

# DEĞİŞKEN AKIMLA BESLENEN ELEKTRİKLİ ULAŞIM SİSTEMLERİNDE GÜÇ ELEKTRONİĞİNİN ÖNEMİ

ATIF URAL

UDK: 621.33

## ÖZET

Bu yazıda değişken akımla beslenen elektrikli ulaşım sistemlerinde güç elektroniğinin önemi anlatılmıştır. Tiristorların elektrikli ulaşım sistemlerinde kullanılmasının birçok yararının yanında sakıncaları da vardır. Bu sakıncalar geniş biçimde verilmiştir.

## SUMMARY

in this paper, the importance of the power electronics in the electric traction supplied by alternative current, is presented. Application of thyristors to the electric traction bring many advantages and some disadvantages. These disadvantages were largely explained.

## 1. GİRİŞ

Güç elektroniğinin değişken akımla beslenen cer'de kullanılması çok önemli faydalar sağlamıştır. Bunları şu şekilde özetleyebiliriz:

- Kademesiz kumanda ve uygun cer kuvveti-hız [ $z = f(v)$ ] eğrilerinin mümkün olan seçimi sayesinde sürtünmeden yüksek oranda yararlanma.
- Elektronik giriş elemanı sayesinde otomatik bir cer işletmesine giriş olanağı sağlaması.

Bu üstünlüklerine rağmen, sakıncaları da bulunmaktadır. Bunlar bazı koşullarda o kadar önem kazanırlar ki, güç elektroniğinin kullanılışı geciktirilir veya kullanılmasına engel olunur.

önemli sakıncaları şunlardır:

- Zahiri ve bozucu güce olan büyük gereksinme. Bu ikincil santrallerin ve hatların ek bir yüklenmesine neden olur.
- örneğin uziletme dizgeleri ve koruma tesislerinin doğru akım devreleri gibi dizgelerde elektromagnetik etkilenmeleri.

## 2. İLKELER

Akım doğrultucuların işletmesinde, sinüs şekline oldukça farklı şebeke akımları doğar.

Şebeke ve değişken akım tarafındaki şelflerin ihmal edilmesi ve doğru akım tarafında büyük bir şelf bulunduğu öngörülürse, şebeke akımı, tek fazlı akım doğrultucu durumunda dikdörtgen, değişimi gösterir. Bu akımın Fourier çözümlemesi, şebeke frekansında akım ve onun tek sayılı harmoniklerini verir (Şekil 1).

$$i_L(t) = \hat{I}_L \left[ \frac{1}{\pi} - \left( \cos \omega t - \frac{1}{3} \cos 3\omega t + \frac{1}{5} \cos 5\omega t - \dots \right) \right]$$

Harmoniklerin (tek harmonikler) genliğinin büyüklüğü üzerine "kumanda açısı"nın oldukça önemli bir etkisi vardır (Şekil 2).

Pratikte şebeke ve transformatör kaçak şelfi

Atıf Ural, Doç.Dr., İTÜ Elk.Fak.

Elektrik Mühendisliği 225

gözönüne alınmalıdır, çünkü bunlar komutasyon süresindeki ventil akımlarının değişimi etkiler.

Ağırlık nedenleriyle, sonsuz büyük bir şelfin motor devresinde olduğunu varsaymak ta mümkün değildir; motor ve sonra şebeke akımı, dolayısıyla göze çarpıcı bir dalgalılık gösterirler. Mümkün olabildiği kadar, cerde kullanılan akım doğrultucu, seri bağlanmış veya ayrı olarak kumanda edilen birçok köprülerden oluşur, öyle ki primer akımın şekli birçok aralıklardan oluşsun. Harmoniklerin hesabı bir bilgisayarı gerektirir veya belli sınırlarda yaklaşım bağıntılarıyla bulunur.

Akım doğrultucu taşıtlar olmaksızın değişken akımlı işletmede mıknatıslanma ve oluk harmonikler i nedeniyle, şebeke akımında bozulmalar olduğundan, cer akım doğrultucularının eğri şekli üzerindeki düşünceler açıkça göstermektedir ki, seyir iletkenindeki harmonik sayısı, taşıtlar diyotlu doğrultmaçlı veya tiristor kumandalı iseler, oldukça yükselir.

Böyle taşıtların işletmeye alınması bazı yerlerde yukardaki nedenlerle güvenceli olmayan etkiler yaratır.

