faktörü dikkate alınarak IEC 60079-11'e göre standard kıvılcım deney cihazı kullanılarak yapılmalıdır. Bu durumda en olumsuz tutuşma şartlarına yol açan bazı arıza şartları – 'en kötü durum' yaklaşımı – dikkate alınmalıdır. Böylece doğrulamanın bu metodu çoğunlukla pratikteki zorlukları karşılar ve genellikle deney işlemleri için kullanılır.

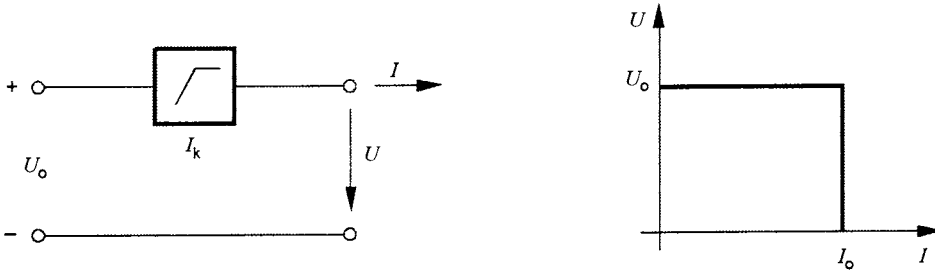
Birbirine bağlantının hesaplama vasıtasıyla olan bir değerlendirilmesi, mevcut elektrikli kaynakları Şekil C.1a)'da gösterildiği gibi doğrusal bir iç dirence sahipse en azından direnç devreleri için kolaylıkla yapılabilir. Bu durumda IEC 60079-11'deki tutuşma sınırı eğrileri uygulanır ve IEC 60079-14 Ek A veya bu standard da Şekil C.7 ve Şekil C.8'de tanımlanan metot kullanılabilir.



Şekil C.1a) – Doğrusal karakteristikler



Şekil C.1b) – Yamuk biçimindeki karakteristikler

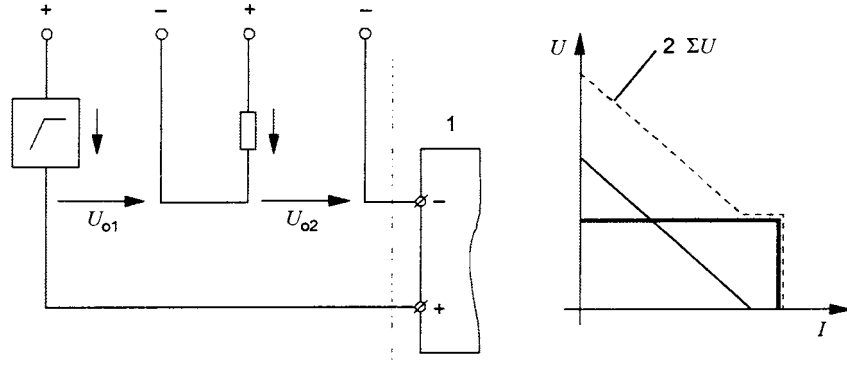


Şekil C.1c) – Dikdörtgen biçimindeki karakteristikler

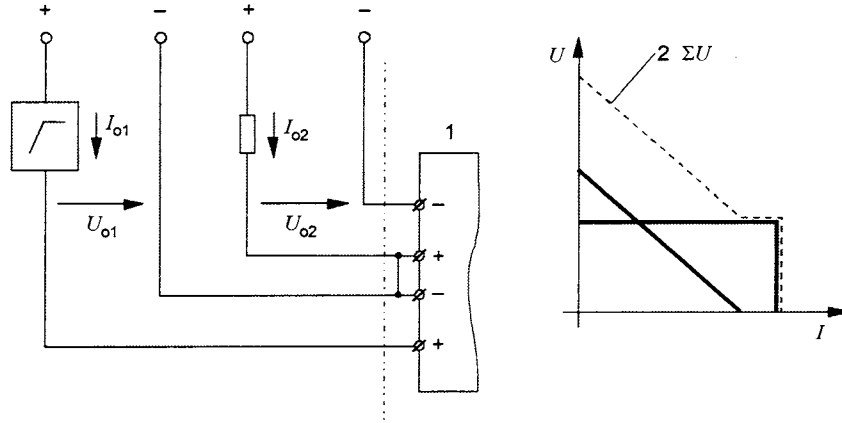
Şekil C.1 – Direnç devrelerinin eşdeğer devresi ve çıkış karakteristikleri

Birinci adım bağlı cihazdan kaynaklanan akım ve gerilimin yeni en büyük değerlerini değerlendirmektir. Bağlı cihazlar Şekil C.2a)'da gösterildiği gibi birleştirilirse seri bir bağlantı elde edilir. Münferit alt elemanların en büyük açık devre gerilim değerleri,  $U_0$ , toplanır ve alt elemanların kısa devre akımlarının en büyük değeri  $I_0$  alınır. Şekil C.2c)'deki gibi olan bir düzenlemede paralel bağlantı elde edilir. Açık devre geriliminin en büyük değeri alınırken kısa devre akımları toplanır.

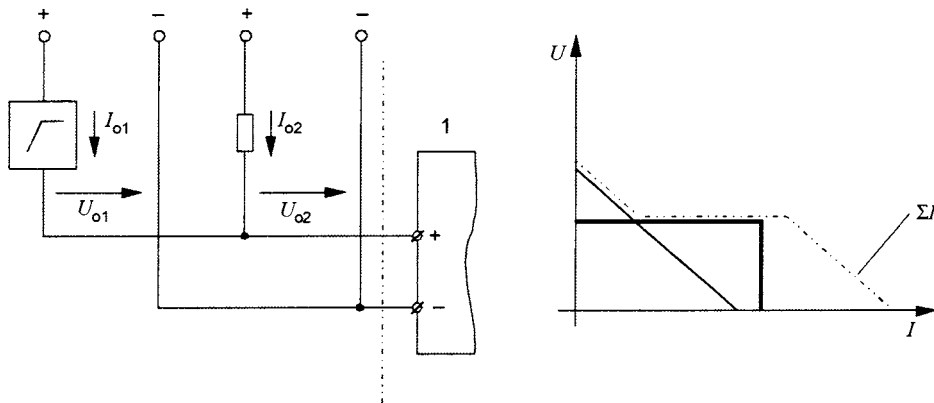
Cihazın düzenlenmesi polariteye göre açık bir şekilde tanımlanmamışsa (Şekil C.2e)'de olduğu gibi) dikkate alınan arıza durumuna bağlı olarak seri veya paralel bağlantı olabilir. Bu durumda her ikisi için ancak ayrı olarak gerilim ilâvesi ve akım ilâvesi kabul edilmelidir. En olumsuz değerler bir temel olarak alınmalıdır.



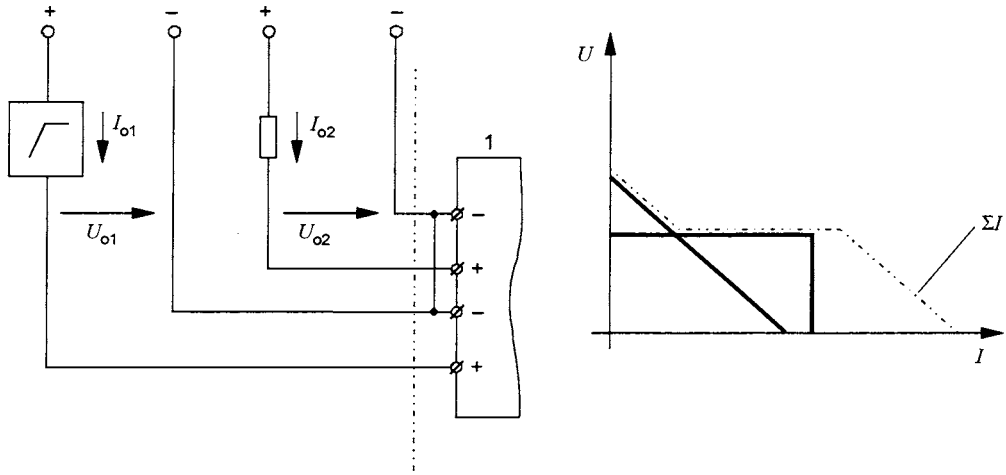
Şekil C.2a) – Gerilim ilâvesinin olduğu seri bağlantı



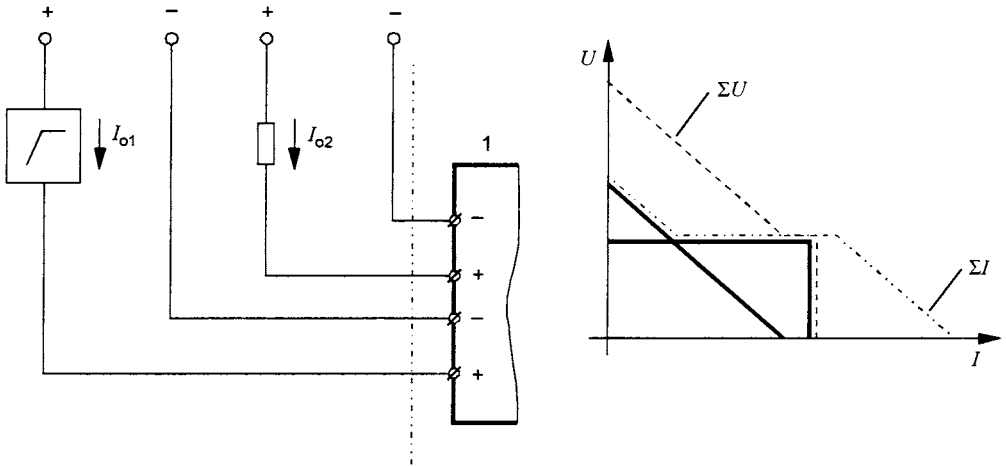
Şekil C.2b) – Gerilim ve muhtemel akım ilâvesinin olduğu seri bağlantı



Şekil C.2c) – Akım ilâvesinin olduğu paralel bağlantı



**Şekil C.2d)** – Akım ve muhtemel gerilim ilâvesinin olduğu paralel bağlantı



**Şekil C.2e)** – Akım ve gerilim ilâvesinin olduğu seri veya paralel bağlantı

**Şekil C.2** – Birbirlerine olan bağlantılar için akım ve/veya gerilim ilâvesi

Akım ve gerilimin yeni en büyük değerlerinin belirlenmesinden sonra kombine devrenin kendinden güvenliği, direnç devresi için güvenlik faktörü dikkate alınarak IEC 60079-11'de verilen tutuşma sınır eğrileri vasıtasıyla kontrol edilmeli ve harici endüktans  $L_0$  ile kapasitans  $C_0$ 'ün yeni en büyük izin verilebilir değerleri belirlenmelidir. Ancak, burada IEC 60079-14 Ek A'da verilen işlem aşağıda verilenlerin sebep olduğu bir zafiyet gösterir.

- En büyük izin verilebilir endüktanslar sadece 24 V olan en büyük gerilim için geçerlidir.
- Hem endüktansın hem de kapasitansın oluşması dikkate alınmaz.

Sadece açık devre gerilimlerini ve kısa devre akımlarını esas alınarak işleme devam edilirse elde edilen güvenlik faktörü, 20 V üzerindeki gerilim aralığında arzu edilen 1,5 değerinden yaklaşık olarak 1,0'e kadar azalır. Bütün münferit cihazlar kategori "ia" yı karşılarsa bile IEC 60079-14'göre olan birbirine bağlantı genel olarak sadece kategori "ib" yi karşılayabilmesinden dolayı bu durum kabul edilebilir görünür. Ancak, düşük gerilimler olması durumunda güvenlik faktörü 1,0 değerinin altına önemli derecede düşebilir. Böyle bir yaklaşım güvenlik açısından etkin olmaz.

Bir devre içinde bir veya daha fazla aktif kaynak doğrusal olmayan karakteristiklere sahipse, yüksüz gerilimler ve kısa devre akımlarının esas alan değerlendirme sadece orijinal amacı karşılamaz.

Uygulamada 'yamuk' biçiminde çıkış karakteristiğine sahip kaynaklar (Şekil C.1b'ye bakılmalıdır) kullanılır ve elektronik akım sınırlayıcı cihazlar kullanılırsa 'dikdörtgen' çıkış karakteristikleri (Şekil C.1c'ye bakılmalıdır) çoğunlukla meydana gelir. Böyle devreler için IEC 60079-11'deki tutuşma sınır eğrileri kullanılamaz. Bundan dolayı bu standard, diyagramlar vasıtasıyla doğrusal olmayan devreler dahil şebekelerin kombinasyonunun güvenlik değerlendirilmesine izin veren bir metodu tanımlar. Yeni bir bilgisayar destekli kıvılcım tutuşma modeli, hem doğrusal olmayan kaynaklar hem de devredeki kapasitans ve endüktansın aynı zamanda meydana gelmesi için elde edilecek olan istenen güvenlik faktörünü sağlar.

Burada anlatılan işlem bölge 1 ve patlama grubu IIC ile IIB içindir. Sadece basit dikdörtgen veya doğrusal devreler olması durumunda münferit devrelerin veya kendinden güvenlik parametrelerinin tanımlanması cihazı açıklamak için kullanılacak olan birbirine bağlantı için bir ölçü aletinin burada önerildiği vurgulanmalıdır.

## C.2 Doğrusal olmayan devrelerin temel tipleri

### C.2.1 Parametreler

Aktif devrelerin kendinden güvenliği değerlendirilirken iç direncin ve kaynak geriliminin bilinmesi gereklidir. En basit durumda kaynak,  $U_0$  gerilim ve  $R_i$  iç direnç ile veya  $U_0$  ve  $I_0$  kısa devre akımıyla olmak üzere iki (sabit) elektrikli değer ile karakterize edilebilir (Şekil C.1a)'ya bakılmalıdır).  $U_0$  çoğunlukla zener diyotlarla belirlenir.  $U_0$  ve  $I_0$  IEC 60079-11'de tanımlanan arıza şartları altında meydana gelebilen en büyük değerlerdir. Şekil C.1a)'da belirtilen durumda karakteristik doğrusaldır. Bununla birlikte uygulamada sadece birkaç devre bu basit şekilde temsil edilebilir.

Örnek olarak harici akım sınırlama direnci ile donatılmış bir batarya hiçbir sabit iç dirence sahip değildir. Aynı şekilde kaynak gerilimi şarjın derecesinin bir fonksiyonu olarak değişir. Bu şekildeki pratik devrelerin davranışını incelemek için bu devreler, açık olarak gerçek devreden daha az tutuşmaya sebep olma yeteneğinde olmayan kendilerinin daha basit eşdeğer devreleri tarafından temsil edilirler. Batarya olması durumunda en büyük açık devre  $U_0$  olarak ve harici direnç ise Şekil C.1a)'daki  $R_i$  olarak alınabilir. Bu eşdeğer devre doğrusal bir karakteristiğe sahiptir.

Ayrıca doğrusal olmayan devreler çoğunlukla Şekil C.1b) ve Şekil C.1c)'de gösterilen iki temel tipe indirgenebilir. Yamuk biçimindeki karakteristikli (Şekil C.1b) kaynak çıkış uçlarında bir gerilim kaynağından, bir dirençten ve ilâve gerilim sınırlayıcı bileşenlerden (örnek olarak zener diyotlar) meydana gelir. Şekil C.1c)'deki dikdörtgen karakteristik bir elektronik akım düzenleyici vasıtasıyla sınırlandırılmış akıma sahiptir.

Farklı şebekelerin çıkış gücü göz önüne alınırsa, ateşleme kıvılcımı ayrıca bir 'yük' ve göz önüne alınacak olan besleme kaynağına bunun uyumlaştırılmasından dolayı farklı ateşleme sınırı değerlerinin uygulanacağı açık olarak görülür. Şekil C.1a)'da gösterilen güç kaynağından elde edilen mevcut en büyük güç aşağıdaki gibidir:

$$P_{\text{enbüyük}} = \frac{1}{4} U_0 \times I_0$$

ve yamuk biçimindeki karakteristik (Şekil C.1b)) için ise,

$$P_{\text{enbüyük}} = \frac{1}{4} U_Q \times I_0 \quad (U_0 > \frac{1}{2} \times U_Q \text{ için}), \text{ veya}$$

$$P_{\text{enbüyük}} = U_Q \times (U_Q - U_0) / R \quad (U_0 \leq \frac{1}{2} \times U_Q \text{ için})$$

dır.

Şekil C.1b))'deki yamuk biçimindeki karakteristik  $U_Q$  sonsuza doğru giderken Şekil C.1c))'deki dikdörtgen karakteristik halini alır.

Burada:

$$P_{\text{enbüyük}} = U_0 \times I_0$$

dır.

Bir kaynağın komple elektrikli tanımı için doğrusal ve dikdörtgen karakteristikler için iki parametreye ve yamuk karakteristik (Çizelge C.1) için ise üç parametreye ihtiyaç vardır.

#### Çizelge C.1 – Çıkış karakteristiklerini tanımlamak için gerekli parametreler

Karakteristik	Gerekli parametreler
Doğrusal, Şekil C.1a)	$U_0, I_0$ veya $U_0, R$
Yamuk, Şekil C.1b)	$U_0, U_Q, R$ veya $U_0, R, I_0$ veya $U_0, U_Q, I_0$
Dikdörtgen, Şekil C.1c)	$U_0, I_0$

#### C.2.2 Belgelerde verilen bilgiler

IEC 60079-14 Madde 12.2.1 veya Madde 12.3'e göre aktif kendinden güvenli devreleri olan cihaz belgelendirilmesi gerektiğinden dolayı kendinden güvenli devreler ile kombine olması gereken münferit cihaz için karşılık gelen elektriksel parametreleri ihtiva eden daima bir deney belgesinin olduğu kabul edilebilir.

Güvenlik amaçlı herhangi bir değerlendirmede birinci adım münferit devrelerin karakteristik tipinin ve birleşik elektriksel parametrelerinin belirlenmesi olmalıdır. Cihazların devre düzenlemeleri ve iç yapılışı kullanıcı veya operatör tarafından normal olarak bilinmediğinden bunlar deney sertifikasında verilen elektrikli verilere güvenmek zorundadır.

Genellikle verilen değerler aşağıdaki gibidir:

Açık devre gerilimi (burada  $U_0$  olarak adlandırılmıştır), kısa devre akımı (burada  $I_0$  olarak adlandırılmıştır) ve normal olarak mevcut en büyük güç  $P_0$  dir. Çoğunlukla bu değerlerden karakteristik tip hakkındaki bilgileri sonuçlandırmak mümkündür.

Örnek (en büyük değerler):

$$U_0 = 12,5 \text{ V}$$

$$I_0 = 0,1 \text{ A}$$

$$P_0 = 313 \text{ mW}$$

$P_0$  açık devre gerilimi ile kısa devre akımının çarpımının dörtte biri olduğunda bu örnekte doğrusal bir karakteristiğin (Şekil C.1c)) etkin olduğu sonucu çıkarılabilir.

Örnek (en büyük değerler):

$$U_0 = 20,5 \text{ V}$$

$$I_0 = 35 \text{ mA}$$

$$P_0 = 718 \text{ mW}$$

Burada  $P_0$  açık devre gerilimi ile kısa devre akımının çarpımıdır ve bu durumda dikdörtgen karakteristik (Şekil C.1c))'de verilmiştir.

