

DOĞRU AKIM DARBELEYİCİSİ İLE BESLENEN YABANCI UYARTIMLI MOTORUN TORK-HIZ KARAKTERİSTİĞİ

Dr. İsmail COŞKUN
Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi

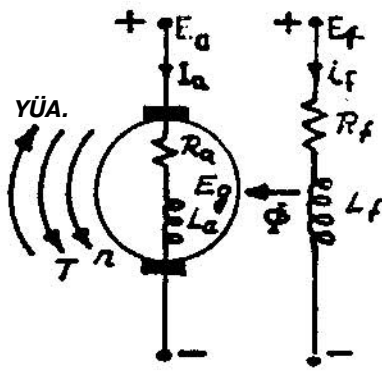
ÖZET

Doğru akım motorlarının hız kontrolunda kullanılan klasik yöntemlerin genellikle tepki hızları ve verimleri düşük olup, maliyetleri yüksektir.

Bu çalışmada doğru akımın darbelenmesi incelenmiş ve doğru akım darbeleyicisi ile beslenen yabancı uyarımlı bir motorun tork-hız karakteristiği çıkarılmıştır.

1. GİRİŞ

Endüstriyel uygulamaların çoğunda hızları değişebilen sistemlere ihtiyaç vardır. Değişik hız ihtiyacı, çeşitli mekanik sistemlerle karşılanabileceği gibi hızın kaynağında değiştirilebilme özelliğinden dolayı ya D.A. motorları ya da A.A. motorları yardımıyla karşılanabilir. A.A. motorlarının hızları stator kutup sayısına ve frekansına bağlıdır. Çalışan bir motorun hızını değiştirmek için stator frekansının değiştirilmesi gerekir. D.A. makinasının şekil 1'deki eşdeğer devresi esas alınarak kararlı çalışan makinarya ait denklemler aşağıdaki gibi yazılabilir.



ŞEKİL 1

$$\text{Uç gerilimi} \quad E_a = R_a I_a + E_g \quad (0)$$

$$\text{Zıt e.m.k.} \quad E_g = k \cdot \Omega \cdot N \quad (2)$$

$$\text{Tork} \quad T = k_2 \cdot I_a \quad (3)$$

$$\text{Manyetik akı} \quad \Phi = k_3 \cdot I_f \quad (4)$$

Bu ifadelerde, k_1 , k_2 , k_3 , sırasıyla endüvi, tork ve endüktör sabiteleridir. (1) ve (2) nolu denklemler yardımıyla D.A. motorunun hız ifadesi bulunabilir.

$$N = \frac{E_a - I_a R_a}{M} \quad (5)$$

Bu ifadeye göre D.A. motorlarının hızı,

1. Manyetik akıya (Φ)
2. Endüvi akımına (I_a)
3. Uç gerilimine (E_a)

bağlı olarak değişir.

Manyetik akının değiştirilmesiyle yapılan hız kontrolunda motor hızı belli değer altına düşürülemez. Motor hızını yükseltmek için manyetik akının azaltılması gerekeceğinden, motor torku düşerken endüvi akımı da yükselir. Akımın yükselmesinin bir sonucu olarak komutasyon bozulur, fırçalarda ark meydana gelir, endüvi sargıları ısınır ve motor yükü taşıyamaz.

Uç gerilimini değiştirerek yapılan hız kontrolunda çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan bazılarına, Ward-Leonard sistemi ve motor-generatör setleri gibi elektromekanik sistemler ve yarı iletken malzemelerle yapılan statik sistemler örnek olarak gösterilebilir. Elektromekanik sistemlerin ağırlıkları ve hacimleri fazla, verimleri düşük ve maliyetleri yüksektir. Yarıiletken malzemelerle yapılan faz kontrol yöntemiyle alternatif akım doğru akıma çevrilirken aynı anda elemanın iletim açısı değiştirile-

rek doğru gerilimin ortalama değeri ayarlanabilir (1). Böylece, değişken uç gerilimi faz kontrol yöntemiyle elde edilebilir. Ancak bu yöntem şebekenin güç katsayısını etkilemekte ve şebekelerde darbelerle sebep olmaktadır (2). Şebekenin frekansı sabit olduğundan, özellikle küçük iletim açılarında ve düşük devirlerde iletim süresi çok küçülmektedir. Bu durum ise motorda tork salınımlarına ve vuruntulara sebep olmaktadır (3).