## 3. ETKİ ALTINA GİRECEK TESİSLER

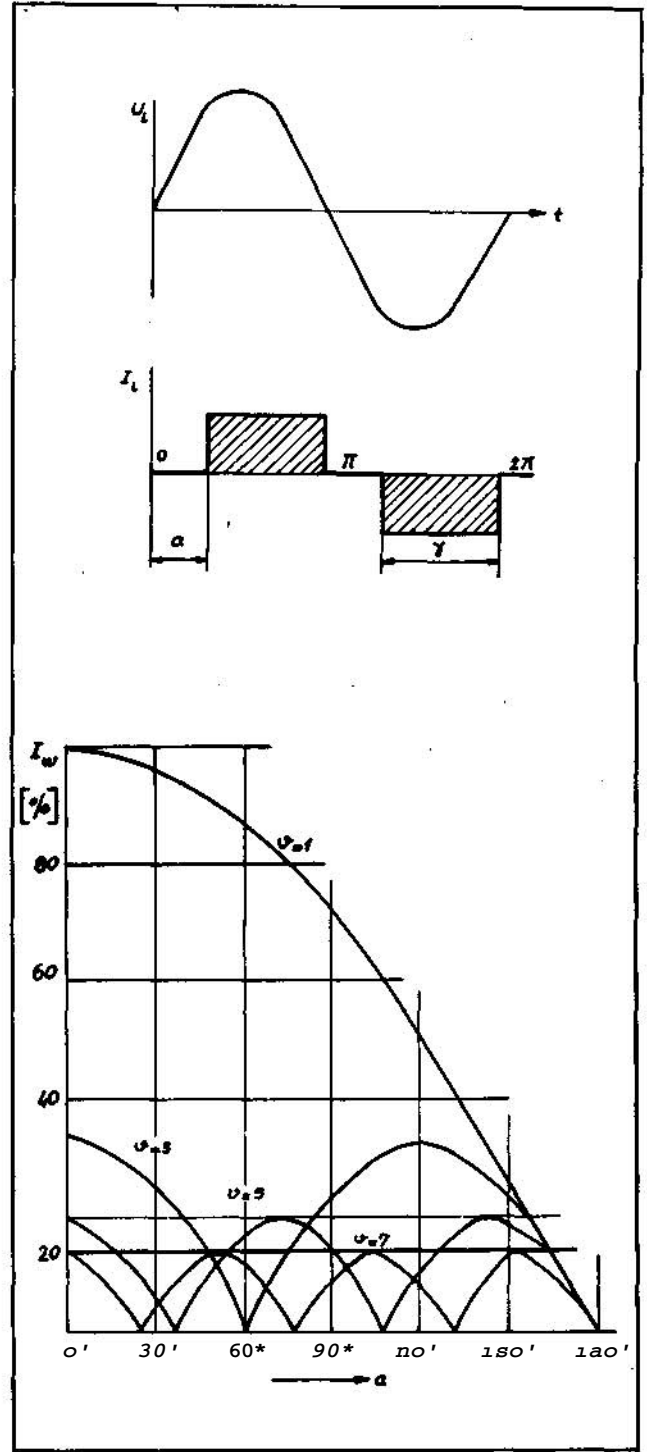
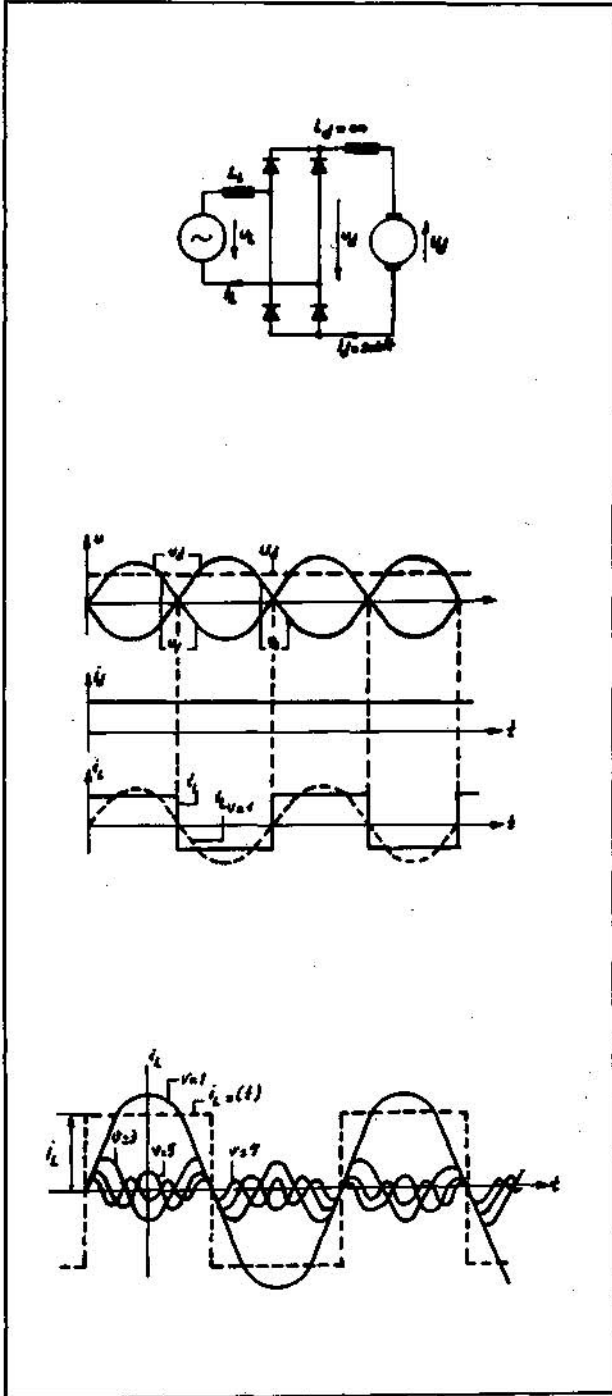
Tiristor kumandalı taşıtlar kendi şebekelerini ilave zahiri akım yüküyle etkilerler. Burada bununla ilgili olarak ayrıntılı açıklama yapılmayacaktır. Ençok etkilenilen doğru akım ve uziletme tesisleri ele alınacaktır.