Bazı durumlarda, güç beyan değerleri sabit durum için (ardışık olarak bağlanmış bileşenlerin ısınma etkisi) belirtildiğinden ve akım veya gerilim değerleri ise dinamik durum (kıvılcım ateşlemesi) için verildiğinden güç, akım ve gerilim için değerler yukarıdaki değerlere karşılık değildir. Bir şüpheli olduğu durumda kıvılcım ateşlemesi bakımından iç bağlantı için esas olarak alınacak karakteristiğin doğrulanması gereklidir.

Yamuk biçimli karakteristik olması durumunda deney belgesindeki bilgiler çoğunlukla bu karakteristiği belirtmek için yeterli değildir. Üçüncü parametre olarak  $U_Q$  veya  $R$  yoktur (Çizelge C.1'e bakılmalıdır).

$R$  ilâve parametre olarak verildiği durumda asgarî karışıklık olur. Bundan dolayı  $R$  genel olarak deney belgelerinde verilmelidir. Bu durumda  $U_Q$  parametresi (Şekil C.1b))  $U_Q = I_0 \times R$  formülünden elde edilebilir.

Birçok durumda deney belgesi ayrıca doğrusal olmayan devrelerin karakteristik biçimi de vermelidir.

Bir örnek aşağıdaki gibi olabilir:

En büyük değerler (yamuk biçimli karakteristik)

$$U_0 = 13,7 \text{ V}$$

$$I_0 = 105 \text{ mA}$$

$$R = 438 \text{ } \Omega$$

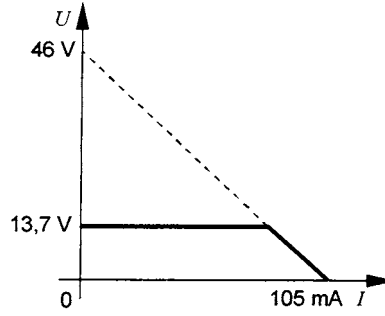
$$P_0 = 1010 \text{ mW}$$

Temsil edilen karakteristik Şekil C.3a)'da gösterilmiştir. Şekil C.3b) güvenlik eşdeğer devresini gösterir.

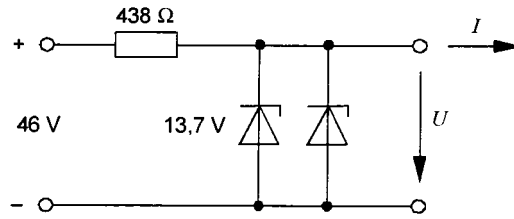
Hesaplama aşağıdaki gibidir:

$$U_Q = I_0 \times R = 46 \text{ V ve}$$

$$P_0 = (U_Q - U_0) \times U_0/R = 1010 \text{ mW}$$



Şekil C.3a) – Çıkış karakteristikleri



Şekil C.3b) – Eşdeğer devre

Şekil C.3 – Yamuk karakteristikli bir kaynağın çıkış karakteristikleri ve eşdeğer devresi

Bu yolla, iç bağlantı için ihtiyaç duyulan veriler deney belgesinde verilen bilgilerden elde edilebilir. Daha eski olan belgelerde hiçbir veri yoksa değerler cihazın imalatçısından veya deney merkezinden elde edilmelidir.

Kendinden güvenli devrelerin tasarımında iç bağlantıları ve kombine alt cihazların sayısını düşük tutmak için daima bir çaba sarf edilmelidir. Arıza şartlarının dikkate alınması ayrıca gerekli olduğundan bu konu her zaman pratik olarak sağlanamaz. Bu durum normal çalışmada kaynak olarak davranmayan bazı cihazların hatalar olması durumunda da kaynaklar olarak kabul edilmesi demektir.

Örnek olarak ölçü transdüzörleri, grafik çiziciler vb gibi cihazların pasif girişleri güvenlik noktasından bakıldığında ayrıca aktif kaynaklar olarak davranabilir. Bundan dolayı belgelerde gösterilen en büyük değerlere bakılmalıdır. Sonuç olarak, bir devrenin çalışma karakteristikleri esas olarak güvenlik karakteristiklerinden sapma gösterebilir. İlgili devrenin açık devre gerilimi  $U_0$  ve kısa devre akımı  $I_0$  için belgelerde verilen değerler sadece bazı durumlardaki geçici rejim şartları için ifade edilir. Diğer taraftan güç değeri bağlı bileşenlerin sıcaklık artışı için dikkate alınması gerekli olan kararlı durum şartlarını kapsar.

### C.3 Birden daha fazla kaynaklı kendinden güvenli devrelerin birbirine bağlantısı

#### C.3.1 Bileşke çıkış karakteristiğinin belirlenmesi

Kombinasyonu oluşturan ve kaynaklar olarak kabul edilen devrelerin çıkış karakteristiklerinin bilindiği kabul edilir (Madde C.2'ye bakılmalıdır). Daha sonra normal çalışmada ve arıza şartları altında toplam gerilimi, toplam akımı veya hem akım hem de gerilim toplamlarının her ikisinin toplamının dikkate alınmasının gerekli olup olmadığının birbirlerine olan bağlantı tipinden tespit edilmesi gereklidir.

Kombine kaynaklar seri olarak bağlanırsa ve örnek olarak toprağa kuşaklanmazsa (Madde C.2a'ya bakılmalıdır), bu durumda kaynakların polaritesi ne olursa olsun sadece gerilim ilâvesi mümkündür. Bileşke çıkış karakteristiği grafiksel ilâve ile uygun olarak bulunur. Böylece her bir akım değeri için münferit kaynakların gerilimleri toplanır. Şekil C.2'deki noktalı çizgi eğrisi farklı durumlardaki bileşke karakteristikleri gösterir.

Şekil C.2b)'de gösterilen seri bağlı devrelerde yükte her iki gerilim kaynağının ortak bağlantısı olduğu durumda sadece burada gösterilen yönde her iki kaynağın polaritesi güvenlik bakımından sabitlenmezse (örnek olarak, bazı güvenlik bariyerleri gibi) akım ilâvesi hariç tutulabilir. Çalışırken veya hata şartları altında polariteyi değiştirebilen kaynaklar ile hem gerilim hem de akım ilâvesi dikkate alınmalıdır (Şekil C.2e)'ye bakılmalıdır).

Şekil C.2c)'deki paralel düzenlemede çift kutuplu kaynaklar ile iki kutup her bir durumda bağlanırsa sadece akım ilâvesi mümkündür. Gerilim ilâvesi bu durumda mümkün değildir ve bileşke karakteristik münferit akım değerlerinin grafiksel ilâvesi ile elde edilir.

Sadece her bir kaynağın bir kutbu diğerinin kutbuna bağlanırsa (Şekil C.2d)) bu durumda burada gösterildiği gibi kaynakların polaritesi bütün durumlar için sabitse, sadece gerilim ilâvesi hariç tutulabilir (örnek olarak, güvenlik bariyerleri ile). Aksi takdirde hem gerilim hem de akım ilâvesi dikkate alınmalıdır (Şekil C.2e)'ye bakılmalıdır).

Gelişigüzel iç bağlantıların dikkate alınmasının gerekli olduğu bir devre topluluğundaki bir çok devre bağlanırsa (Şekil C.2e)) bu durumda göz önüne alınan arıza şartlarına bağlı olarak paralel ve seri bir bağlantı hem akım hem de gerilim ilâvesi göz önüne alınacak şekilde ayarlanabilir. Her iki durum aynı anda mümkün olmadığından akım ilâvesi ve gerilim ilâvesi için bileşke karakteristik ayrı olarak elde edilmelidir. Ayrıca bu işlem, iki iletkenin daha fazla iletkeni olan devreler gibi Şekil C.2b ve Şekil C.2d'deki devreler için kuşku duyulan bütün durumlarda da gereklidir. Bu şekilde elde edilen sonuç daima güvenli olacaktır.

### C.3.2 Bağlantının güvenlik değerlendirilmesi ve en büyük izin verilebilir kapasitans ve endüktansın belirlenmesi

Kombine devre için bileşke karakteristik Madde C.3.1'de ayrıntıları verildiği gibi belirlenmiş olduğunda bir sonraki adım kendinden güvenliğin analizidir. Bu amaç için Şekil C.7 ve Şekil C.8'de verilen diyagramlar kullanılmalıdır. Bunlar, kombine devrede verilen endüktans ve akım ile gerilimin yeni en büyük değerleri ile doğrusal kaynak karakteristikleri (noktalı çizilmiş sınır eğrisi) ve dikdörtgen karakteristikler (kesiksiz sınır eğrisi) için izin verilebilir sınır eğrisini gösterir. Buna ilâve olarak, eğriler her durum için izin verilebilir en yüksek harici kapasitansı verir. Çizelge C.2 genel bir bilgi verir.

**Çizelge C.2 – Diyagramların cihaz gruplarına ve endüktanslara tahsis edilmesi**

Şekil	Grup	İzin verilebilir endüktans $L_0$
Şekil C.7a)	IIC	0,15 mH
Şekil C.7b)		0,5 mH
Şekil C.7c)		1 mH
Şekil C.7d)		2 mH
Şekil C.7e)		3 mH
Şekil C.8a)	IIB	0,15 mH
Şekil C.8b)		0,5 mH
Şekil C.8c)		1 mH
Şekil C.8d)		2 mH
Şekil C.8e)		3 mH

Kendinden güvenliği değerlendirmek için ilk önce patlayıcı grubu ve daha sonra kombinasyon için gerekli olan toplam endüktans seçilmelidir. Sadece küçük endüktanslar (diğer bir ifadeyle, hiçbir kümelenmiş endüktanslar olmaması, sadece kısa kablo uzunlukları) ile ilgilenilirse bu durumda en küçük endüktanslı diyagram seçilmelidir (örnek olarak, grup IIC için Şekil C.7a), grup IIB için Şekil C.8a)).

Bu durumda bileşke çıkış karakteristiği ilgili diyagramda bulunur. Madde C.3.1'e uygun olarak akım ve gerilim ilâveleri dikkate alınır bu durumda her iki bileşke karakteristik diyagram çizilmelidir.

Bu diyagram için endüktansla birlikte kaynakların kombinasyonunun ve seçilmiş patlayıcı grubunun kendinden güvenli olup olmadığını doğrudan belirlemek bu durumda mümkündür. Toplam bileşke karakteristik herhangi bir noktada diyagramda dikdörtgen kaynak için sınır olan eğrisini kesmemelidir. İlave olarak, toplam karakteristiğinin en büyük gerilimi ve akımı tarafından belirlenmiş diyagramdaki nokta doğrusal kaynak için eğrinin aşağısında olmalıdır.

Elde edilen devrenin en büyük izin verilebilir kapasitansı, doğrusal sınır ve dikdörtgen sınır için bileşke çıkış karakteristiği tarafından kesilmeyen en yüksek  $C_0$  değeri olacak şekilde iki  $C_0$  sınır eğrisi ailesinden en küçük değer olarak bulunur. Daha yüksek izin verilebilir  $C_0$  kapasitansı bir uygulamanın amacı için gerekliyse bu durumda bu daha küçük endüktans için olan bir diyagramla başlayarak elde edilebilir. Ayrıca aynı yaklaşım doğrusal veya dikdörtgen kaynağın endüktif sınırı için bileşke çıkış karakteristiğinin eğriyi kestiği durumda ayrıca kullanılabilir. Diyagramlardaki en küçük endüktans değerleri için bile (0,5 mH) ilgili sınır eğrisi (eğrileri) IIC diyagramında aşılsa bu durumda IIB diyagramlarının kullanılması tavsiye edilir. Ayrıca bu sınırlar aşılsa bu durumda kombinasyon patlayıcı grup IIB için de kendinden güvenli değildir.

### C.3.3 Çıkış karakteristiklerinin kullanıldığı işlem hakkında tamamlayıcı yorumlar

Kendinden güvenli devrelerin iç bağlantılarının güvenlik değerlendirmesi için Madde C.3.1 ve Madde C.3.2'de tanımlanan işlem temel araştırma çalışmalarını ve model hesaplamalarını esas alır. Gerçek hesaplama metodu önceki rapordakilerden farklı sonuçlar verir.

Gelecekte biraz daha büyük kapasitanslara küçük gerilim aralığında izin verilebilir. Daha yüksek gerilimler için fark 3 faktörüne kadar olabilir. Önceki rapordaki diyagramlara zıt olarak saf direnç devresi için sınır eğrisi Şekil C.7 ve Şekil C.8'de ihmal edilir, ancak doğal olarak endüktif sınırlar boyunca elde edilir. Buna ilâve olarak doğrusal kaynaklar için sınır eğrileri buraya eklenmiştir. Bundan ayrı olarak, grafik işlemi genel olarak aynı kalır.

Grafik metot, dikdörtgen kaynaklar ve ilgili sınır eğrileriyle yapılan mukayesenin yanında özetlenmiş doğrusal olan gerçek kaynak karakteristiğinin azalmasına dayanır. Sadece gerçek kaynak karakteristiği doğrusal veya dikdörtgen olduğu durumda güvenlik faktörü tam olarak 1,5 olan bir garantiyle diyagramdan elde edilebilir. Daha kompleks kaynakların bazılarında doğrusal bir zarf veya dikdörtgen karakteristik oluşturmak faydalı olabilir ve güvenlik faktörü muhafaza edilir. İki sınır kriteri kullanılırsa gerçek güvenlik faktörü biraz daha küçük olabilir (ancak 1'den her zaman daha büyüktür). Bu durum basit grafik metotta kullanılan gerçek devre şartlarının azaltılmasının bir sonucudur. Genel uzman görüşü, bölge 1, tesisler göz önüne alındığında bunun kabul edilebilir olduğunu göstermiştir.

Şekil C.7 ve Şekil C.8'de verilen diyagramlar kullanıldığında endüktansın ve kapasitansın birbirlerini etkilemesi (karışık devre) daima söz konusudur. İşlem ayrıca tamamen doğrusal devrelerin kombinasyonu için de kullanılmalıdır (Şekil C.1a'ya uygun çıkış karakteristiği). Belirtilen metot kümelenmiş endüktanslar veya kapasitanslar ile dağıtılmış kablo parametrelerinden elde edilenler arasındaki farkı ayırt etmez. 10  $\mu$ s'ye kadar olan iletim süreli kablolar söz konusu olduğu durumda mevcut olan görüş bu farka ihtiyaç olmadığını. Yoğunlaşmış elemanlara bağlı olan hesaplama güvenlidir ve önceden olan hesaplama metotlarına ters olarak pratikte zorlayıcı bir sınırlamaya sebep olmaz.

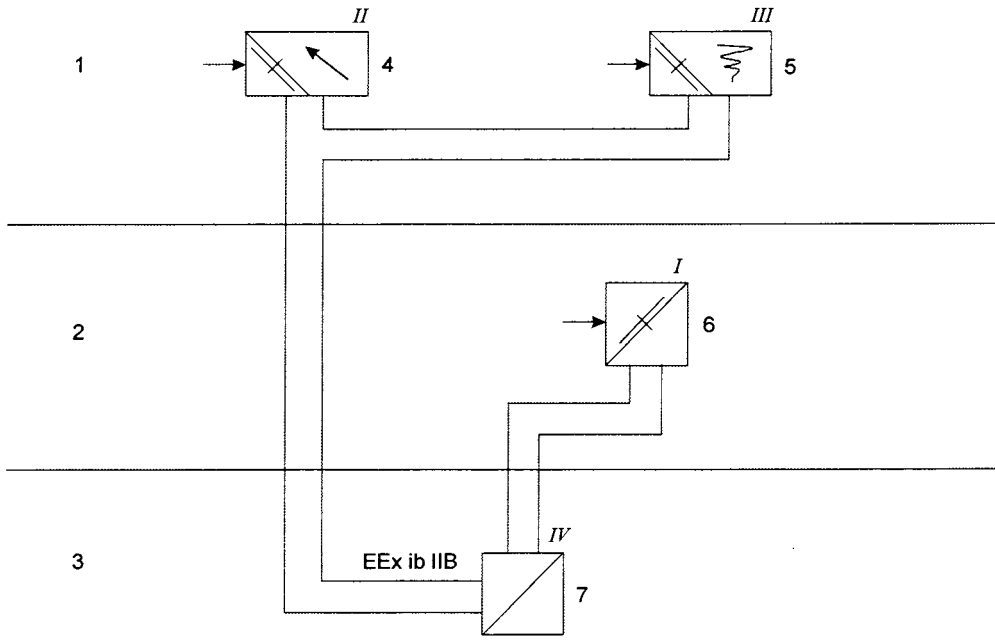
Bu işlemin avantajı güvenlik verileriyle ilgili bilgilerin tek bir diyagramdan alınabilmesidir. Bununla beraber bazı durumlarda burada tanımlanan işlem daha yüksek izin verilebilir bir kapasitans verdiği için IEC 60079-11 Çizelge A.2'ye göre en büyük kapasitansla en büyük açık devre geriliminin ilâve bir mukayesesi yapılmalıdır. Daha sonra değerler yanlış anlamaları önlemek için IEC 60079-11'den alınmalıdır.

En büyük izin verilebilir harici endüktans ve kapasitans için elde edilen değerler toplam kombinasyon için olan değerlerdir. Diğer bir ifadeyle harici bağlantı uçlarında etkin olan bütün münferit cihazların endüktansı ve kapasitansı dikkate alınmalıdır.

Diyagramlar için kullanılan hesaplama işlemi araştırma projeleri sırasındaki tutuşma deneylerinden elde edilen sonuçlardan kayda değer sistematik sapmaların olmadığını gösterir. Birçok deneysel sonuçun % 10 aralığında bir belirsizliğe sahip olduğu bilinmektedir. Bunun nedeni deney metodu ve kıvılcım deneyi cihazının kendisidir. Burada verilen metodun daha büyük sapmalara neden olacağı tahmin edilmemelidir.

### C.4 Bir örnek vasıtasıyla çıkış karakteristiklerini kullanan işlemin gösterilişi

Şekil C.4'te gösterilen örnekte yükselteçli bir analizör tehlikeli alanın iç tarafına yerleştirilir ve kendinden güvenli güç kaynağı tarafından beslenir (I). Kendinden güvenli yükseltecin çıkış işareti (0.....20 mA işaret) bir görüntü cihazını (II) ve bir grafik çiziciyi (III) besler.



Akım/gerilim ilâvesi  
Ex ib IIB devresine bağlı

$P_0 = 1,9 \text{ W}$ ,  $U_0 = 28,7 \text{ V}$ ,  $I_0 = 264 \text{ mA}$   
 $L_0 = 0,5 \text{ mH}$ ,  $C_0 = 400 \text{ nF}$

Açıklama

- |  |   |
|--|---|
| 1 Kontrol odası  | 5 Kaydedicinin en büyük pasif çalışma değerleri:<br>1 V, 31 mA, 10 mW doğrusal karakteristik  |
| 2 Anahtar odası  | 6 Güç besleme kaynağı en büyük değerleri:<br>Ex ib IIB 15,7 V, 100 mA, 1,57 W,<br>$L_0 \leq 1 \text{ mH}$ , $C_0 \leq 650 \text{ nF}$ , elektronik akım<br>ayarlama dikdörtgen karakteristiği |
| 3 Alan (tehlikeli bölge)   | 7 Yükselteçli analizör (Kendinden güvenli cihaz)  |
| 4 Görüntü cihazının en büyük pasif çalışma değerleri:<br>12 V, 133 mA, 0,4 mW doğrusal karakteristik |   |

**Şekil C.4 – Bir ara bağlantı örneği**

Analizör kendinden güvenli bir cihazdır. Güç kaynağı, görüntü cihazı ve grafik çizici IEC 60079-11'in kapsamı içinde ilgili cihazdır. Normal çalışmada sadece şebeke besleme kaynağı, görüntü cihazı ve grafik çizici pasif iken aktif bir kaynak olarak etkindir. Ancak güvenli analiz için en yüksek muhtemel değerler bir arıza durumunda üç cihaz için deney belgelerinde bulunan bir temel olarak alınır.

