

BÜYÜK ELEKTRİK MOTORLARINA YOLVERMEDE KULLANILAN ÜÇ ŞALTER METODU

Nusret ALPERÖZ *

ÖZET:

Bilindiği gibi, elektrik motorlarının yolverme esnasında çektikleri büyük akımları azaltmak için çeşitli yolverme metodları kullanılmaktadır. Büyük motorlarda, bu amaçla kullanılan en yaygın metodlardan biri üç şalter metodudur. Bu makede, bu metodun genel prensipleri anlatılmaya çalışılmıştır.

Bu metodun diğer bir adı da Korn-dorfer metodudur. Büyük elektrik motorlarına yolvermede kullanılır.

Yolverme Şekil 1'de gösterildiği gibi bir ototransformatör üzerinden üç şalter ile üç aşamada yapılır.

Yolverme başlamadan a3 şalteri kapalı, a1 ve a2 şalterleri açıktır. Bu durumda:

a) a1 şalteri kapatılarak motora kısmi gerilimle yolverilir.

b) Motor yeterince hızlanarak, senkron devir sayısının % 85-95 ine eriştikten sonra, ototransformatör'ün yıldız noktasındaki a3 şalteri açılarak uyarıma akımı kesilir. Böylece ototransformatör'ün seri sargısı pasif bir eleman olarak, yani seri bağlı bir şelf

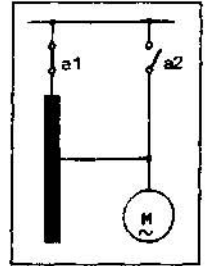
bobini olarak etki eder. Eğer motorun anma akımında bu şelf bobinindeki gerilim düşümü, ototransformatör'ün seri sargısının gerilimine eşit kılınırsa, a3 şalterinin açılmasında bir darbe meydana gelmez.

c) Üçüncü ve son aşamada da motor iyice hızlandıktan sonra a2 şalteri kapatılır. Böylece a1 ve a2 şalterleri üzerinden motora tam şebeke gerilimi uygulanmış olur.

Uygun röleler aracılığı ile yolvermenin otomatik olarak akışı sağlanır.

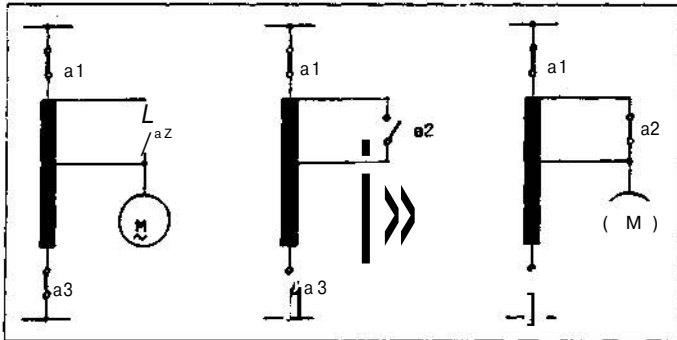
Bütün yolverme metodlarında olduğu gibi, bu yolverme metodunda da amaç, yolverme esnasında şebekeden çekilen akımı azaltmak ve böylece yolverme esnasında motorun bağlı olduğu şebekede aşırı gerilim düşümleri meydana gelmesini, aynı şebekeye bağlı olan diğer motor ve cihazların bu aşırı gerilim düşümlerinden etkilenmesini ve zarar görmesini önlemektir. Bu yolverme metodunda yolverme esnasında stator akımı hiç kesilmediğinden motor, iş makinası ve şebeke üzerine herhangi bir darbe gelmez.

Şekil 2'de gösterilen iki şalter metodunda ise önce a1 şalteri kapatılır motor kısmi gerilimle yol alır ve hızlandıktan sonra a1 şalteri açılarak a2 şalteri kapatılır. Bu işlem esnasında motor kısa bir süre gerilimsiz kalır ve gerek motor ve gerekse şebeke üzerinde



Şekil 2 İki ŞALTER metodu ile yolverme

bir yük darbesi meydana gelir. Burada ototransformatör'ün yıldız noktası içeride sabit olarak teşkil edilmiş olduğundan, a1 şalteri açılmadıkça uyarıma akımı kesilmez ve seri sargının iki ucu arasındaki gerilim farkı sıfır olmaz. Bu durumda a1 şalteri açılmadan a2 ototransformatör'ün seri sargısı kısa devre edilmiş olur.



