

## boşalmalı lambalarda düşük güç katsayısının düzeltilmemesinden doğan sakıncalar

Kenan UÇKU

Günümüzde, gerek kamu yapılarında gerekse özel yapılarda aydınlatma döşemeleri (tesisatları) için akkor telli (flâmanlı) lambalar yerine, daha çok boşalmalı (deşarj) lambalar kullanılıyor. Bunlardan flüorışıl (flüoresan) lambalar, özellikle iç aydınlatma döşemelerinde, civa buharlı ve sodyum buharlı lambalar da dış aydınlatma döşemelerinde tercih edilmektedir. Ancak, karşılaşılan duruma göre, iç aydınlatmada civa buharlı, dış aydınlatmada da flüorışıl lambaların kullanıldığı oluyor.

Hastane, kütüphane, üniversite, okul vb. gibi kamu ve özel yapıların iç aydınlatma döşemelerinde; boşalmalı lambaların tercih edilmesinin nedeni; etkinlik değerlerinin yani Watt başına verdikleri ışık akılarının (fon/W) akkor lambalara göre çok daha yüksek olmasıdır.

Bu tür lambalarla yapılan döşemelerin, kuruluş (tesis) maliyetlerinin yüksek olmasına karşılık, enerji tüketimleri düşüktür. Bu yüzden bu kuruluşlar, çok kısa denilebilecek bir sürede kendilerini amorti edebilmekte ve akkor flâmanlı lambalarla yapılanlara göre ekonomik olabilmektedir.

Aynı aydınlık düzeyinin daha ekonomik bir biçimde elde edilmesi, bu tür lambalara duyulan ilgiyi artırmış ve uygulamada çok geniş bir kullanma alanı yaratmıştır. Ancak, bu lambaların çalışması için gerekli olan durultucu (balast) ve trafo gibi yardımcı aygıtların zararlı etkileri üzerinde bu güne kadar gereken titizlikte durulmamıştır.

Kenan Uçku, Elk.Y.Müh.

Flüorışıl lamba devrelerinde kullanılan durultucular 20 W İlk tüpler için 5 W, 40 W'lık tüpler için de 10 W kabul edilmektedir. Ancak, gerek durultucuda kullanılan silisli saçın düşük nitelikte ve gerekse yapımın (imalatın) küçük ölçekte olması, durultucu harcamasını artırmakta ve bu güç değerlerini 12 ve 25 Wa kadar yükseltmektedir. Burada asıl kötü etki, durultucu gücünün artmasından çok, durultucu endüktansının büyümesidir. Bunun sonucunda, durultucunun çarpanının 0,5'e kadar düştüğü oluyor.

Akkor lambaların kullanılmasında yardımcı bir ağıta gerek yoktur ve tellerin (flamanlarının) endüktans etkisi de çok küçük olduğundan, güç çarpanları bire yakındır. Bu nedenle, akkor lambalar dirençli, boşalmalı lambalarda endüktif yükler olarak kabul edilir.

Yükün endüktif olması akımın gerilimden ( $\phi$ ) açısı kadar geri kalmasına yolaçar. Bu nedenle böyle bir devrenin etkin gücü tek evreli (monofaze) sistemde  $N = U \cdot I \cdot \cos(\phi)$  olur. Bu bağıntı bize, aynı gerilimdeki bir endüktif yüklü akımın, eşit büyüklükteki direnç yüklü akımdan daha büyük olacağını gösterir. Aynı gerilim ve çarpanı için akımlar; endüktif yükte  $I_e = N / (U \cdot \cos(\phi))$ , dirençli yükte de  $I_d = N / U$  olur. Bu durumda akımlar arasındaki bağıntı,  $I_d = I_e \cdot \cos(\phi)$  dir.