Aşağıdaki bilgiler mevcuttur.

#### I. Güç besleme kaynağı

Ex ib IIB koruma tipli çıkış

En büyük değerler

$U_0 = 15,7 \text{ V}$

$$I_0 = 100 \text{ mA}$$

$$P_0 = 1,57 \text{ W}$$

$$L_0 = 1 \text{ mH}$$

$$C_0 = 650 \text{ nF}$$

Dikdörtgen çıkış karakteristiği (Şekil C.1c))

## II. Görüntü cihazı

Ex ib IIC koruma tipli giriş

En büyük değerler

$$U_0 = 12 \text{ V}$$

$$I_0 = 133 \text{ mA}$$

$$P_0 = 0,4 \text{ W}$$

$$L_0 = 1,8 \text{ mH}$$

$$C_0 = 1,4 \text{ }\mu\text{F}$$

Doğrusal çıkış karakteristiği (Şekil C.1a))

## III. Grafik çizici

Ex ib IIC koruma tipli giriş

En büyük değerler

$$U_0 = 1 \text{ V}$$

$$I_0 = 31 \text{ mA}$$

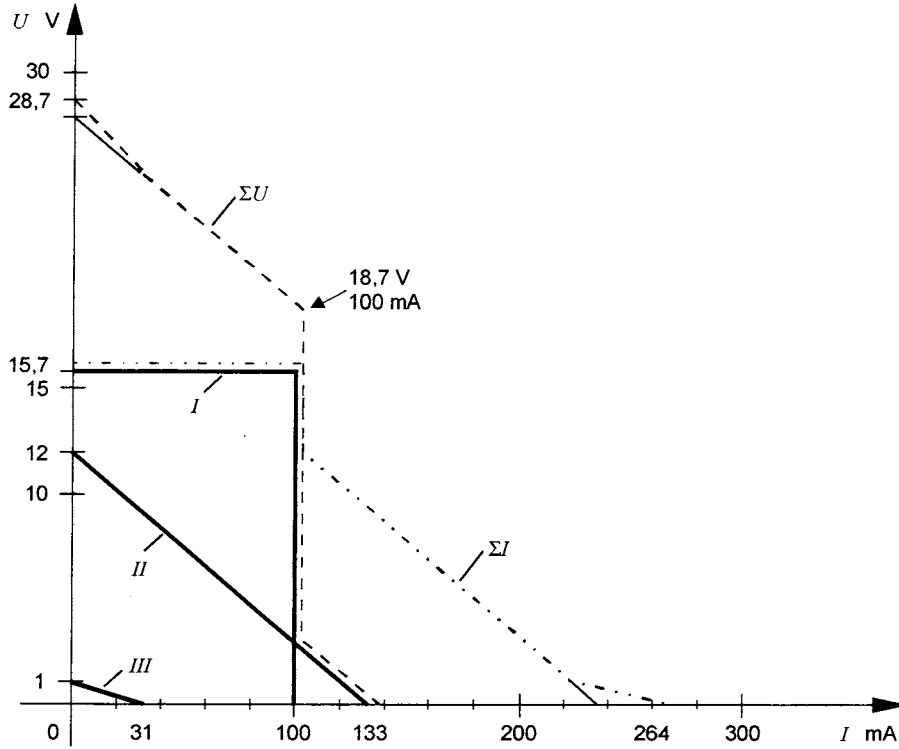
$$P_0 = 10 \text{ m W}$$

$$L_0 = 36 \text{ mH}$$

$$C_0 = 200 \text{ }\mu\text{F}$$

Doğrusal çıkış karakteristiği (Şekil C.1a))

Şekil C.4'deki devre düzenlemesiyle ve analizördeki arıza şartlarına bağlı olarak gerilimler veya akımlar Şekil C.2e)'deki gibi toplanabilir. Akım ve gerilim ilâvesi için iki toplama karakteristiği ve münferit karakteristikler Şekil C.5'de gösterilmiştir.

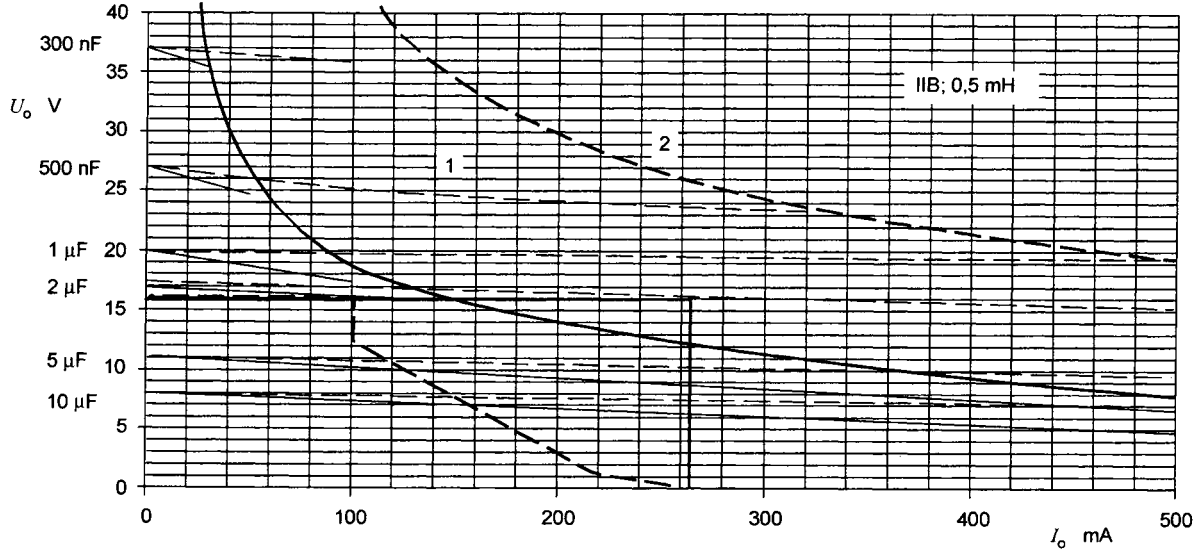


**Şekil C.5** – Şekil C.4'de verilen devre için toplam karakteristik

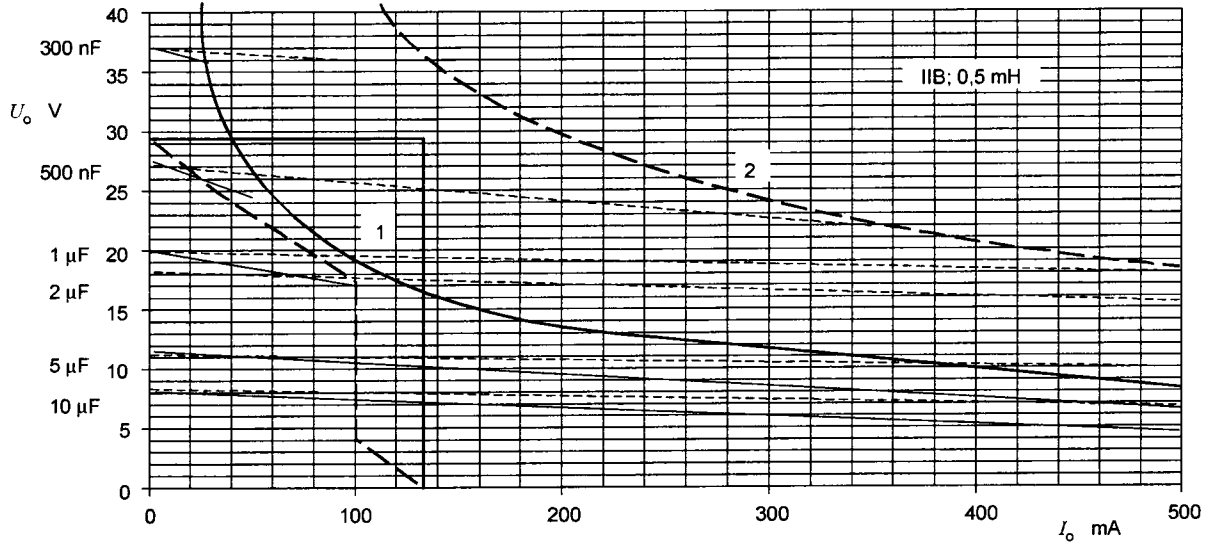
Kendinden güvenliği kontrol etmek için iki toplam karakteristiği Şekil C.8b)'de çizilmiştir (patlayıcı grup IIB,  $L = 0,5$  mH) (Şekil C.6a) ve Şekil C.6b)).

Gerilim ilâve eğrisindeki 18,7 V ve 100 mA'deki köşe noktasının kritik olduğu aşıkardır. Bu nokta dikdörtgen kaynağın endüktif sınırına en yakın olmakla birlikte buraya ulaşmaz. Teorik olarak bu noktada 1,9 W olan en yüksek güce ulaşılır.

Kombinasyonun her iki bileşke karakteristiği Şekil C.6a) ve Şekil C.6b)'deki doğrusal ve dikdörtgen kaynaklar için endüktif sınır eğrilerini kesmediğinden, güvenlik deneyi olumlu olarak görünmüştür. Mevcut örnekteki bileşik karakteristiğin en büyük gerilimi (28,7 V) için Şekil C.6b)'deki eğriler ailesinden kombinasyonun izin verilebilir en büyük kapasitansı 400 nF olarak alınabilir. IEC 60079-11 Çizelge A.2 28,7 V grup IIB için kontrol edilirse burada elde edilen 400 nF değerinden daha yüksek olan kapasitansın izin verilebilir değeri 618 nF dir.

**Açıklama**

- 1 Dikdörtgen kaynak için endüktif sınır
- 2 Doğrusal kaynak için endüktif sınır

**Şekil C.6a) – Akım ilâvesi****Açıklama**

- 1 Dikdörtgen kaynak için endüktif sınır
- 2 Doğrusal kaynak için endüktif sınır

**Şekil C.6b) – Gerilim ilâvesi**

**Şekil C.6 – Şekil C.4'te verilen örnek için akım ve/veya gerilim ilâvesi**

Kombinasyon için bileşke değerler aşağıdaki gibidir:

Patlayıcı grup IIB

En büyük değerler

$U_0 = 28,7 \text{ V}$

$I_0 = 264 \text{ mA}$

$P_0 = 1,9 \text{ m W}$

$L_0 = 0,5 \text{ mH}$

$C_0 = 400 \text{ nF}$

Mevcut örnekte ilgili cihaz (güç kaynağı, görüntü cihazı ve grafik çizici) kendinden güvenli girişlerde/çıkışlarda etkin endüktans ve kapasitans değerlerine sahip olmadığından kapasitans ve endüktans için en büyük değerler kendinden güvenli cihaz (analizör) ve bağlantı kabloları için kullanılabilir.

### C.5 Özet

Kimya ve petrokimya endüstrilerindeki ölçme ve işlem makinalarının tasarımı ve yapılışında cihazın birçok belgelenmiş parçasının kendinden güvenli devreler ile birleştirilmesi çoğunlukla gereklidir.

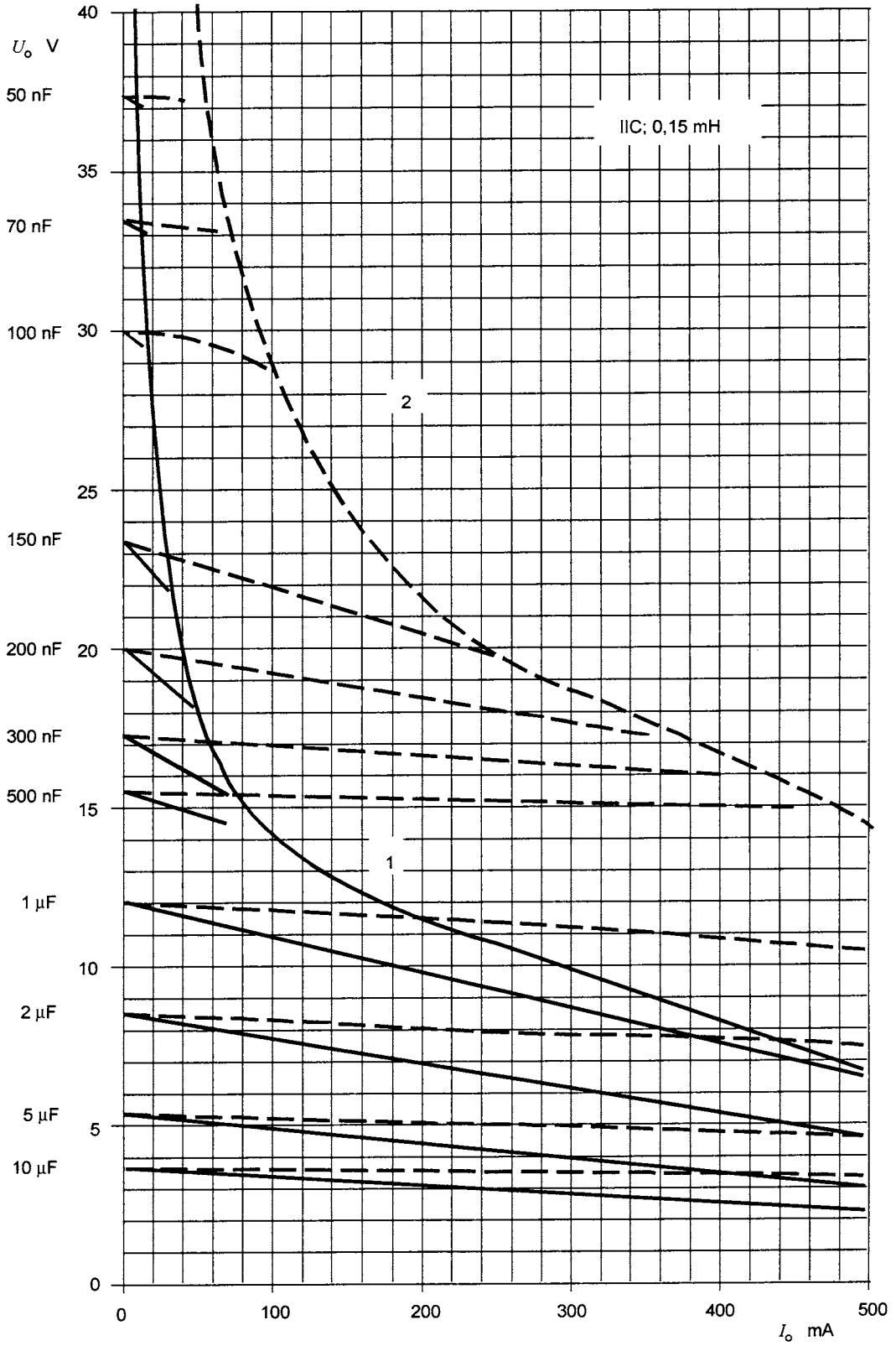
IEC 60079-14'deki tesis kuralları, bağlantının güvenliğinin hesaplanmış veya ölçülmüş onayı yapılmışsa tehlikeli alandaki bir elektrik tesisinin tasarımcısına, imalatçısına veya operatörüne kendi sorumluluğu altında böyle kombinasyonlarla uğraşmasına izin verir. Genel olarak operatör ölçülen onay için hiçbir alete (gerekli teçhizat operatörün emrinde değildir) sahip olmadığından operatör uygun bir hesaplama işlemi kullanır. IEC 60079-14 şimdiye kadar sadece tamamen doğrusal iç dirençli kaynaklar için kullanılabilen bir işlemi sağlamıştır ve bu bile daima güvenli konfigürasyonlar sonucunu yaratmaz. Ancak uygulamada doğrusal olmayan karakteristikli kaynaklar sık olarak meydana gelir ve bu güne kadar bunların kombinasyonu sadece deney merkezinin desteğiyle mümkün olmuştur.

Bundan dolayı diyagramlar vasıtasıyla yapılan doğrusal ve doğrusal olmayan devreleri olan şebekelerin kombinasyonunun güvenli olarak değerlendirilmesine izin veren bir metod geliştirilmiştir. Burada tanımlanan işlem patlayıcı gruplar IIB ve grup IIC ve tehlikeli alan bölgesi 1 için uygulanır.

İşlemin temel bölümü kullanılan kendinden güvenli kaynakların çıkış karakteristiklerinin grafiksel toplamıdır. Daha sonra bileşke karakteristikler rezistif, endüktif, kapasitif ve kombine devrelerin kendinden güvenliğinin değerlendirilebildiği uygun bir diyagramda çizilir (diğer bir ifadeyle, eş zamanlı endüktif ve kapasitif yük). Bu işlemin önemli bir avantajı güvenlik verileriyle ilgili bütün bilgilerin ve sınır şartların sadece bir diyagramdan elde edilebilir olmasıdır. 1,5 olan gerekli güvenlik faktörü halen diyagramlarla birleştirilmiştir.

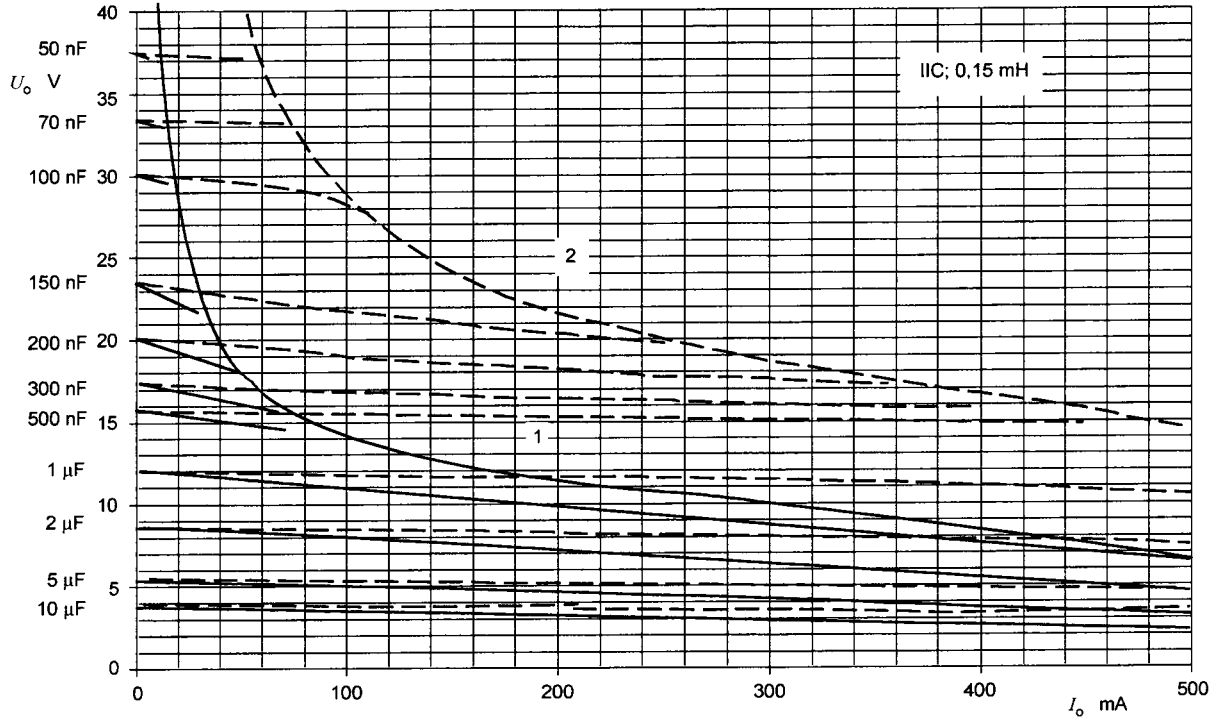
### C.6 Diyagramlar

Şekil C.9'daki diyagram slayda kopya yapılması için kullanılabilir şekilde düzenlenir. Gerilim toplamı veya akım toplamı için kendinden hesaplanmış diyagramlar daha sonra çizilebilir ve değerlendirme için farklı sınır diyagramları üzerine (ortak ölçekli versiyonlar) konulabilir. Bundan sonraki sayfalarda Çizelge C.2'ye göre sınır diyagramları ortak ve uygun bir ölçekte verilmiştir.