Uç gerilimini değiştirerek motor hızını ayarlamak için frekansı değişebilen bir doğru akım darbeleyicisi kullanarak yukarıda belirtelen sorunlar ya azaltılır ya da yok edilebilir.

2. DOĞRU AKIMIN DARBELENMESİ

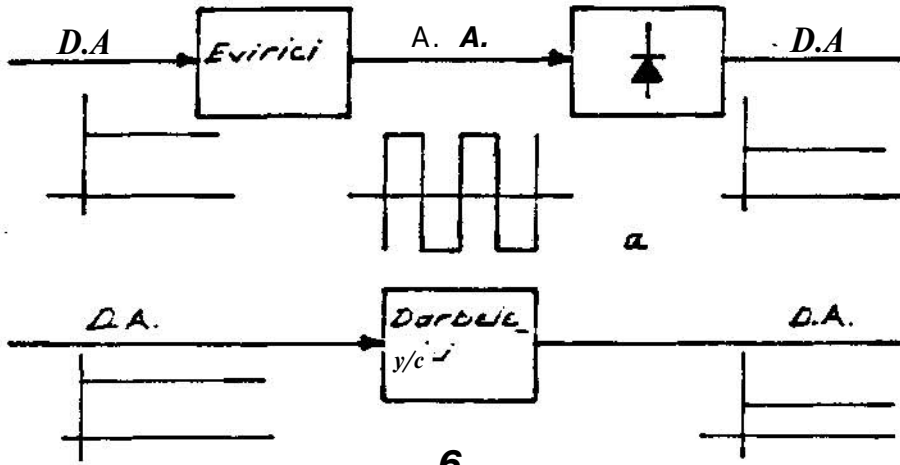
Tristör gibi kontrol edilebilen bir yarı iletken elemanı iletime ve kesime getirmek suretiyle, genliği sabit doğru gerilimi, ortalama değeri ayarlanabilen doğru gerilime dönüştüren devrelere darbeleyici denir. Aslında, doğru akım darbeleyicisi, iletim durumunda kaynağı yüke bağlayan ana tristörü tekrar kesime getirmek için içerisinde yardımcı bir tristör bulunan bir komütasyon devresidir. Bu devreler yardımıyla genliği sabit doğru gerilimden, ayarlanabilir doğru gerilim elde edilmesinde şekil 2'de görülen başlıca iki çalışma modu kullanılır.

Şekil 2.a'daki evirici-doğrultucu modda, doğru akım önce alternatif akıma dönüştürülür, daha sonra düşürücü ya da yükseltici bir transformatör yardımıyla gerilim istenilen büyüklüğe ayarlanır ve tekrar doğrultularak ayarlı doğru gerilim elde edilir. Bu modda enerji dönüşümü iki aşamalı olduğundan sistem pahalı ve verimi düşüktür (2).

Şekil 2.b.'deki doğru akım darbeleyicisi ile doğru gerilim, şekil 3'de görüldüğü gibi direkt olarak ayarlanabilen doğru gerilime dönüştürülebilir. Tristörün iletim süresince (t_j) kaynak doğrudan yüke bağlanır. Tristör kesimde iken t_k aralığında yük uçları kaynaktan ayrılır. Tristörün iletim kesim durumu sonucu direnç uçlarında meydana gelen darbeleniş gerilimin ortalama değeri,

$$E_o = E - \frac{t_i}{t_j + t_k} E$$

$$= E \frac{t_j}{T}$$



6
ŞEKİL 2

$$E_{of} = E_a \quad (6)$$

olur.