$\cos(\phi)$  en çok 1 olacağına göre; endüktif yükte çekilen akım direnç yüklü akımdan daima büyük olacaktır. İşte boşalmalı lambaların en büyük sakıncası da, yardımcı aygıtların güç çarpanının çok küçük olmasından ileri geliyor. Bunu önlemek için sığaçlar (kondansatör); ya her lamba devresinde ayrı ayrı ya da tüm lambalar için topluca kullanılır. Her iki yöntemin de birbirine göre yarar ve sakıncaları vardır. Örneğin, iç döşemde; her lamba devresi için uygun değerdeki sığaçların kullanılması daha yararlıdır. Bu durumun açıklığa kavuşturulması için sayısal bir örneğin verilmesi ve bunun üzerinde gerekli incelemenin yapılması daha uygun olacaktır.

## ÖRNEK!

220 V ve 40 W'lık bir flüor ışıl lambanın durultucu gücü 10 W'dır. Güç çarpanının 0,5'den 0,95'e yükseltilmesi isteniyor. İşletme gerilimi 220 V, işletme frekansı 50 Hz olduğuna göre; aşağıdaki soruları cevaplayabiliriz.

- Lambanın, sığaçsız çalışırken devreden çektiği akım
- Lamba devresine bağlanması gereken sığaçın değeri
- Lamba devresine sığaç bağlandığında devreden çekilen akım ve akımdaki azalma miktarı
- Sığaçın lamba devresine bağlanış biçimi.

## ÇÖZÜM:

$$U = 220V$$
$$N = 10 + 40 = 50W$$
$$\cos(\phi) = 0,5$$
$$tg(\phi) = 1,732$$
$$\cos(\phi_2) = 0,95$$
$$tg(\phi_2) = 0,328$$

$$a. N = U \cdot I \cdot \cos(\phi)$$

$$I = \frac{N}{U \cdot \cos(\phi)}$$

$$I = \frac{50}{220 \cdot 0,5} = 0,455$$

$$I = 0,455 \text{ A.}$$

$$b. Q_c = N(tg(\phi) - tg(\phi_2))$$

$$Q_c = 50(1,732 - 0,328)$$
$$= 50 \cdot 1,4 = 70 \text{ VAR}$$

$$Q_c = U^2 \cdot C \cdot W$$

$$C = \frac{Q_c}{U^2 \cdot W} = \frac{70}{220^2 \cdot 2 \cdot 50}$$

$$C = 4,6 \mu F \text{ olur.}$$

$$c. N = U \cdot I \cdot \cos(\phi)$$

$$I_c = \frac{N}{U \cdot \cos(\phi_2)} = \frac{50}{220 \cdot 0,95}$$
$$= 0,238 \text{ ,}$$

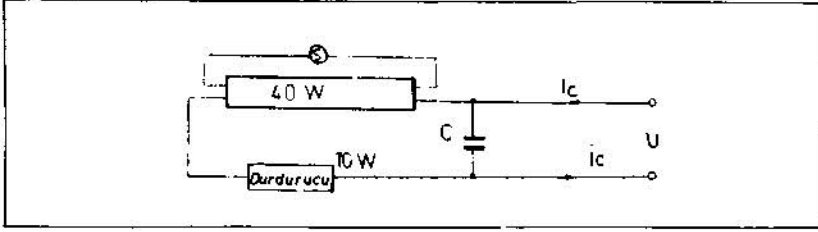
$$I_c = 0,238 \text{ A.}$$

$$I_r = I - I_c \text{ dir.}$$

$$I_r = 0,455 - 0,238 = 0,217$$

$$I_r = 0,217 \text{ A olur.}$$

- Şekil 1'e bakınız.



Şekil 1.

Örnekten de görüleceği gibi lamba devresine  $4,6^{1F}$ 'lık bir kondansatörün bağlanması ile devreden çekilen akımda, 0,217 A'lık bir azalma sağlanıyor. Başlarda değindiğimiz, gerek kamu ve gerekse özel yapılarda kullanılan flüorışıl lambalı armatür sayısının ya da flüorışıl lambalı sorti sayısının duruma göre yüzler hatta binler düzeyinde olacağı ve bu armatürlerde kullanılan flüorışıl lamba sayısının da ortalama iki tane olduğu düşünülürse konunun ne derecede önemli olduğu kendiliğinden ortaya çıkar.