Şekli ÜÇ ŞALTER metodu ile yolverme

Kısmi gerilimle yolvermede akımlar:

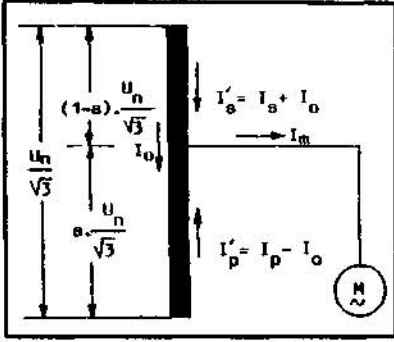
Kullanılan simgeler

I_n Motorun anma akımı

I_a Direkt yolvermede (DOL: Direct On Line) yolalma akımı

$$c = I_a / I_n \quad (I_a = c \cdot I_n)$$

(*) AEG - ETİ Elektrik End. A.Ş. / Elk. Yüksek Mühendisi.



Şekil 3 KISMI GERİLİMLE yolvermede gerilim ve akımlar

U_n Şebeke gerilimi

U , Yolvermenin birinci aşamasında motora uygulanan kısmi gerilim.

$a = U / U_n$ ($a < 1$)

I_o Yolverme transformatörünün boşta çalışma akımı.

Motorun çektiği akım, motora uygulanan gerilimle orantılı olarak değişeceğinden ve yol verme esnasında şebeke geriliminin a katı ($a < 1$) uygulandığından, kısmi gerilimle yolvermede motorun çekeceği yolalma akımı da direkt yolvermede çekeceği yolalma akımının a katı olacaktır:

$$I_m = a \cdot c \cdot I_n$$

Bu akımın $a \cdot I_m$ kadarı seri sargıdan, yani şebekeden, $(1-a) \cdot I_m$ kadarı da paralel sargıdan geçer (Şekil 3). Böylece,

$$I_s = a \cdot I_m = a \cdot (a c I_n) = a^2 c I_n$$

$$I_p = (1-a) \cdot I_m = (1-a) \cdot a c I_n$$

olur.

Yani gerilimi a oranında azaltmakla direkt yolvermeye nazaran motorun çektiği akım a oranında, şebekeden çekilen akım ise a^2 oranında azalmış olur.

Ancak motorun döndürme momenti motora uygulanan gerilimin karesi ile orantılı olduğundan, motorun döndürme momenti de a^2 oranında azalır. Kısmi gerilim, yani a sayısı ne kadar küçük tutulursa, a^2 ile orantılı olan şebeke akımı da o kadar küçük olur. Ancak motorun döndürme momenti de a^2 ile orantılı olarak azalır. Bu bakımdan motorun ve buna bağlı olan iş makinasının karşı moment karakteristiği gözönüne alınarak, kısmi gerilim, sistemin kalkışına engel olmayacaktır.

cak bir seviyeye kadar indirilmelidir. Burada ototransformatörün seri ve paralel sargılarından geçen akımlar sadece (2) ve (3) bağıntıları ile hesaplanan akımlardan ibaret değildir. Ayrıca ototransformatörün I_o boşta çalışma akımının da hesaba katılması gerekir. $a3$ şalteri açıldıktan sonra seri sargının istenilen değerinde bir şelf etkisi yapılabilmesi için ototransformatörün demir çekirdeğinin bacaklarında ve bacakların boyunduruklarla birleştikleri yerlerde hava aralıkları vardır. Bu nedenle bu tip transformatörlerin boşta çalışma akımları normal transformatlere nazaran çok büyüktür. Demir kayıpları ise genel olarak endüksiyon oldukça küçük seçildiğinden çok küçüktür. Bundan dolayı demir kayıplarına karşılık olan aktif akımı ihmal ederek, boşta çalışma akımını transformatörün miknatıslanma akımına eşit, yani tam endüktif bir akım olarak kabul etmekle kayda değer bir hata yapılmış olmaz.