**Açıklama**

- 1 Dikdörtgen biçimli kaynak için endüktif sınır
- 2 Doğrusal kaynak için endüktif sınır

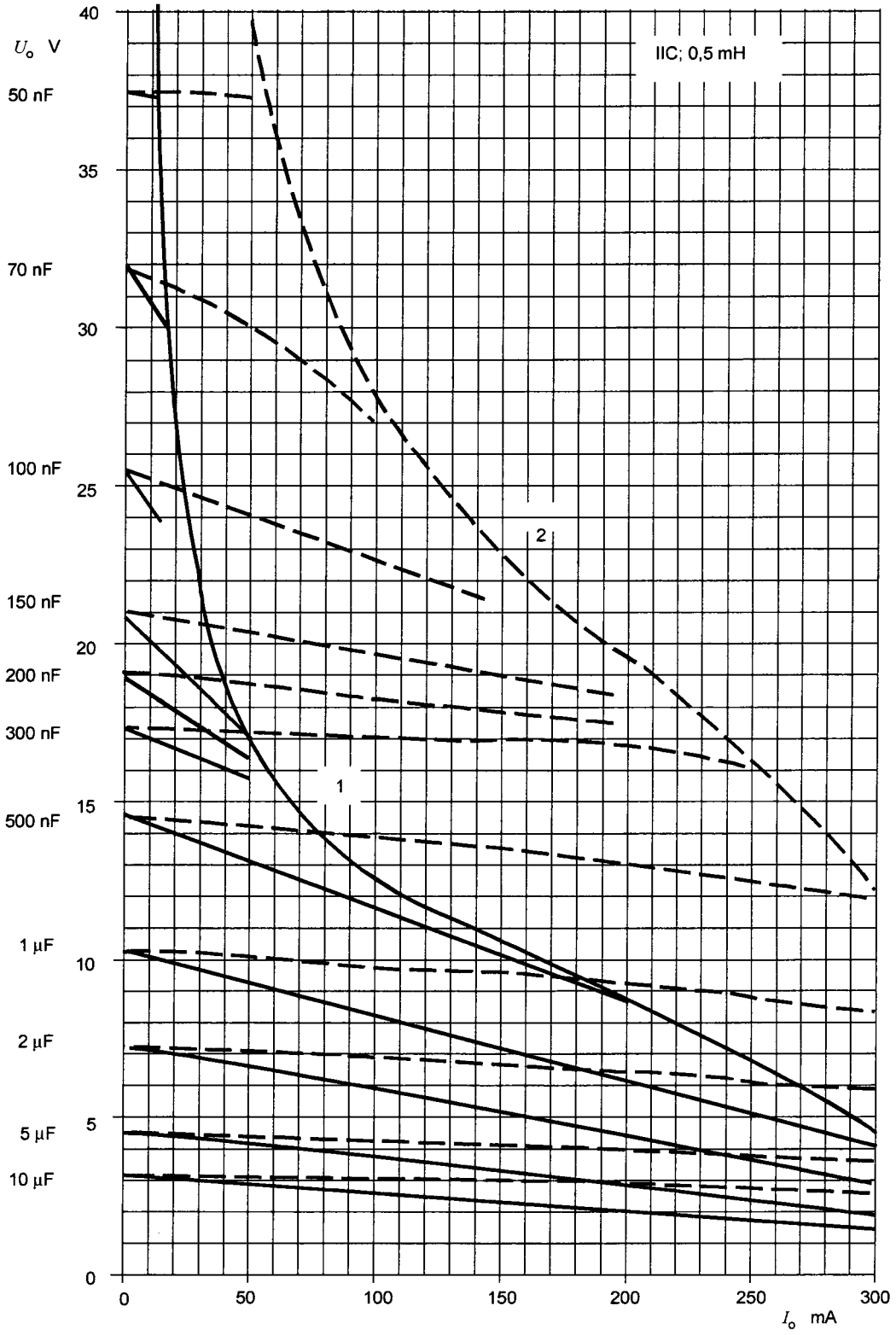
**Şekil C.7a) – 0,15 mH için diyagram**



### Açıklama

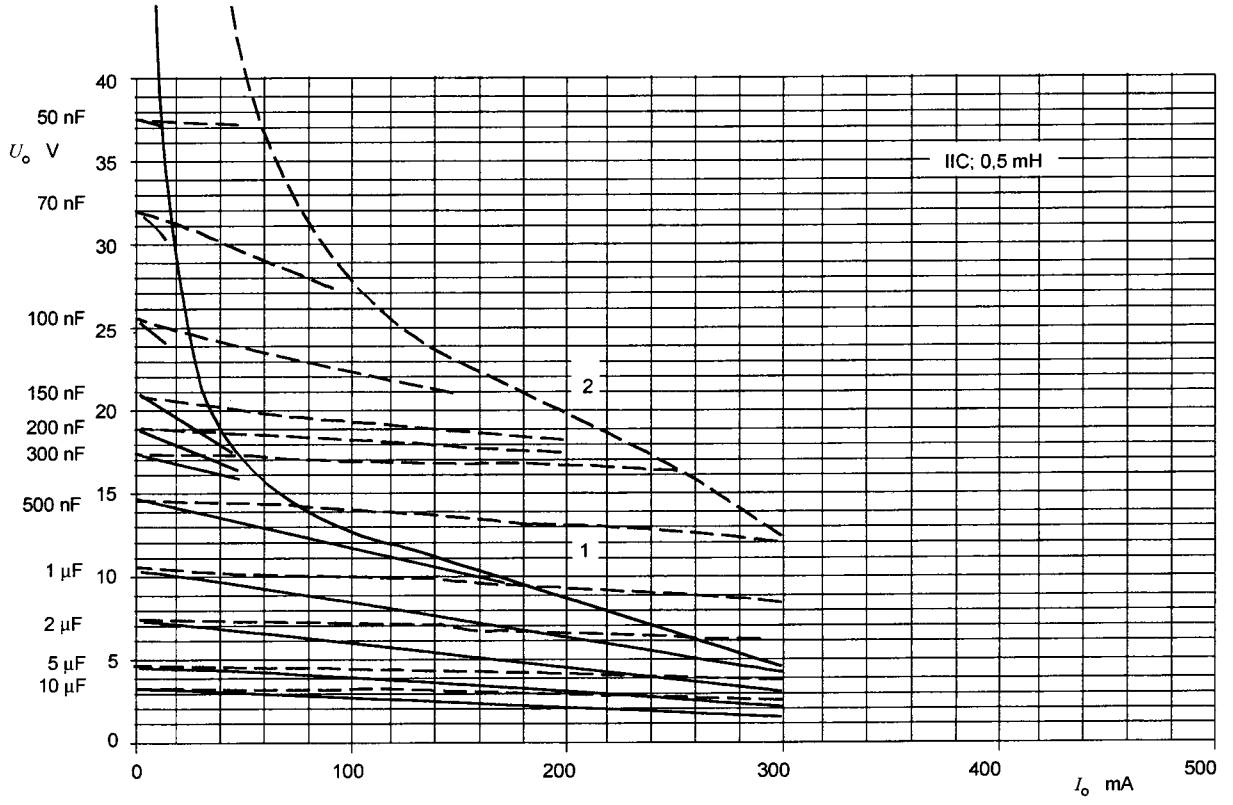
- 1 Dikdörtgen biçimli kaynak için endüktif sınır
- 2 Doğrusal kaynak için endüktif sınır

Şekil C.7a) – 0,15 mH için diyagram (devam)

**Açıklama**

- 1 Dikdörtgen biçimli kaynak için endüktif sınır
- 2 Doğrusal kaynak için endüktif sınır

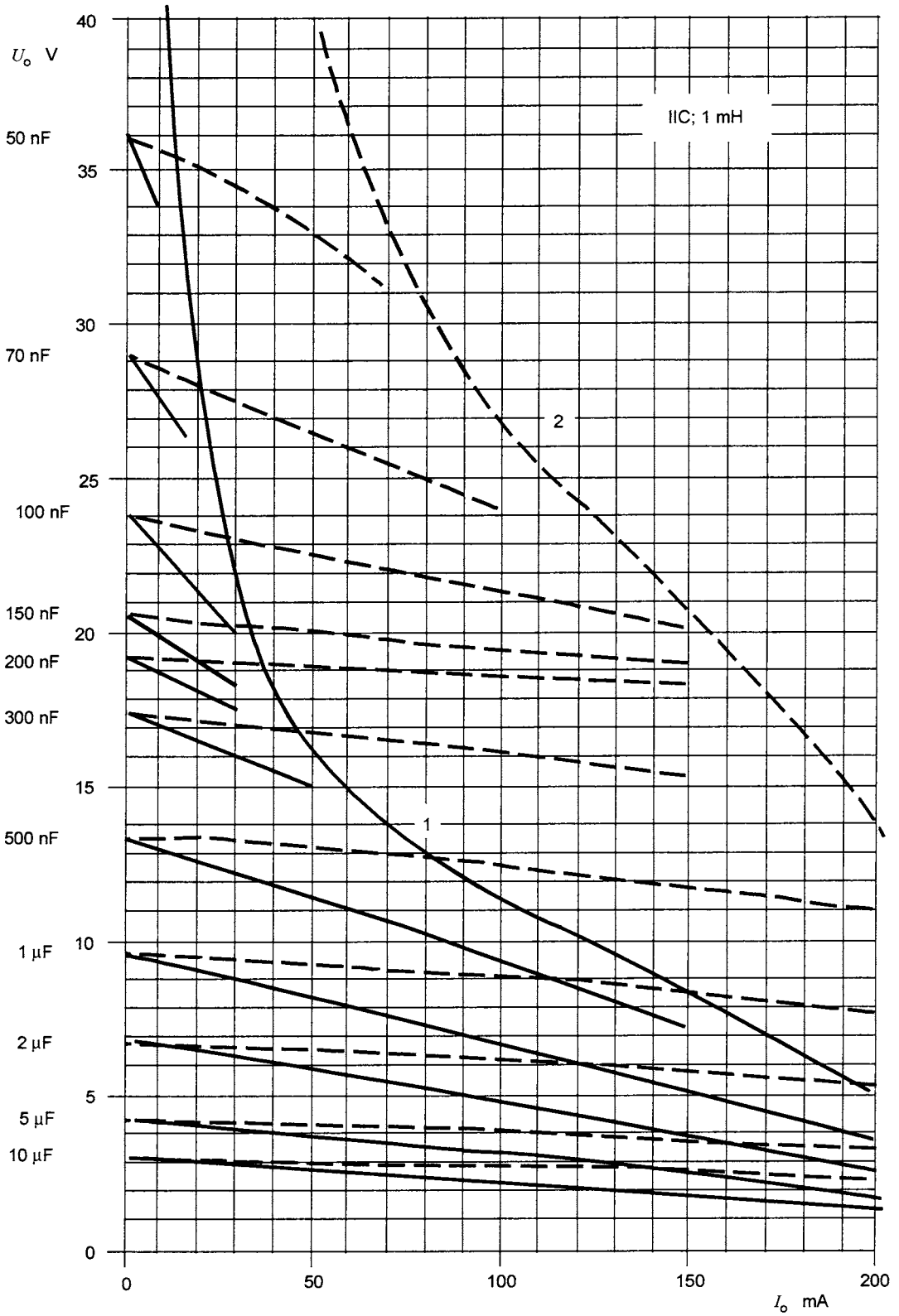
**Şekil C.7b) – 0,5 mH için diyagram**



### Açıklama

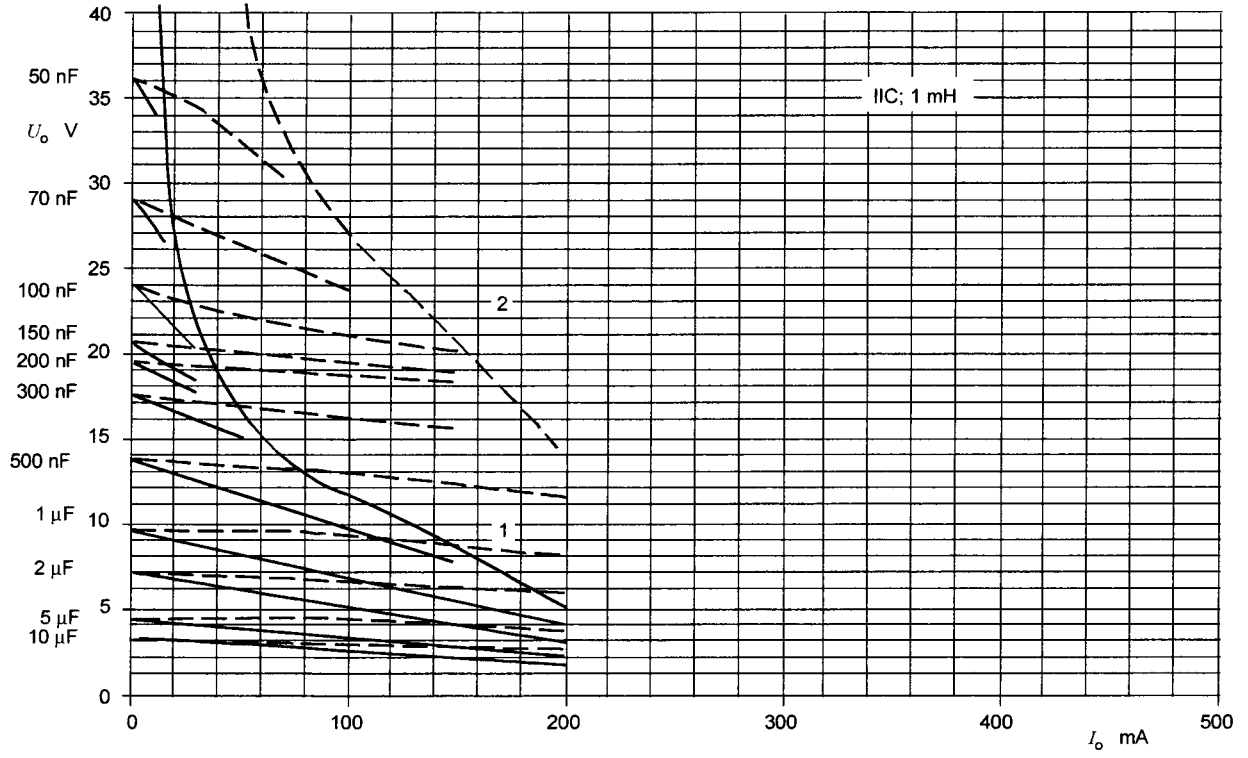
- 1 Dikdörtgen biçimli kaynak için endüktif sınır
- 2 Doğrusal kaynak için endüktif sınır

Şekil C.7b) – 0,5 mH için diyagram (devam)

**Açıklama**

- 1 Dikdörtgen biçimli kaynak için endüktif sınır  
2 Doğrusal kaynak için endüktif sınır