Burada,

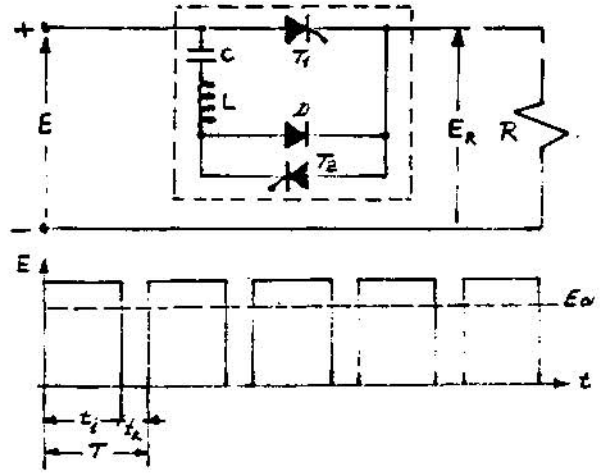
t_j = iletim aralığı

t_k = kesim aralığı

$T = t_j + t_k$ = darbeleme periyodu

$a = t_j / T$ = transfer oranıdır.

Doğru akım darbeleyicilerinin kullanma yerlerinin başında doğru akım motorlarının hız kontrolü gelir. Uyarım akımı sabit tutulan yabancı uyarımlı bir doğru akım motorunun endüvi uç gerilimi sıfır ile kaynak gerilimi arasında değiştirilirse, motorun hızı da sıfır ile anma hızı arasında değişir. Darbeleyici ile beslenen motorun tork-hız karakteristiği faz kontrol yöntemiyle beslenen motorun tork-hız karakteristiğine göre daha iyidir (4).



ŞEKİL 3

3. DARBELEYİCİ İLE BESLENEN YABANCI UYARTIMLI MOTORUN PERFORMANSI

Tork-hız karakteristiği çıkarılan doğru akım makinası "SIEMENS" firması tarafından üretilmiş 110 V., 1450 d/d ve 2 Hp gücünde laboratuvar tipi bir motordur. Makinanın

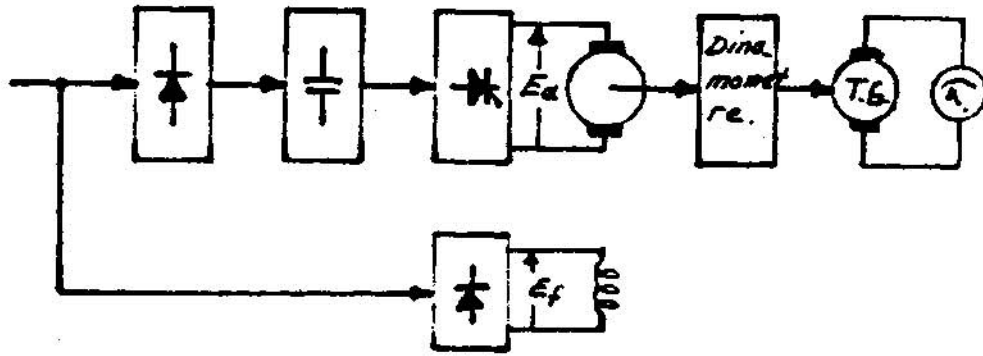
yabancı uyarımlı motor olarak çalışabilmesi için şekil 4'deki bağlantı yapılmıştır. Motorun endüktörü bir köprü bağlı diyot grubuyla çalışma gerilimine uygun olacak şekilde doğrudan A.A. kaynağına bağlanmıştır. Motorun hız kontrolü için endüvi gerilimini değiştirmek amacıyla endüvi devresine bir darbeleyici bağlanarak endüvi uç gerilimi ayarlanmıştır.

Deney sırasında, darbeleme frekansının düşük olduğu durumlarda ve özellikle α 'nın küçük değerlerinde motor akımı kesikli olmuştur. Bu bakımdan motorun tork-hız karakteristiği hem kesikli akım için, hem de sürekli akım için çıkarılmıştır. Motorun tork-hız karakteristiğini çıkarmak için motor miline fukofrenli dinamometre bağlanmış ve mildeki moment dinamometreden ölçülürken hız ise aynı mile bağlı takometreden okunmuştur.