Şimdi bu boşta çalışma akımını hesaplayalım. $a3$ şalteri açıldığında ototransformatörün seri sargısından geçen akım motorun anma akımına eşittir. Yukarıda da belirtmiş olduğumuz gibi geçişin darbesiz olması için bu durumda seri sargıda meydana gelen gerilim düşümü, seri sargı gerilime eşit olmalıdır. Tüm sargının reaktansını X , seri sargısının reaktansını da X_s ile gösterir ve $U_n / \sqrt{3} = I_o \cdot X$ olduğunu gözönüne alarak, kısmi gerilimle yolvermede $(1-a) \cdot (U_n / \sqrt{3})$ değerindeki seri sargı gerilimini, şelf bobini olarak çalışmada motorun anma akımında sen sargıda meydana gelen $I_n \cdot X_s$ gerilim düşümüne eşitlesek,

$$(1-a) \cdot \frac{U_n}{\sqrt{3}} = X_s \cdot I_n$$

$$(1-a) \cdot X_s = I_n \cdot X_s$$

$$I_n = \frac{X_s}{(1-a) \cdot X_s}$$

UIÜİ Diğer taraftan endükians ve endüktif reahictnsiar, barım sayılarının kareleri ile \cdot , antılı olduğundan.

$$X_s = \frac{[(1-a) \cdot W]^2}{2} = (1-a)^2 \cdot W$$

dir. (7) bağıntısı (6) bağıntısında yerine konularak,

$$I_o = (1-a) \cdot I_n$$

bağıntısı bulunur.

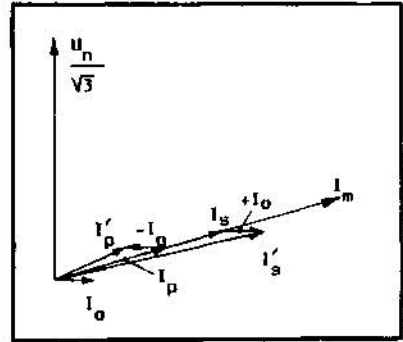
Bu I_o akımı seri sargı akımına (I_s) ilave edilerek ve paralel sargı akımından da (I_p) çıkarılarak bji sargılardaki gerçek I'_s ve I'_p akımları bulunur, Şekil 4.

Ancak yolverme akımının $\cos \phi$ si çok küçük olduğundan, genel olarak I_m ve I_o akımları arasındaki faz farkı çok küçüktür. Bundan dolayı pratik hesaplarda fazölre toplama veya çıkarmayı yerine cebrik toplama veya çıkarmayı almakla kayda değer bir hata yapılmış olmaz. Böylece büyük bir yaklaşıklıkla;

$$I'_s = a^2 c I_n + I_o = a^2 c I_n + (1-a) I_n$$

$$I'_p = (1-a) \cdot a c I_n - I_o = (1-a) a c I_n - (1-a) I_n$$

yazılabilir.



Şekil 4 KISMI GERİLİMLE yolvermede akım fazör diyagramı

Bu metotda çekirdeği hava araliksız yolverme ototransformatörleri de kullanılabilir. Ancak bu durumda ototransformatörün sen sargısının reaktansı büyük olduğundan, $a3$ şalterinin açılmasından sonra şelf bobini olarak etkiyen seri sargıdaki gerilim düşümü fazla olur ve statora uygulanan gerilim birinci aşamadaki kısmi gerilime nazaran azalır. Bu durumda $a2$ şalterinin kapatılması bir dengeleme olayı meydana getirir, bunun sonucu olarak motora bağlı şebekede bir enerji atk, ve motor ve buna bağlı iş makinasının millerinde mekanik salınımlar uyanılır. Gene aynı nedenle, yani seri sargı reaktansının yüksek olması nedeniyle senkron motorların, çekirdeği hava araliksız yolverme ototransformatörleri senkronize edilmeleri mümkün değildir.