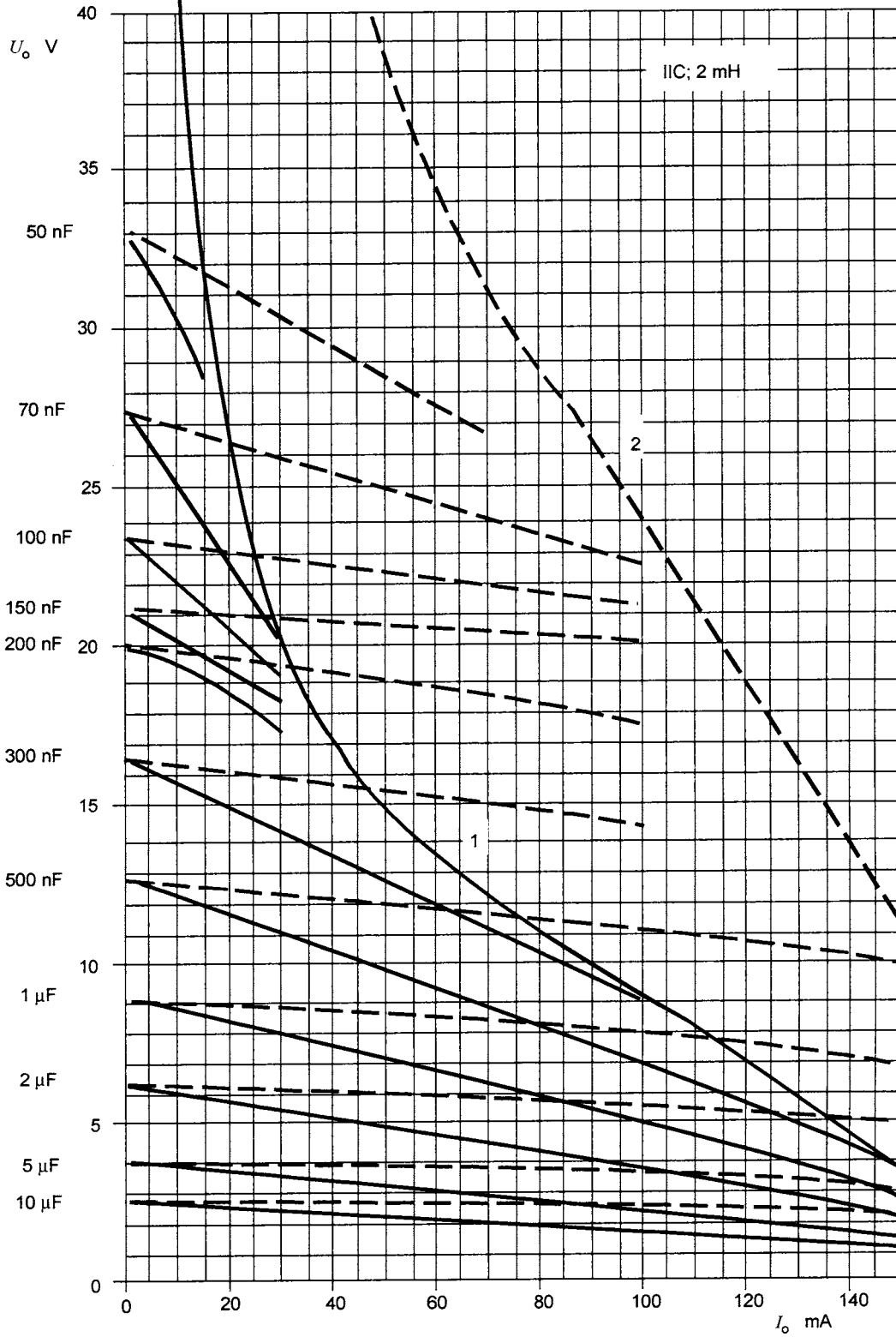
**Şekil C.7c) – 1 mH için diyagram**



### Açıklama

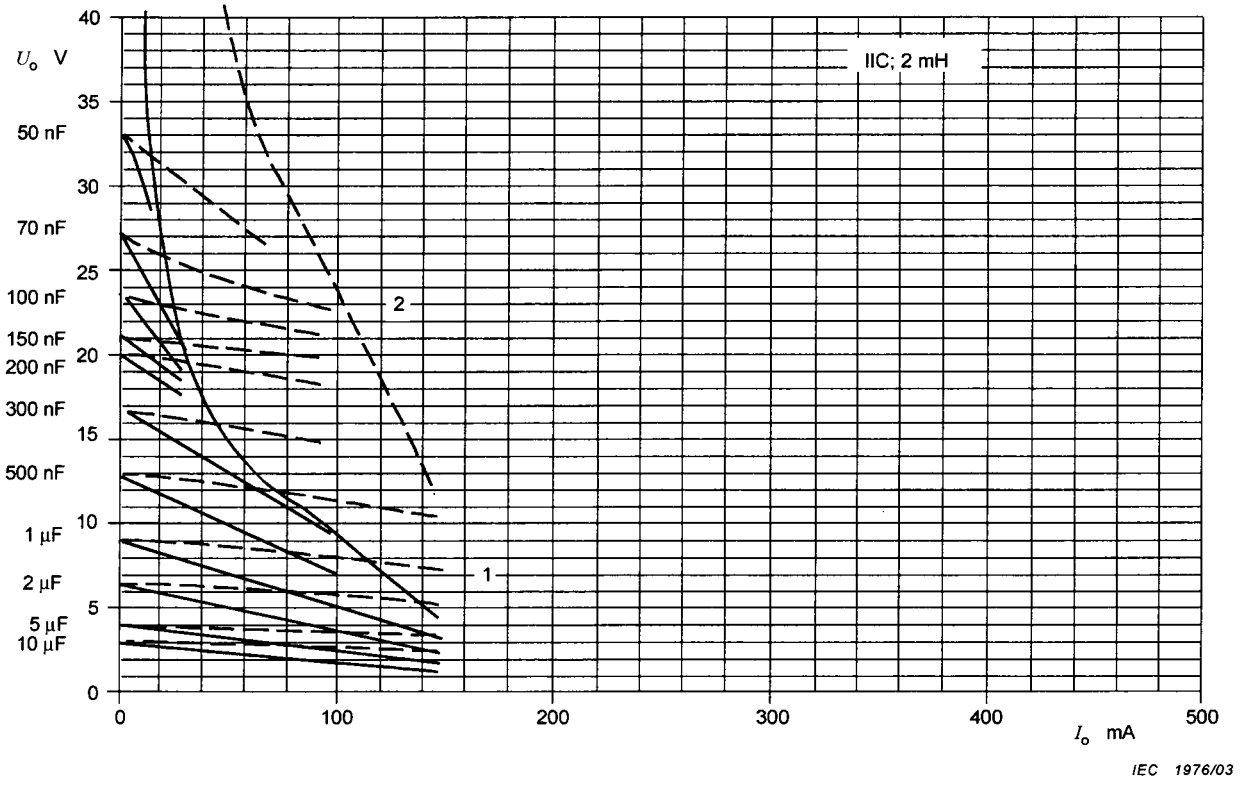
- 1 Dikdörtgen biçimli kaynak için endüktif sınır
- 2 Doğrusal kaynak için endüktif sınır

Şekil C.7c) – 1 mH için diyagram (devam)

**Açıklama**

- 1 Dikdörtgen biçimli kaynak için endüktif sınır  
 2 Doğrusal kaynak için endüktif sınır

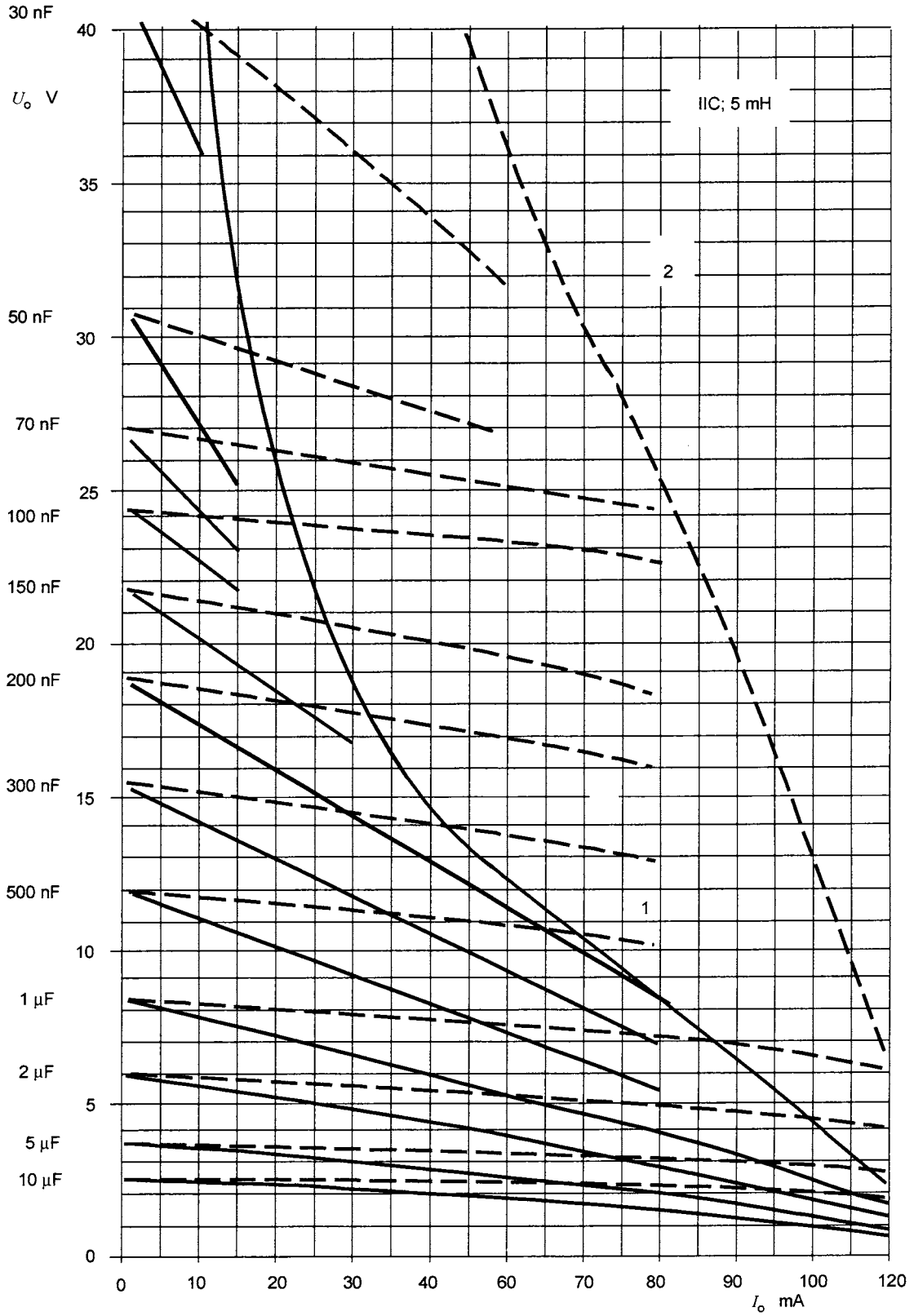
Şekil C.7d) – 2 mH için diyagram



### Açıklama

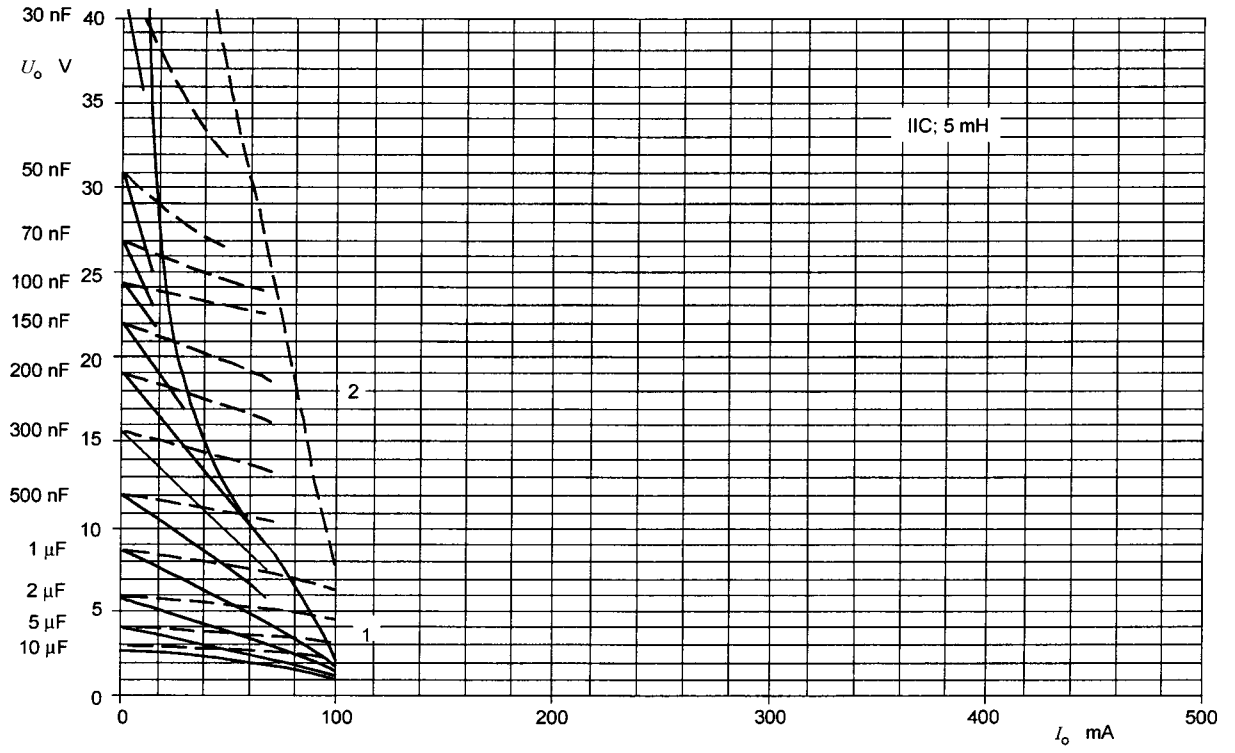
- 1 Dikdörtgen biçimli kaynak için endüktif sınır
- 2 Doğrusal kaynak için endüktif sınır

Şekil C.7d) – 2 mH için diyagram (devam)

**Açıklama**

- 1 Dikdörtgen biçimli kaynak için endüktif sınır  
 2 Doğrusal kaynak için endüktif sınır

Şekil C.7e) – 5 mH için diyagram

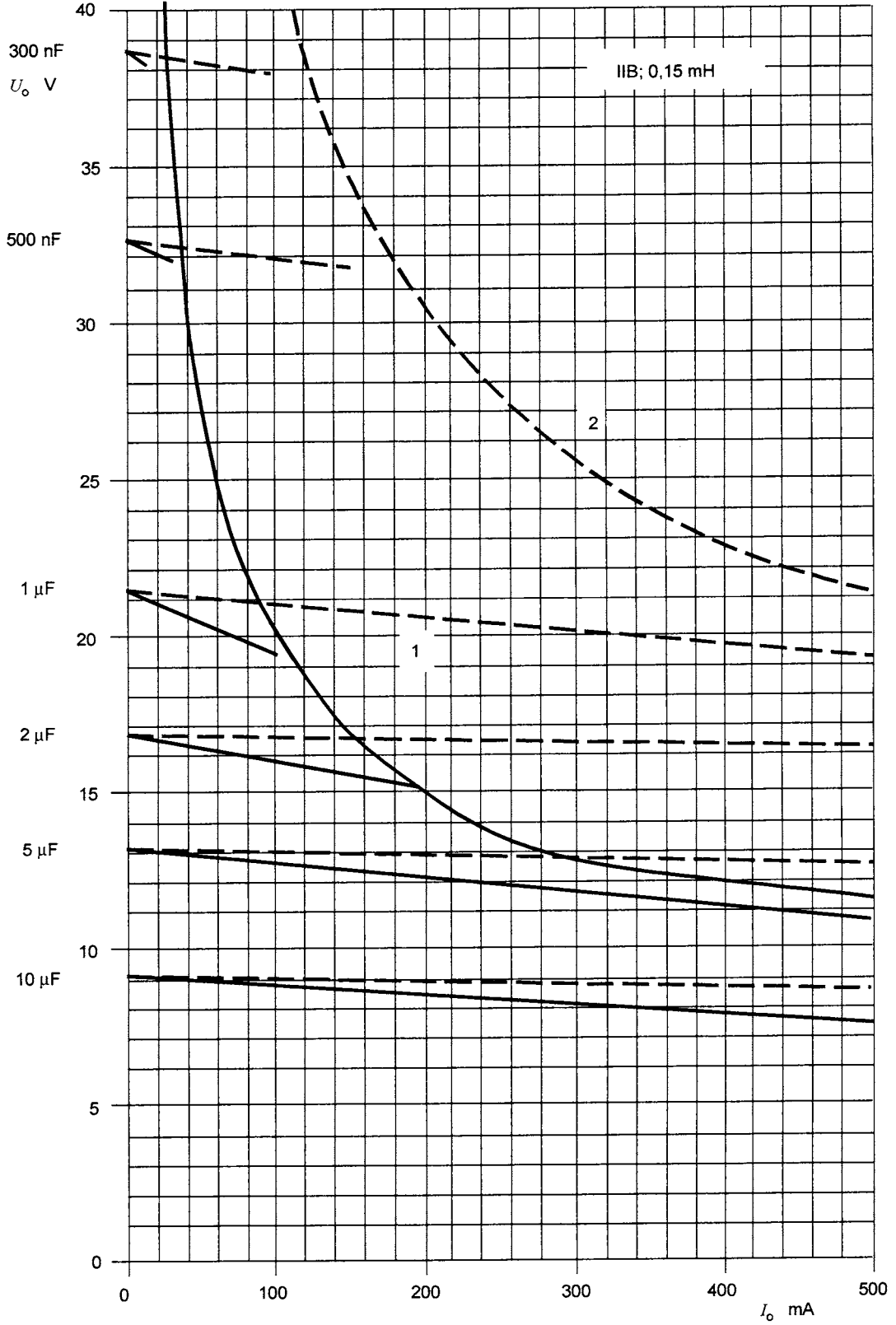


#### Açıklama

- 1 Dikdörtgen biçimli kaynak için endüktif sınır
- 2 Doğrusal kaynak için endüktif sınır

Şekil C.7e) – 5 mH için diyagram (devam)

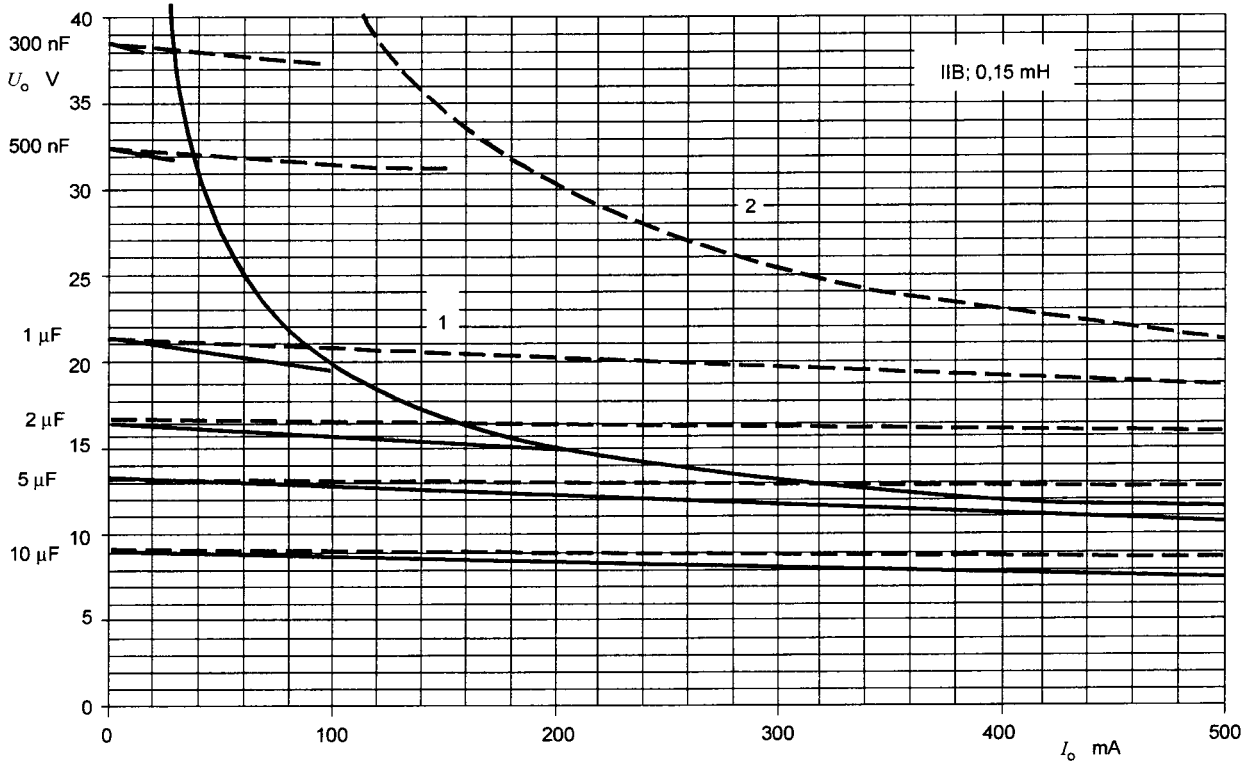
Şekil C.7 – Genel kaynak karakteristiği – Grup IIC için sınır eğrisi diyagramı