### Doğru Akım Devreleri

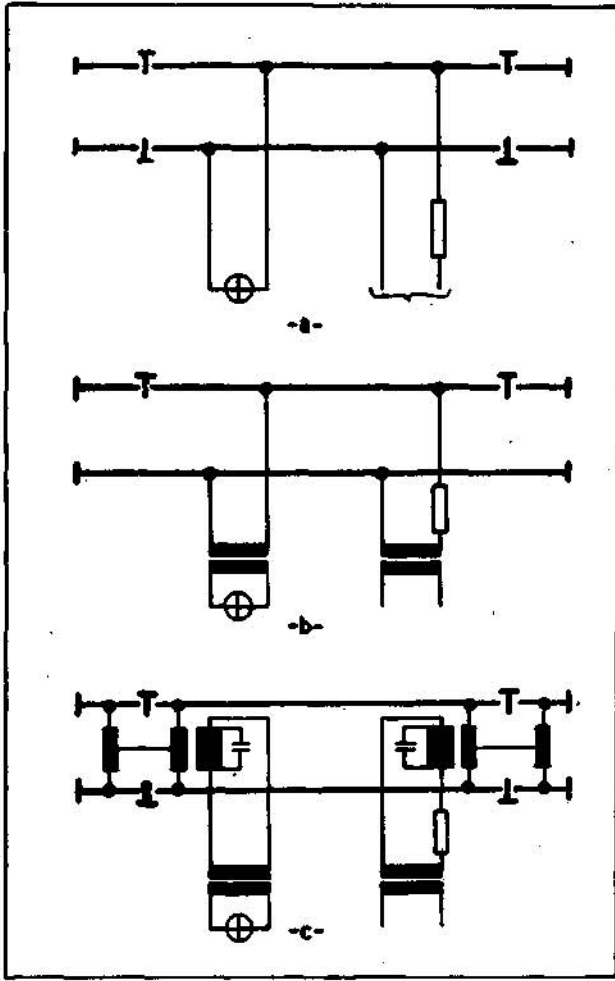
Doğru akım devreleri dörken bir, sinyalizasyon tesisinin, bir katarla işgal edilen yol parçalarının (raylar) gözetimini yapan kısımları anlaşılmaktadır. Şekil 3, bir veya iki raylı izolasyonlu doğru akım devrelerini göstermektedir.

Gözlenecek yol parçasının başlangıcında blok akımı verilir; uçta sonda serbest parçada (yol parçası) uyarılan bir röle bulunur. Röle, taşıtın eksenleri üzerinden kısa devre edildiğinde, düşer ve yolun meşgul olduğunu bildirir.