Bu nedenlerle üç şalter meüdünda

çekirdeği hava aralıklı yolverme ototransformatörlerinin kullanılması uygun olur.

ÖRNEK

4500 kW'lık bir motora üç şalter metodu ile yolverme akımları hesaplayalım.

Veriler şunlardır:

$$I_n \ll 491 A$$

$$1, -4,36.491 - 2141 A$$

$$C - 4,36$$

$$U_n - 6 kV$$

$$U, - 4,26 kV$$

$$a - 4,26/6 - 0,71$$

Bu verilerle (1), (8), (9) ve (10) No.lu bağıntılara göre;

$$I_m - a.c.I_n - 0,71.436.4,91 - 1520 A$$

$$I_o - (1-a).I_n - (1-0,71) . 491 - 142,4 A$$

$$I^1, - a2cI_n + I_o - 0,71^2 . 4,36.491 + 142,4 - 1221,6 A$$

$$r_p - (1-a)acI_n - I_o - (1-0,71) . 0,71 . 4,36.491 - 142,4 = 298,4 A$$

bulunur. Böylece yolverme esnasında şebekeden çekilen akım direkt yolvermeye nazaran 2141 A den 1221,6 A e inmiş olur. Motorun çektiği $I_m - 1520 A$ incos si 0,13 dür.

SONUÇ:

Yukarıda açıklamalardan anlaşılacağı üzere; üç şalter metodu büyük motorlara, motor ve buna bağlı iş makinası üzerinde mekanik darbe ve salınımlar -meydana getirmeden yolvermeyi mümkün kılmaktadır.

Ancak, bu amaçla, çekirdeğinde hava aralıkları bulunan uygun yolverme ototransformatörleri kullanılmalıdır.

YORUMSUZ

REKABETLİ DAVET

Sevgili Meslektaşımız. PROJE olayında yenibir çağ başlatıyoruz. Bilindiği gibi, yeni kanun ile proje çizimi yapan elektrikçilere serbest meslek makbuzu kesme zorunluluğu getirildi.

Hatır için veya çok düşük bir maddiyat karşılığında her projeye imza atabilen toknisyonimizin bu hakkı e'nden alınmıştır. İmza atmaya devam edenler TEKO verdikleri "Projeyi yapan ve yaptıran" formundan, maliye tarafından tesbit edilip imzalandıkları her proje için 50.000 -TL. -|-%3 nisbotinde cezaya tabi tutulmuşlardır.

Sonuçta ödeyemeyeceğimiz kadar çok cezaya maruz bırakılan biz elektrikçiler, proje çizemez, imzalayamaz durumda kaldık. Bunun neticesinde mühendislere proje akını başladı. Bunu fırsat bilenler fiyat arttırımına giderek haksız kazanç elde ettiler.

Bu durumu engelleyebilmek, fazla fiyatla proje çizilmesini önlemek ve dernoğimizin gelirinin kesilmemesi için "ZAMAN ELEKTRİK Proje Üretim Merkezi"ni kurduk. Serbest Mesluk makbuzu bastırdık.

Tüm meslektaşlarımızdan bu rekabete iştirak etmelerini diliyor, ban projelerin fiyatlarını biliniyoruz.;

1) DAİRE PROJELERİ	75.000.- TL.
2) DÜKKAN PROJELERİ	70.000.- TL.
3) ŞANTIYE PROJELERİ	60.000.- TL.

NOT : 1 - Demek onayı, TEK onayı ve PTT onayı bu fiyatlara dahildir.
Ayrıca ücret talep edilmez.

2 - KOV fiyatlara dahil değildir.

3- 50 kw'ı aşan projeler için bir mühendislik şirketi ile anlaşma sağlanmış olup, bu tür projeler çok ucuza yaptırılabilir.

BİLGİ İÇİN ;

ZAMAN ELEKTRİK

MEHMET KARAÇELİK

Mimar Kemalettin Caddesi No: 62/206

Çukurbjn Çankaya - İZMİR Tel: 12 136;

02-6-1991