Açıklama

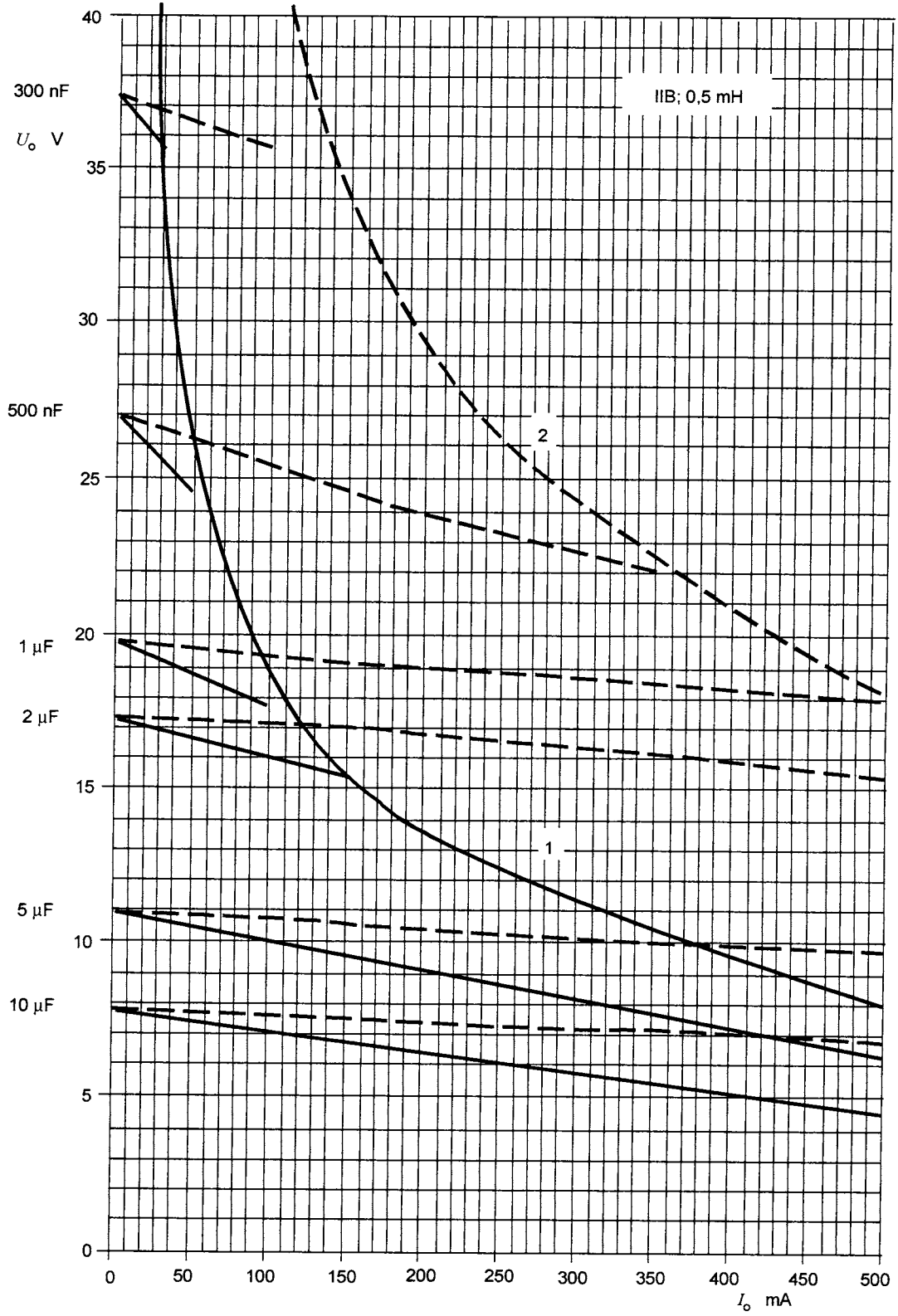
- 1 Dikdörtgen biçimli kaynak için endüktif sınır
- 2 Doğrusal kaynak için endüktif sınır

Şekil C.8a) – 0,15 mH için diyagram

**Açıklama**

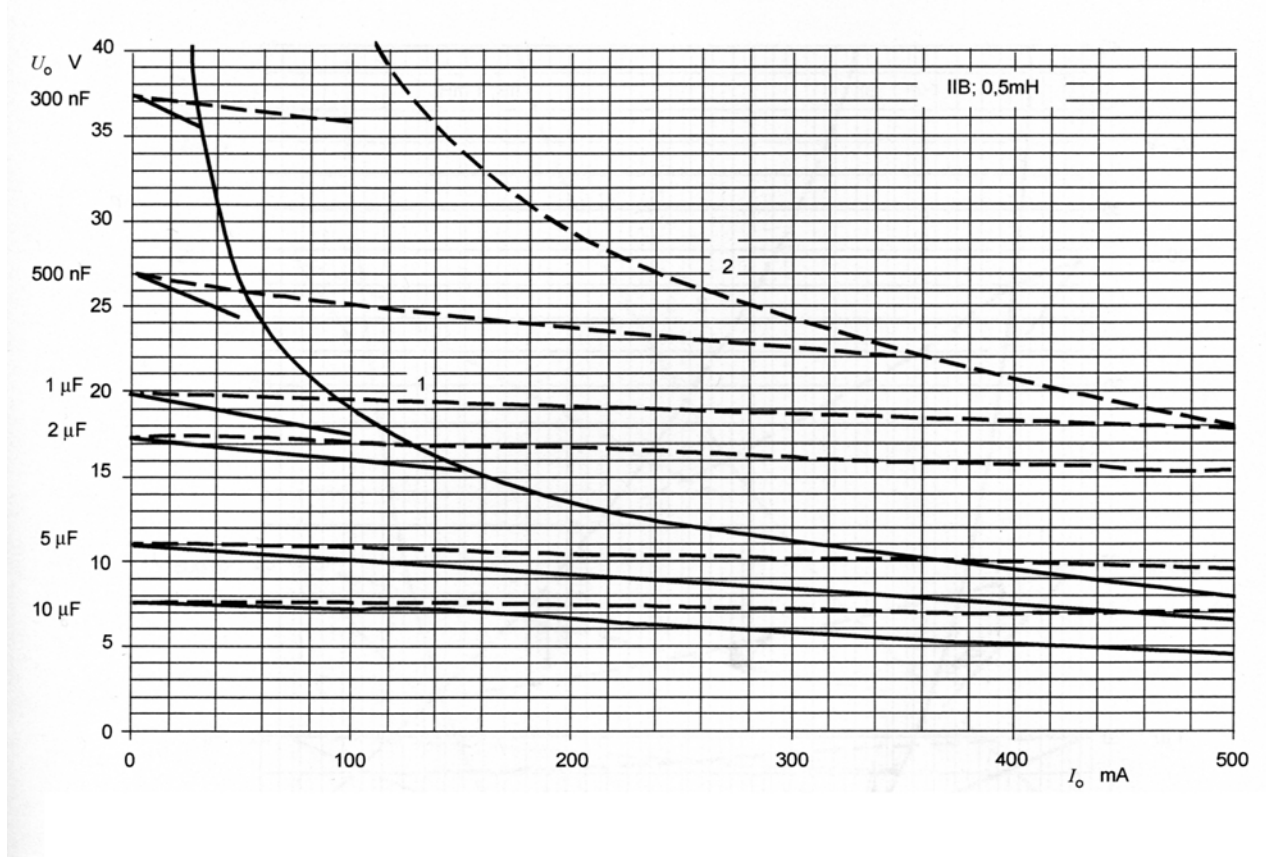
- 1 Dikdörtgen biçimli kaynak için endüktif sınır
- 2 Doğrusal kaynak için endüktif sınır

Şekil C.8a) – 0,15 mH için diyagram (devam)

**Açıklama**

- 1 Dikdörtgen biçimli kaynak için endüktif sınır
- 2 Doğrusal kaynak için endüktif sınır

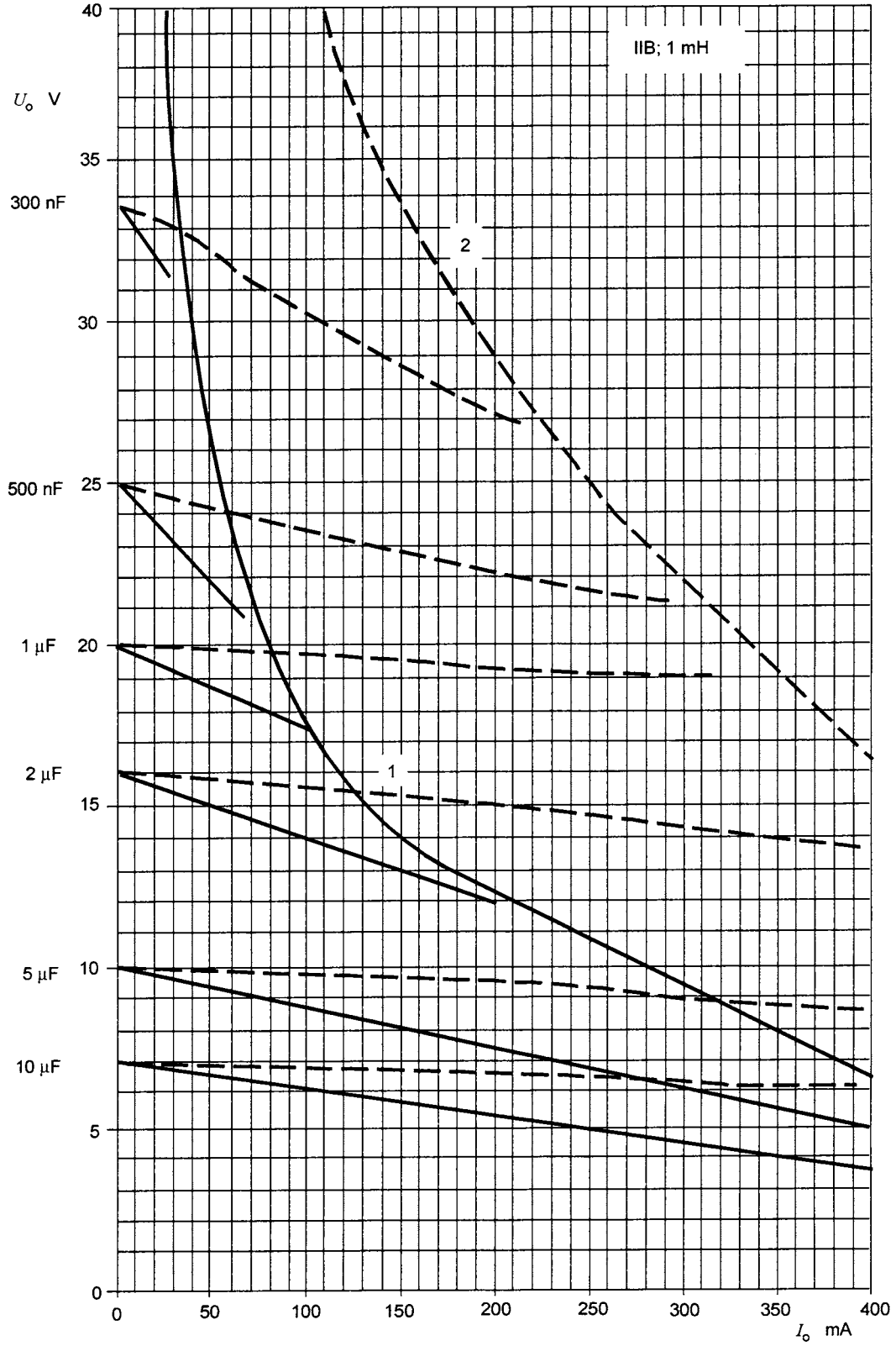
**Şekil C.8b) – 0,5 mH için diyagram**



#### Açıklama

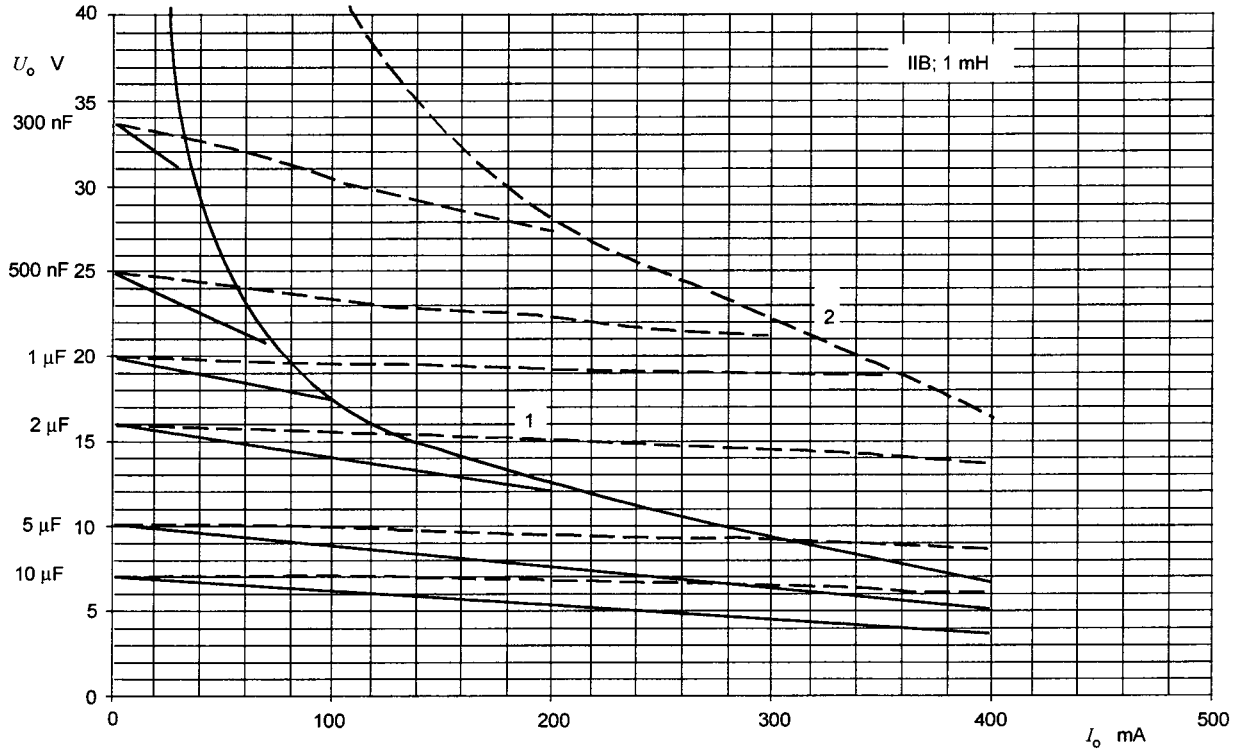
- 1 Dikdörtgen biçimli kaynak için endüktif sınır
- 2 Doğrusal kaynak için endüktif sınır

Şekil C.8b) –0,5 mH için diyagram (devam)

**Açıklama**

- 1 Dikdörtgen biçimli kaynak için endüktif sınır  
 2 Doğrusal kaynak için endüktif sınır

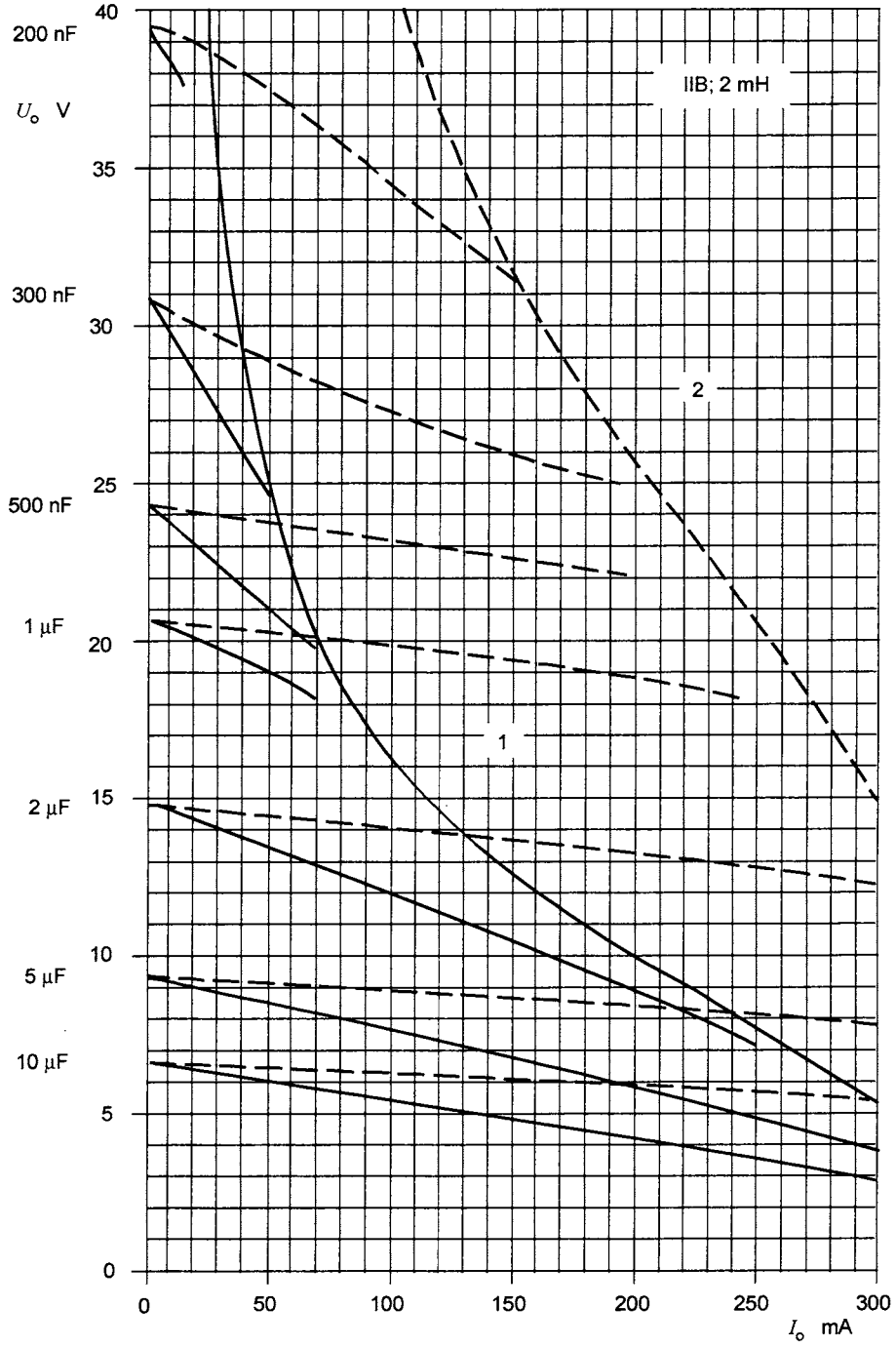
**Şekil C.8c) – 1 mH için diyagram**



### Açıklama

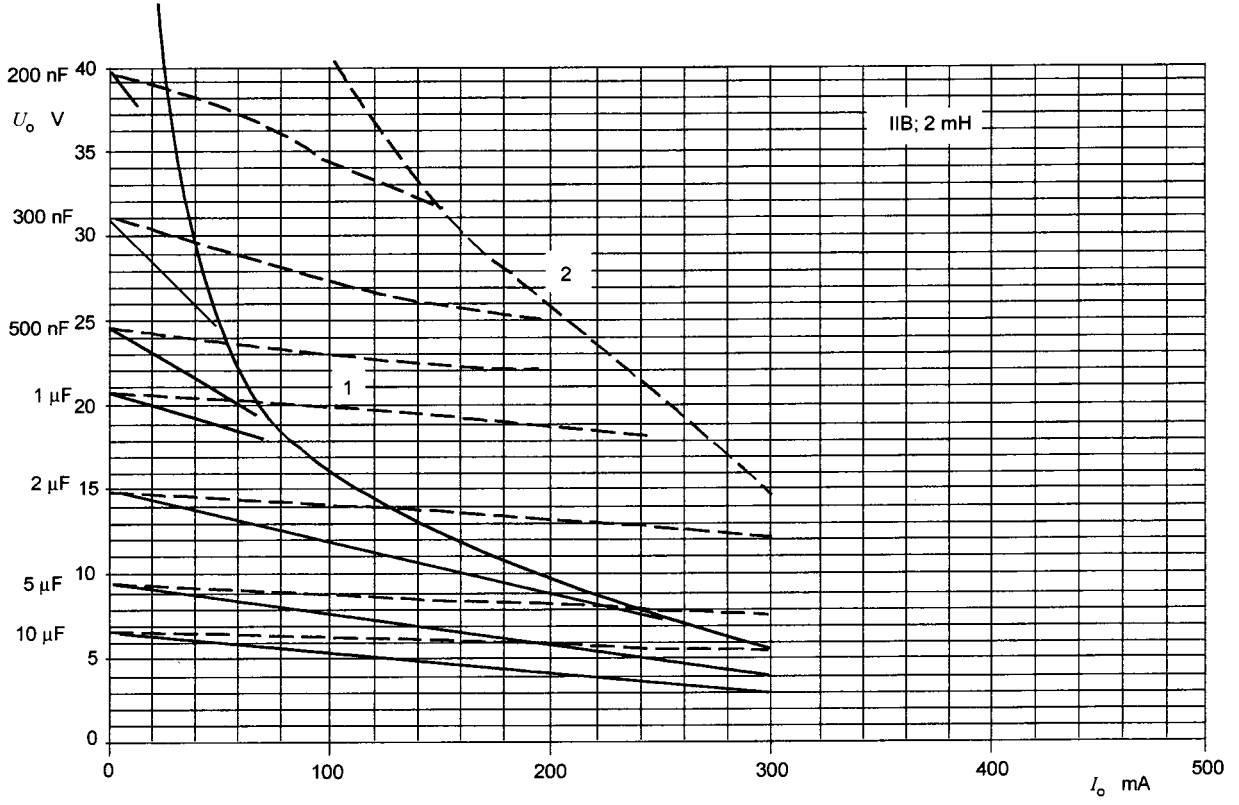
- 1 Dikdörtgen biçimli kaynak için endüktif sınır
- 2 Doğrusal kaynak için endüktif sınır