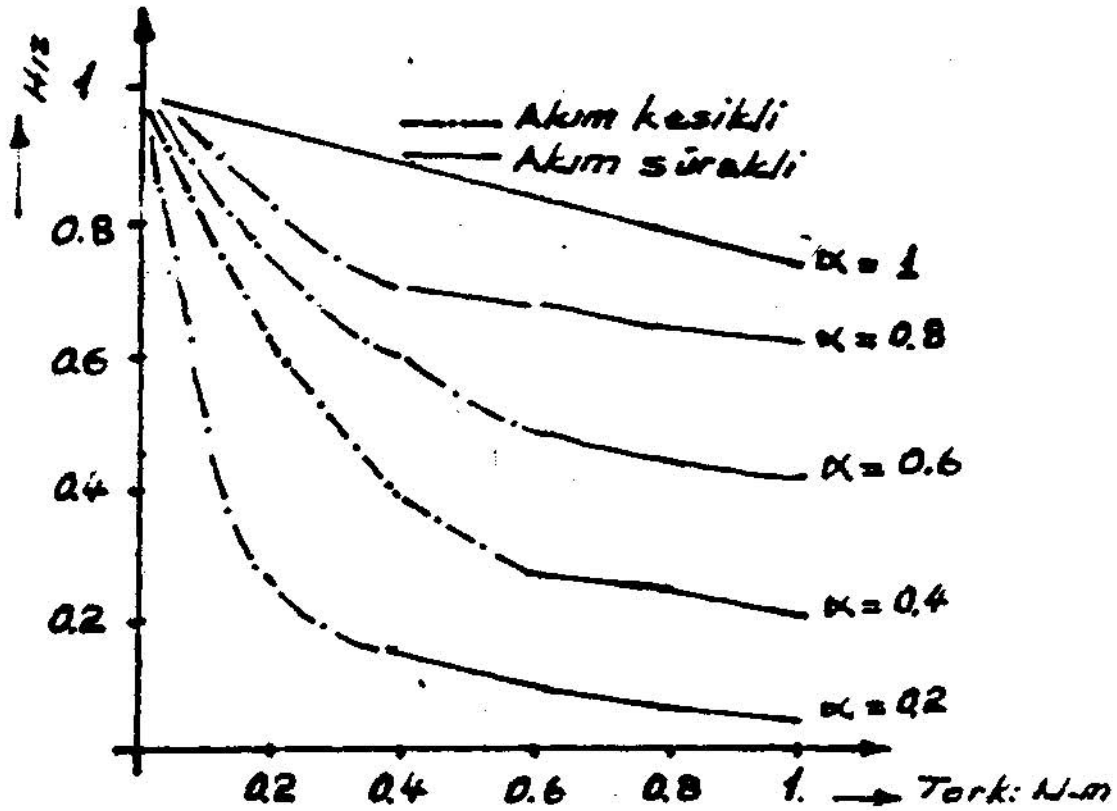
Akımın kesikli ve sürekli durumu için motorun tork-hız karakteristiği değerleri alınırken, darbeleyici transfer oranı önce 0,4 olarak ayarlanmış ve motorun yükü kademe kademe anma yüküne kadar yükseltilmiştir. Özellikle küçük darbeleme frekansında ve transfer oranında akımdaki kesilme süresi uzamaktadır.

Kesikli endüvi akımı ve çeşitli transfer oranları için darbeleyici ile beslenen yabancı uyarımlı motora ait tork-hız eğrileri şekil 5'de verilmiştir.