Şekil 1. Kumandasız doğru akım doğrultucusu, tek fazlı köprü bağlaması.  
 LJJ: Doğru akım taratındaki şelf  
 UD: Doğru akımın ortalama değeri  
 X&: Şebeke akımı  
 !\*.- Doğru akım  
 t : Zaman  
 Ud: Doğru gerilimin ani değeri  
 ULS Şebeke gerilimi  
 v : Harmonik sıra sayısı



Şekil 2. Simetrik olmayan yarı kumandalı akım doğrultucusunun  $I_v$  harmonik genliğinin  $\alpha$  t kumanda açısına göre değişimi  
 il: Harmonik akımı  
 U<sub>L</sub>: Şebeke gerilimi  
 t : Zaman  
 : Akım akma süresi  
 Y • Harmonik sıra sayısı



Şekil 3. Elektrik ayrılma yerli doğru akım devreleri

- İki raylı izolasyonlu doğru akım devresi
- Tek raylı izolasyonlu ve toprak raylı değişken akım - doğru akım devresi
- İki raylı izolasyonlu, yol bobinli değişken akım - doğru akım devresi

Taşıtın dönüş akımını geçiren raylar, sinyal akımını da ilettiklerinden bu sinyalizasyon tesislerinin elektrikli cer işletmesinden etkilenmesi olasılığı büyüktür.

Örneğin, İsviçre'de en sık rastlanılan tip, tek raylı izole yol parçasından, öndirençli büyük sayıdaki doğru akım devresi ve kabul rölesi için enerji kaynağı olarak 12 V'luk bir merkezi bataryadan oluşur.

Bu basit sükünet akımı bağlantısı cer'in harmoniklerine karşı duyarlı değildir. Çünkü röle bobininin empedansı önceden devreye girmiştir. Bunlar kısmen değişken akım - doğru akım devreleriyle önlenebilirler. Devamlı değişken gerilimler yerine; örneğin, 125 Hz'lik darbeleri modü-

le edilmiş değişken gerilimler faydalı sinyal olarak gönderilir ve bir darbe-sükünet oranı rölenin çalışma ölçütü olarak seçilebilir.

Bir bozucu gerilim bu durumda serbest yol parçalarını meşgulmüş gibi haber verebilir. Bu haber güvence anlamında olabilir, fakat işletme bakımından iyi değildir.

Yanlış meşgul sinyallerini ortadan kaldırmak için, alıcıdan önce seri bir süzgeç konulmalıdır. Uluslararası çalışmaların sonucu olarak bundan sonra yeni tesislerde doğru akım devresi kullanılmamaya çalışılacaktır.

#### 4. UZİLETIŞİM TESİSLERİ

Demiryolu boyunca kural olarak işletmenin uziletişim hatları yerleştirilir. PTT'nin telefon kabloları da demiryolunun yakınından geçer.

Seyir iletkeniyle endüktif bağlantı nedeniyle, kablolar elektrik akımından etkilenirler. Kabloda boyuna gerilim şeklinde bozucu bir gerilim ortaya çıkar. Madeni mantolu kablolarında bu, mantoda bir gerilim düşümü olarak gözükür. Bu boyuna gerilimle ortaya çıkan harmonikler arasında bir ilişki vardır.

#### 5. ŞEBEKE DAVRANIŞINI DÜZELTMEDE OLANAKLAR

##### Şebeke Tarafındaki Harmonik Akımının Akım Doğrultucusu Tarafındaki Süzgeç Yardımıyla Azaltılması

Cer akım doğrultucusu tarafından besleme şebekesine sunulan harmonik akım, akım doğrultucu tarafından süzgeç yardımıyla azaltılabilir, örneğin 50 Hz ile 3 KHz arasındaki frekans bölgesinde, bozucu akımı yok etmek için (bastırmak için) 80 rezonans devresi gereklidir. Bu süzgeçlerin taşıt için zararı; ağırlığın önemli oranda artmasına neden olmasıdır. Bir yüksek güçlü taşıtta, bu süzgeçlerin ağırlığı 2,5 ila 4 t'a erişebilir.

##### Belli Bazı Harmoniklerin Bastırılması için Aynı Andaki Takip Kumandası

Harmonikler Şekil 2'den de görüldüğü üzere kumanda açısıyla değişirler ve bazı belli yerlerde sıfır olurlar. Bundan, örneğin doğru akım devrelerini rahatsız eden harmonikleri küçük tutmak için yararlanılır.

##### Akım Doğrultucunun Spar Bağlantısında Birçok Defalı Takip Kumandası

Önceki iki önlem hiçbir uygun çözüm vermiyorsa, (çevreyi etkilememe bakımından) burada adı geçen bağlantılar ve kumanda yöntemi uygulanmalıdır.

#### KAYNAKLAR

- [1] AEG Mitteilungen 1974
- [2] BROHN-BOVERI Mitteilungen 1974
- [3] SIEMENS Zeitschrift 1974