Şekil C.8c) – 1 mH için diyagram (devam)

**Açıklama**

- 1 Dikdörtgen biçimli kaynak için endüktif sınır
- 2 Doğrusal kaynak için endüktif sınır

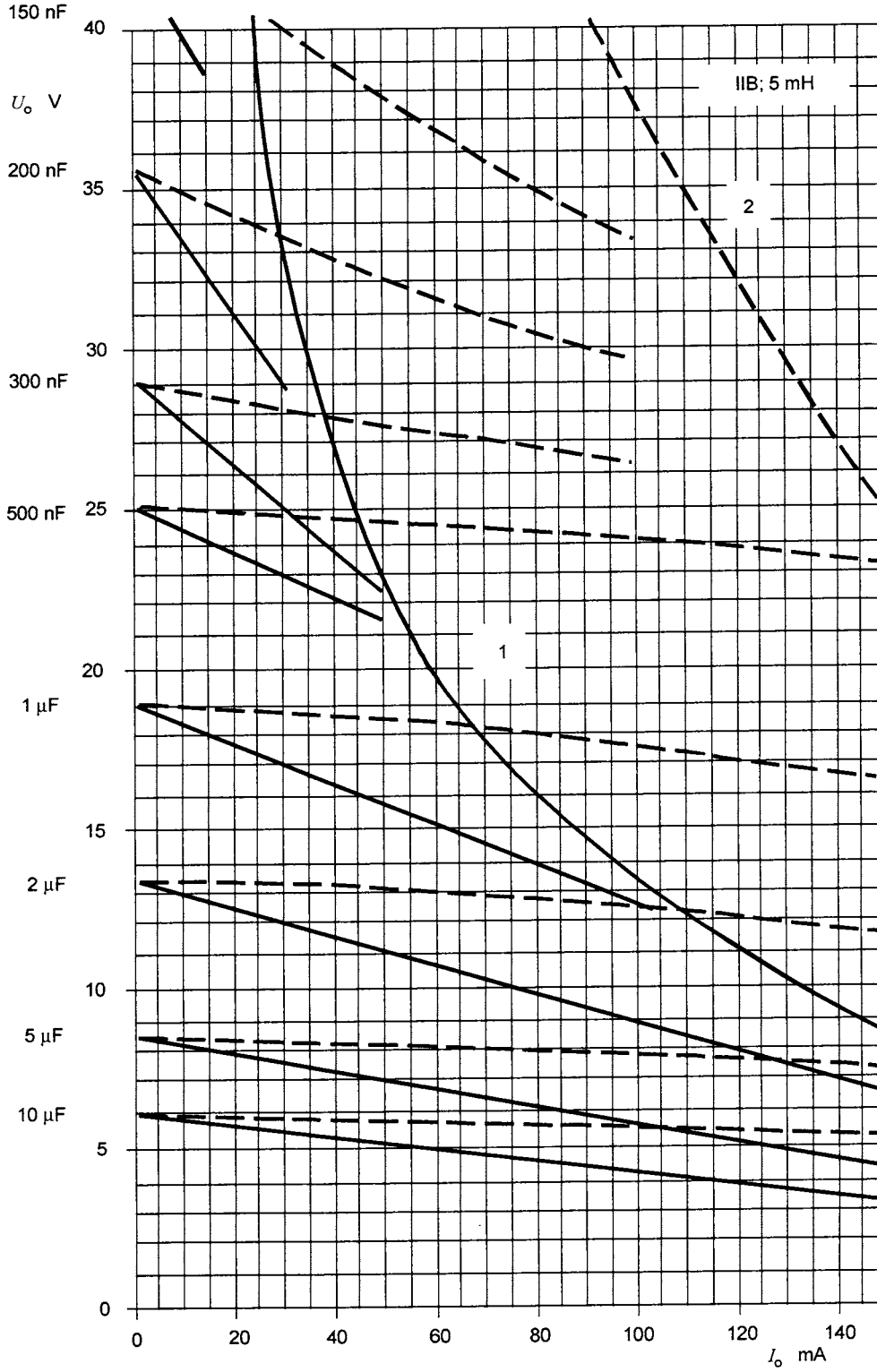
**Şekil C.8d) – 2 mH için diyagram**



### Açıklama

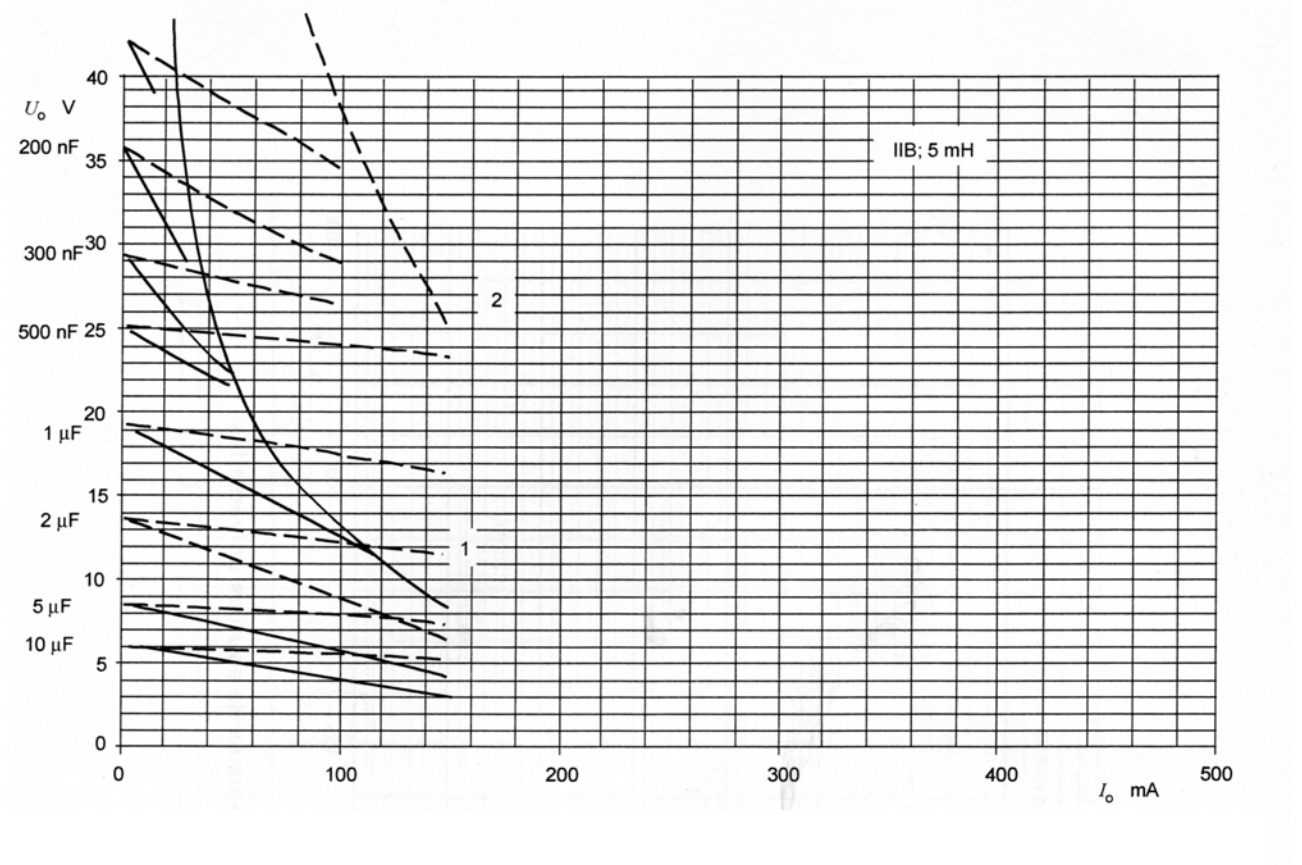
- 1 Dikdörtgen biçimli kaynak için endüktif sınır
- 2 Doğrusal kaynak için endüktif sınır

Şekil C.8d) – 2 mH için diyagram (devam)

**Açıklama**

- 1 Dikdörtgen biçimli kaynak için endüktif sınır
- 2 Doğrusal kaynak için endüktif sınır

**Şekil C.8e) – 5 mH için diyagram**



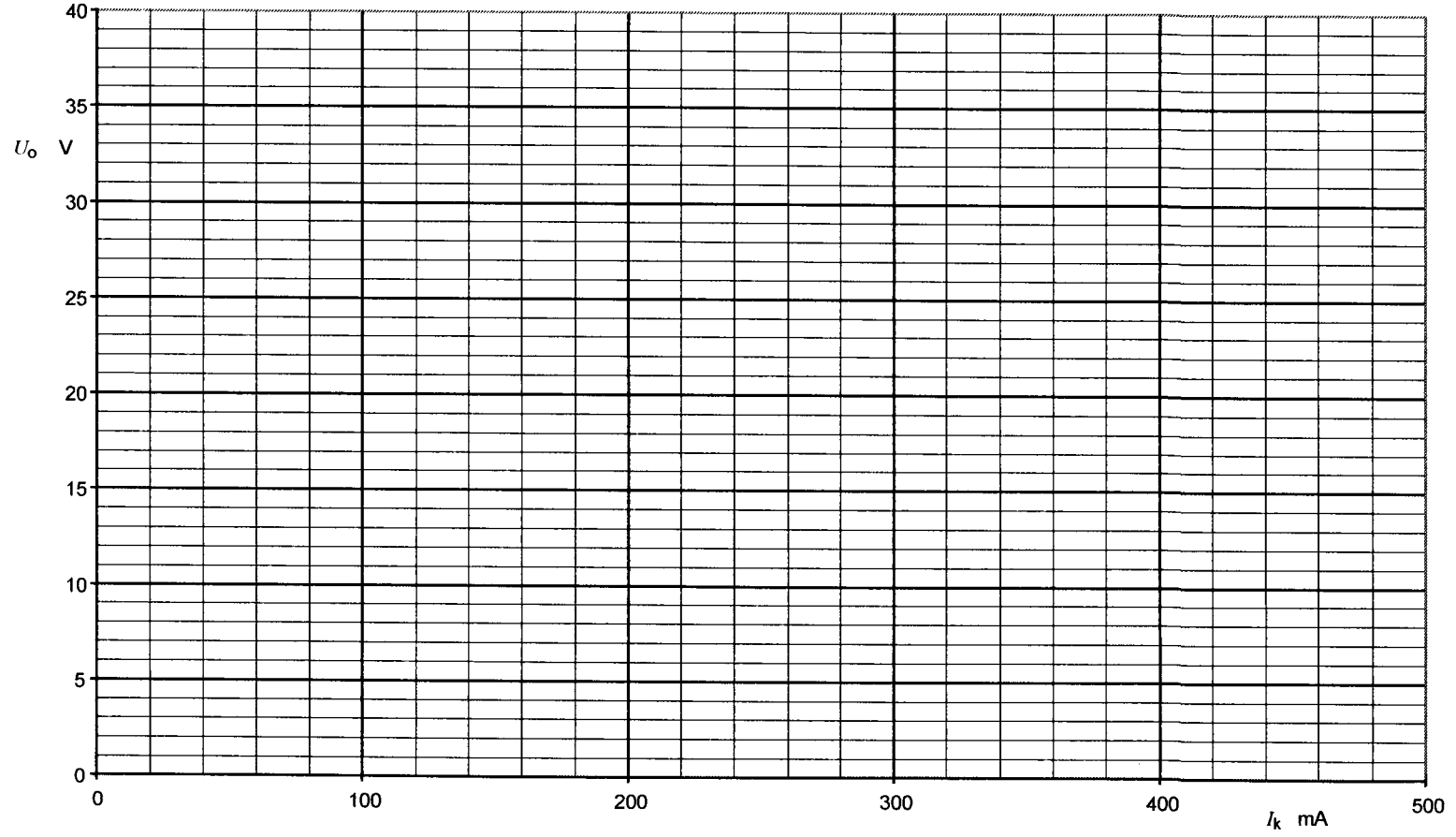
#### Açıklama

- 1 Dikdörtgen biçimli kaynak için endüktif sınır
- 2 Doğrusal kaynak için endüktif sınır

Şekil C.8e) – 5 mH için diyagram (devam)

Şekil C.8 – Genel kaynak karakteristiği – Grup IIB için sınır eğrisi diyagramı





Şekil C.9 – Genel kaynak diyagramları için örnek kopya

## Ek D

### Endüktif parametrelerin doğrulanması

Şekil D.1 analiz edilen sistemi göstermektedir.

$R_i$  endüktif bobinin doğal direncidir. Bobin direncine ilâve bir direnç eklenirse bu durumda bu ilâve direnç mutlak olan direncin bütün kriterlerini karşılamalıdır.

$R_0$  doğrusal güç kaynağının çıkış direncidir. Diğer bir ifadeyle  $U_0/I_0$  değerine eşittir.

$L_i$  değeri güç kaynağının  $L_0$  dan daha az ise bu durumda kablonun izin verilen endüktansı bu iki değer arasındaki fark olarak alınabilir ve sistem kabul edilir.

$L_i/R_i$  değeri izin verilen  $L_0/R_0$  den daha az ise bu durumda sistem kabul edilir ve kablonun izin verilen  $R/L$  oranı  $L_0/R_0$  kalır.

**Not** – Güç kaynağı IEC 60079-11 Çizelge A.1'in izin verdiği akım sınırlama direncinin en düşük değerini kullandığında kablo direnci göz önüne alınmaksızın bir kablo için hiçbir izin verilen endüktans yoktur ve  $L_0$  değeri sifıra eşittir.

Endüktif cihaz bu iki özellikten birini karşılamazsa bu durumda daha ayrıntılı bir analiz aşağıdaki gibi yapılmalıdır.

Endüktans boyunca akan akım belirlenmelidir. Gösterilen devrede bu akım  $I = U_0/(R_0 + R_i)$  dir.

Bu akım 1,5 ile çarpılmalı ve en büyük izin verilen endüktans  $L_{enbüyük}$  değerinin belirlenmesi için gerekli cihaz grubuna uygun IEC 60079-11'deki endüktif eğriler kullanılmalıdır.

$L_{enbüyük}$  bobinin  $L_i$  endüktansından daha az ise bu durumda devre kabul edilmez.

$L_{enbüyük}$  değeri  $L_i$  değerinden daha büyük ise bu durumda izin verilen kablo endüktansı  $L_c$  değeri ( $L_{enbüyük} - L_i$ ) veya  $L_0$  değerinden daha küçüğüdür.

Gerekliyse, sistemde bağlı olabilen kablonun en büyük endüktansının direncine oranı ( $L_c/R_c$ ) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmalıdır. Bu formül akımda 1,5 güvenlik faktörünü dikkate alır ve cihazın çıkış uçları için  $C_i$  değerinin % 1  $C_0$  değerini geçtiği konumda kullanılmamalıdır.

$$\frac{L_c}{R_c} = \frac{8eR + (64^2 e^2 R^2 - 72U_0^2 eL)^{1/2}}{4,5U_0^2} \mu\text{H}/\Omega$$

Burada:

$e$ , mikro joule cinsinden en küçük kıvılcım deneyi cihazının tutuşma enerjisi olup, bu enerji

- Grup I cihaz için: 525  $\mu\text{J}$
- Grup IIA cihaz için: 320  $\mu\text{J}$
- Grup IIB cihaz için: 160  $\mu\text{J}$
- Grup IIC cihaz için: 40  $\mu\text{J}$

dir.

$R$ , ohm cinsinden devrenin toplam direnci ( $R_0 + R_i$ ),  
 $U_0$ , volt olarak en büyük açık devre gerilimi,

$L$ , Henry cinsinden devrenin toplam endüktansı ( $L_i$  + güç kaynağının iç endüktansı)

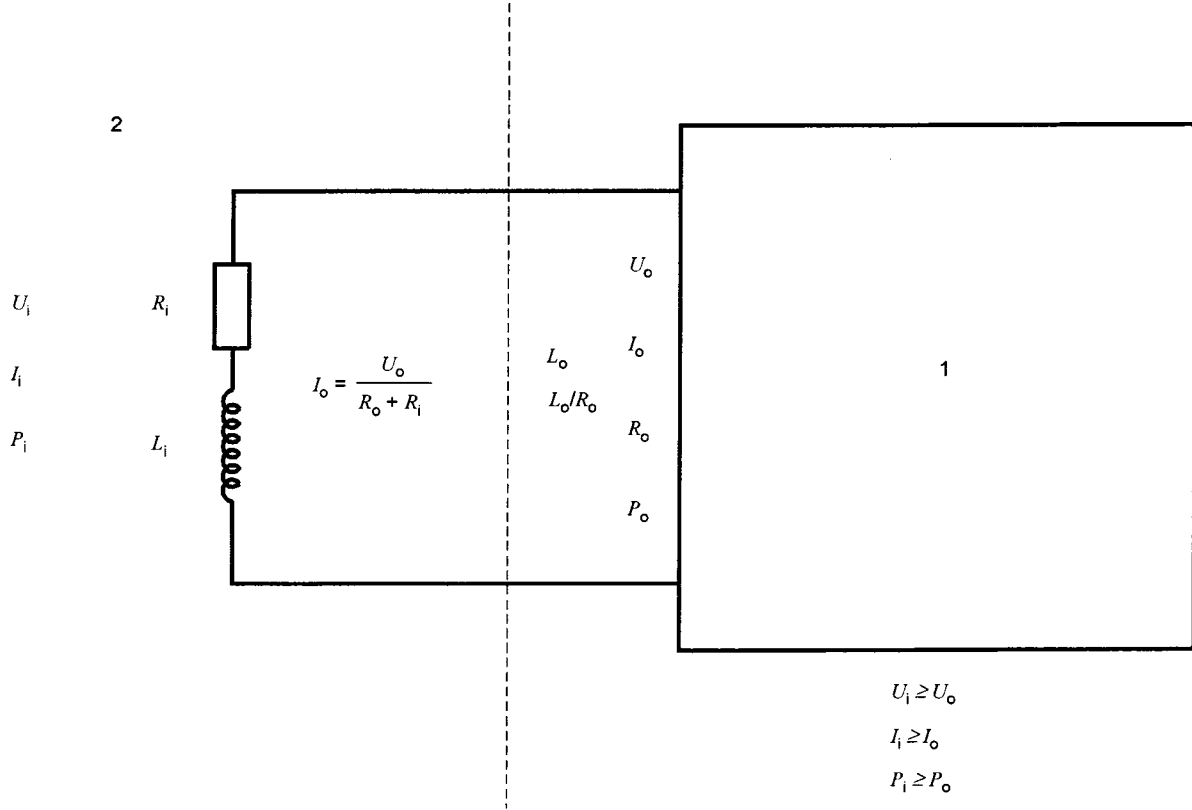
dir.