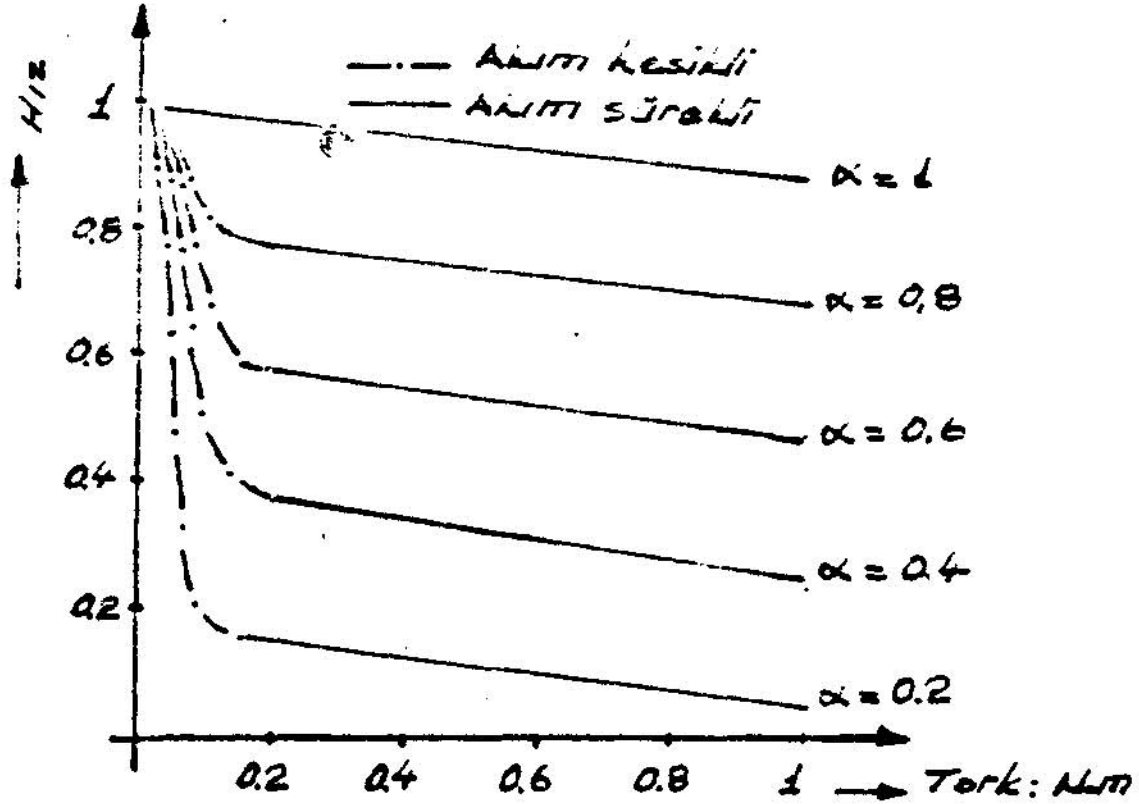
Endüvi akımının sürekli olması için ya endüvi devresine uygun değerde bir endüktans bağlanmalı ya da darbeleme frekansı yükseltilmelidir. Ancak darbeleme frekansı yükseldikçe, darbeleme periyodu içindeki komutasyon zamanının etkinliği artmaktadır. Sürekli endüvi akımı ve



ŞEKİL 4



ŞEKİL 5



ŞEKİL 6

çeşitli transfer oranları için motora ait tork-hız karakteristik eğrileri şekil 6'da verilmiştir.

SONUÇLAR

Bu çalışmadan aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Darbeleyici ile beslenen yabancı uyarı mlı bir motorda, motorun komütasyon kapasitesi artarken motor akımının etkin değeri azalmaktadır. Bunun sonucu olarak motorun daha az enerji harcadığı ve ısındığı gözlenmiştir.
2. Endüvi akımının sürekli olmasını sağlamak için endüvi devresine endüktans bağlama yerine, darbeleme frekansı yükseltilmiş ve benzer sonuç elde edilmiştir.
3. Yükün çeşitli değerlerinde ve hız kontrol aralığında, motor kollektörlerinde meydana gelen arkin, faz kontrol yöntemiyle yapılan hız ayarlanmasındakine göre daha az olduğu sonucuna varılmıştır.

4. Transfer oranı küçüldükçe hızdaki düşüş daha hızlı olmaktadır. Bu durum darbeleme frekansı yükseltilerek kompanse edilebilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Ritcey J.W. , "Silicon controlled rectifier manual", General electric Covp. , Auburn (1979)
2. Lander C.W.. "Power electronics". McGraw-Hill, U.K. (1981)
3. Singh S.N. and Kohli D.R., "Analysis and performance of a chopper controlled separately excited D.C. motor", IEEE trans. on industrial electronics, IE-29, No. 1 (1982)
4. Farrer W. , "DC - to - DC thyristor chopper for traction application Proc. IEE, 125, 239 (1976)