Bu hesaplanmış değer ile güç kaynağının  $L_0/R_0$  oranından hangisi daha küçük ise sistem kablosunun izin verilen  $L_c/R_c$  oranıdır.

**Not** – Böyle bir endüktans bobininin sıcaklık sınıfının belirlenmesinde bobin direncinin en büyük güç transferine izin veren değere düştüğü kabul edilir.

TEHLİKELİ ALAN

TEHLİKELİ OLMAYAN ALAN



Açıklama

- 1 Birleşik cihaz
- 2 Endüktans parametreleri

Şekil D.1 – Tipik endüktif devre

## Ek E (Bilgi için)

### Açıklayıcı sistem diyagramları ve tesis diyagramları için muhtemel format

Bu ek, açıklayıcı sistem diyagramlarının ve tesis diyagramlarının belirlenmesinde arzu edileni dikkate alan bilgileri göstermek için amaçlanır. Bu ek bu diyagramlar için özel bir format geliştirmek veya bilgileri saklamanın diğer metotlarının eşit olarak etkin olmadığını önermek için amaçlanmamıştır. Burada gösterilen örnek, karmaşıklığından dolayı özellikle seçilmiştir ve sistem tasarımının hemen hemen bütün durumlarını gösterir. Uygulamaların çoğunluğu bundan daha basittir ve tek bir verici ve ara yüzden meydana gelir.

Blok diyagram sistemin durumunu onaylamak ve Ek A ile Ek B'de tanımlanan analizi mümkün kılmak için bütün gerekli olan bilgileri ihtiva eder. RTD ile ilgili bilgi basit bir cihaz olduğunu ve sıcaklık sınıflandırmasının yerel işlem sıcaklığı ile belirlendiğini onaylar. 500 V yalıtım deneyine uygunluğun başarısızlığı bir noktada topraklanmış olduğunun kabul edildiği ve böylece sadece bir noktada topraklanmış olan devrenin özelliğini sağlamak için verici içindeki galvanik izolasyona güvenmesi demektir.

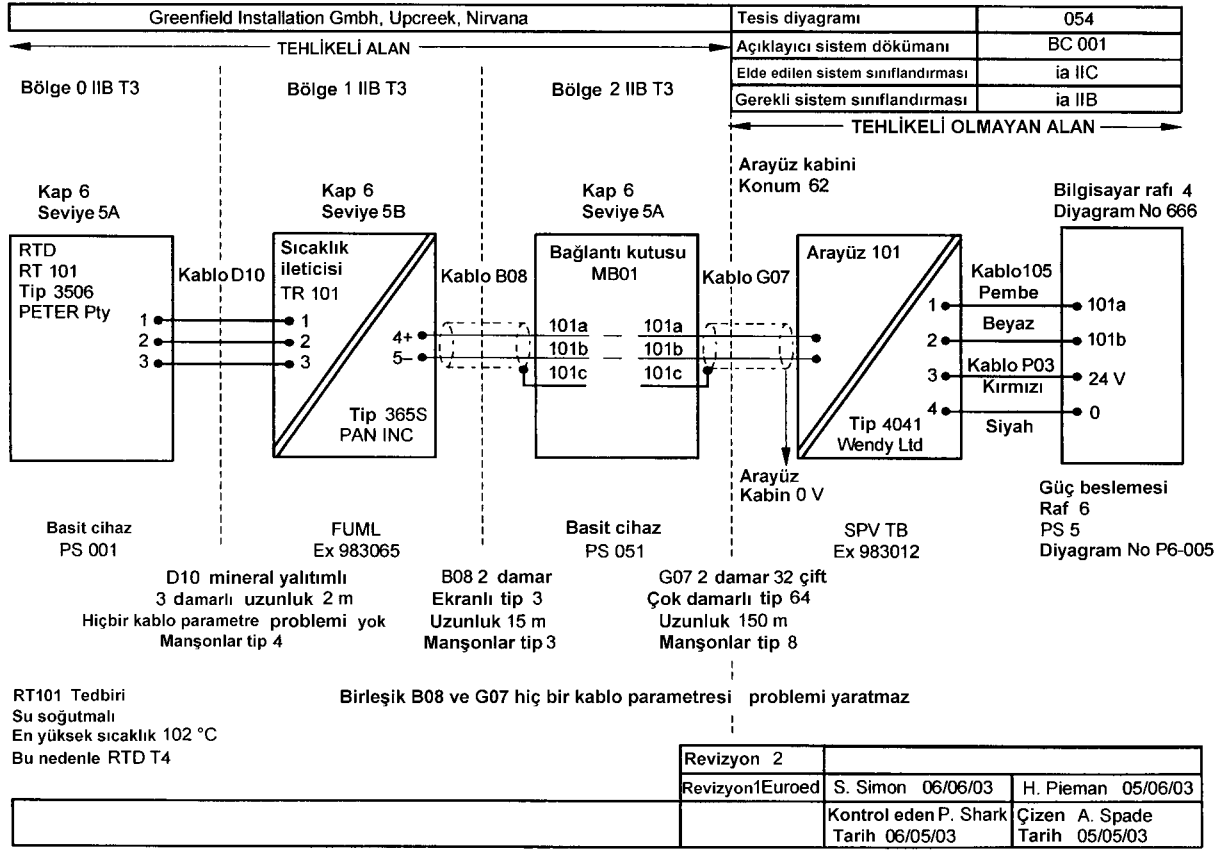
Verici belgelendirilmiş cihazdır ve hem RTD giriş bağlantıları hem de 4 mA'den 20 mA'a kadar olan çıkış bağlantıları için belirtilen güvenlik parametrelerine sahiptir. Giriş kapasitansı izin verilen kablo kapasitansını çok az değiştirir ve izin verilen ortam sıcaklık aralığı bir çok yerde monte edilen teçhizat için vericinin uygun olmasını sağlar.

Galvanik olarak izole edilmiş ara yüz izin verilen kablo parametrelerini belirlemek için kullanılan iyi tanımlanmış çıkış parametrelerine sahiptir. Sınırlayıcı kablo parametresi doküman numarası altında ilgi çeken bir bilgi olarak verilen 80 nF kablo kapasitansıdır. Grup IIB'de alternatif parametre özel bir uygulamayla daha uygun olabildiğinden verilmiştir.

Tesis diyagramı açıklayıcı sistem diyagramını özel bir tesisin özelliklerine dönüştürmek için amaçlanır. Tesis teknisyeninin önceden doğru olarak tasarlanmış bir tesis yaratmak için gerekli olan bilgilere ihtiyaç duyduğu kabulü yapılır. Teknisyen tesisin uygunluğundan şüphelenmesi için bazı nedenlere sahipse sadece açıklayıcı sistem diyagramına ulaşmaya ihtiyaç duyacaktır. Tesis diyagramı basit bir cihaz olan bağlantı kutusunu gösterir ve kullanılacak olan özel kablolar ile manşonları belirtir. Bu durumda bunlar ilgili özelliklere uygun olan anlaşmaya varılmış şirket uygulamalarıdır. RTD'nin sıcaklık sınıflandırması açık olarak belirtilir ve kablo ekranlarının kuşaklanmasıyla ilgili özel talimatlar verilir. Bu diyagramdaki bilgi seviyesi yapılacak ardışık muayenelere izin vermesi için uygun olmalıdır.

Bu ekin sadece bu bilgileri sunan bir metodu gösterdiğinin yeniden vurgulanması önemlidir. Gerekli olan özellik açıklayıcı sistem dokümanının yaratılacak olan uygun güvenlik sistemini sağlayan bütün bilgileri ihtiva etmesidir. Tesis dokümanı özel bir yerde güvenli olarak tesis edilecek bu sistemin özel bir düzenlenmesini sağlamak için gerekli olan bütün bilgileri ihtiva etmelidir.





Şekil E.2 – IS sistem için tipik tesis diyagramı

## Ek F (Bilgi için)

### Kendinden güvenli devrenin darbeye karşı korunması

#### F.1 Genel

Bu ek, kendinden güvenli devreyi yakınındaki bir yıldırım darbesi tarafından endüklenen gerilim darbelerinden korumak için olan muhtemel teknikleri belirtir. Bu tip bir koruma sadece bir yıldırım darbesi olasılığının bir risk analizinin ve böyle bir olayın sonuçlarının bunun gerekli olduğunu gösterdiği durumda uygulanır. Örnek gerekli olan analizi göstermek için amaçlanır, ancak bu tek muhtemel çözüm değildir.

#### F.2 Korunacak tesis

Şekil F.1, nötrün doğrudan bir topraklama ızgarasına bağlandığı durumda tipik bir tesisi gösterir. Diğer topraklama teknikleri aynı derecede kabul edilir. Sıcaklık algılama elemanı tutuşabilir malzeme ihtiva eden bir depolama tankının Faraday kafesine sokulur. Algılama elemanının direnci iç izolasyonlu bir dönüştürücü vasıtasıyla 4 mA'den 20 mA'e kadar olan bir akıma dönüştürülür. Daha sonra bu akım bir galvanik ayırıcı yolu ile bilgisayar girişi şebekesini besler. Ayırıcının, dönüştürücünün ve algılama elemanının kombinasyonu kendinden güvenli bir sistem olarak analiz edilmeye ihtiyaç duyar ve bu Ek E'de analiz edilen sistemdir.

#### F.3 Yıldırımın endüklediği darbeler

Muhtemel bir senaryo X noktasında tanka çarpan yıldırım ile tankın temelleri boyunca dolaşan birleşik akım ve tesisin eş potansiyel kuşaklanmasıdır. Geçici rejim gerilimi (tipik olarak 60 V) tankın tepesi (X) ile bilgisayarın '0' volt (Y) kuşaklama noktası arasında meydana gelir. Geçici rejim gerilimi galvanik ayırıcıda ve dönüştürücünün izolasyonunda delinmelere sebep olur ve yüksek olasılıklı bir patlama ile tankın buhar bölümü içindeki bir tarafta ani alev yaratabilir.

#### F.4 Önleyici tedbirler

Bir parafudur, tankın içindeki potansiyel farkını önleyen verici ayırıcısını korumak için tank üzerine monte edilebilir. Parafudur Faraday kafesini muhafaza etmek için tanka kuşaklanır. Çok elemanlı parafudur, verici izolasyonu tarafından kolaylıkla absorbe edilebilen bir gerilim seviyesine (60 V) sınırlar.

İkinci bir parafudur galvanik ayırıcıyı ve bilgisayar girişinin hasarlanmasını önlemek için gereklidir. Bu parafudur normal olarak güvenli alana monte edilmeli ve gösterildiği gibi bağlanmalıdır. Ayırıcı üzerinde ortaya çıkan ortak modlu birleşik darbe galvanik ayırıcı içindeki izolasyonda aşırı zorlama yaratmayacaktır.

Sistem geçici rejim gerilimi sırasında kendinden güvenli değildir, ancak yüksek akımlar ve gerilimler tank içindeki en büyük tehlike bölgesinden uzaklaştırılır ve iç bağlantı kablolarının bağıl olarak güvenli yerinde mevcut olur.

Sistem endirek olarak iki yerde topraklanır (kuşaklanır) ve geçici rejim periyodu sırasında akan sirkülasyon akımı tahrik edicidir. Ancak, normal çalışmada endirek olan toprak bağlantıları iletken değildir ve herhangi önemli akım akışı için parafudur devrelerinin kuşaklama bağlantıları arasında bağıl olarak yüksek gerilim gerektirir (120 V). Böyle bir gerilim önemli bir süre için mevcut olmayacağından devreler uygun bir şekilde güvenlidir.

#### F.5 Destek dokümantasyonu

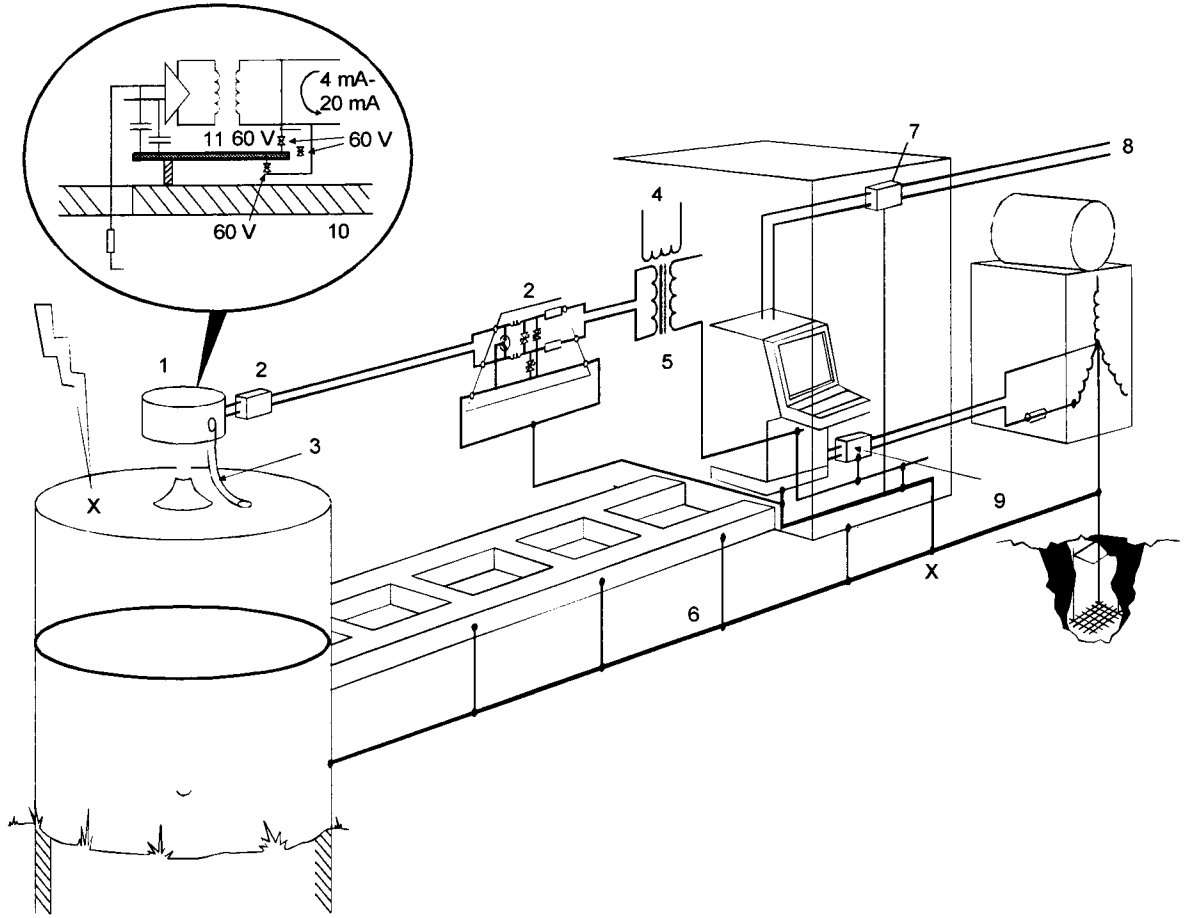
Açıklayıcı sistem dokümanı şebekelere monte edilmiş parafuduru ihtiva edecek şekilde değiştirilmelidir. Normal çalışmada bunların etkisi, kapasitans ve endüktansın küçük değerlerini ihtiva edebilen ilgili karakteristikleri göz önüne alınarak analiz edilmeye ihtiyaç duyar.

İki yerdeki endirek topraklama kaydedilmeli, analiz edilmeli ve kabul edilebilirliğinin tartışması yapılmalıdır.

#### F.6 İlâve koruma

Yıldırım önemli bir problem olarak kabul edildiği durumda ölçü sisteminin şebeke beslemesine parafudur monte edilmesine dikkat edilmelidir. Şebekeden kaynaklanan darbeler güç besleme kaynağından olan galvanik ayırıcılara veya işaret bağlantılarına hasar verebilir. Bağışıklığın bazı derecesi EMU standartlarına uygun olan normal özelliklerde kesindir, ancak yıldırımın sebep olduğu birçok darbeye karşı yeterli değildir.

Benzer şekilde şebeke bağlantıları boyunca olan diğer muhtemel etki güzergahı darbe korumasının belirli derecesini gerektirir.



## Açıklama

1	Dönüştürücü	5	Galvanik ayırıcı	9	Şebeke kaynağı filtre bastırıcı
2	Parafudur	6	Eş potansiyel kuşaklama	10	Tank mahfazası
3	Kuşaklama şeridi	7	İşaret bastırıcı	11	Ölçü aleti mahfazası
4	Şebeke beslemesi	8	Veri hattı		

Şekil F.1 – Ölçü aleti döngüsünün darbe koruma özellikleri

**Ek ZA****Bu standarda atıf yapılan uluslararası standartlara karşılık gelen Türk Standardları**

Bu standardda, tarih belirtilerek veya belirtilmeksizin diğer standard ve/veya dokümanlara atıf yapılmaktadır. Bu atıflar metin içerisinde uygun yerlerde belirtilmiş ve aşağıda liste halinde verilmiştir. Tarih belirtilen atıflarda daha sonra yapılan tadil veya revizyonlar, atıf yapan bu standardda da tadil veya revizyon yapılması şartı ile uygulanır. Atıf yapılan standard ve/veya dokümanın tarihinin belirtilmemesi halinde en son baskısı kullanılır

**Not-** Uluslararası standardda (mod) ile gösterilen CENELEC ortak değişikliği yapıldığında ilgili EN/HD uygulanır.

Standard	Yıl	Başlık	EN/HD	Yıl
IEC 60060-1	- <sup>1)</sup>	High-voltage test techniques Part 1: General definitions and test requirements	HD 588.1 S1	1992 <sup>2)</sup>
IEC 60079-0	- <sup>1)</sup>	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres Part 0: General requirements	EN 60079-0	- <sup>3)</sup>
IEC 60079-11	1999	Part 11: Intrinsic safety "i"	-	-
IEC 60079-14	2002	Part 14: Electrical installations in Hazardous areas (other than mines)	EN 60079-14	2003

<sup>1)</sup> Tarihsiz referans

<sup>2)</sup> Yayınlandığı tarihteki geçerli baskı

<sup>3)</sup> Yayınlanacak