Uygulamada; ana tablo ile diğer dağıtım tabloları arasındaki kolon hatları ve ana tabloları besleyen kolon hatlarının gerilim düşümü hesaplanırken, çoğunlukla flüorışıl lambaların bu durumları gözönüne alınmamaktadır ve sanki bunlar da akkor lambalar gibi güç çarpanları bir olarak düşünülmektedir. Bu yüzden bir noktadan yüklü çevreli (trifaze) hatlarda gerilim düşümünün % defterini hesaplamaya yarayan,

$$\%e = \frac{100 \cdot \hat{I} \cdot N}{k \cdot S \cdot U^2} \cdot f(\phi)$$

bağıntısındaki

$$f(\phi) = \left[ 1 + \frac{X_{Lo}}{R_o} \operatorname{tg} \phi \right]$$

çarpanı bir alınmaktadır.

Bu varsayımın yapılması ile, hattın endüktif reaktansı göz önüne alınmadığından, bulunan gerilim düşümü gerçektekinden  $f(\phi)$  çarpanı kadar küçük çıkmaktadır. Diğer yandan, kolon hatlarındaki iletken kesitlerinin ısınmaya göre yapılan kontrollarında akım  $N = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos(\phi)$  şeklindeki güç bağıntısı yerine  $N = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$  bağıntısından bulunuyor. Böylece akım, gerçek değerinden küçük olduğundan gerek kolon hatlarının iletken kesitleri gerekse sigorta ve kesicilerin (şalterlerin) Amper değerleri gerekenden küçük olarak seçilmektedir. Bu durumu da bir örnekle açıklamakta yarar vardır.

#### ÖRNEK! \_\_\_\_\_

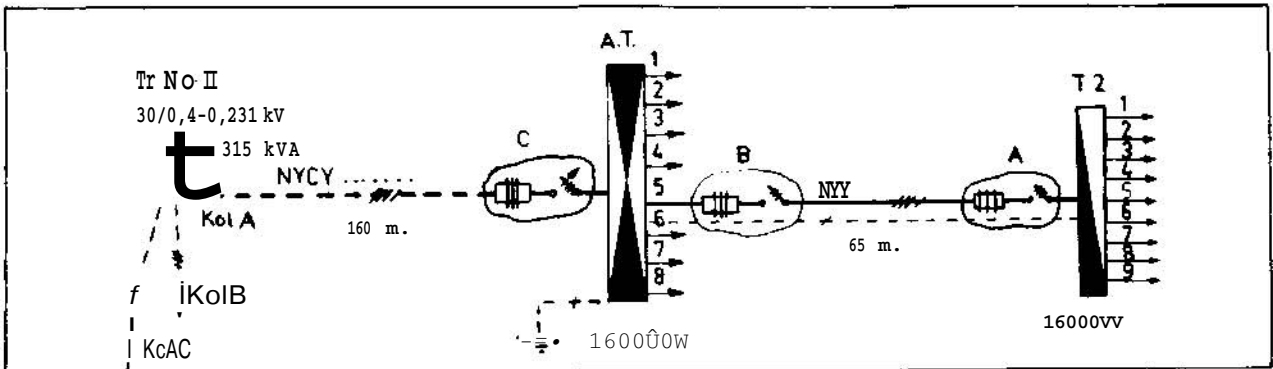
Bir üniversitenin çeşitli tesislerinin elektrik enerjisi gereksinmesini karşılamak amacıyla tesisi düşünülen trafo ve bu trafodan çıkan A kolunun beslediği ana tablo ve bu tablodan beslenen T2 dağıtım tablosunun durumu Şekil 2'de gösterilmiştir. T2 ışık tablosundaki sortilerin tamamı flüorışıl lambalı sortilerdir ve en kötü koşulda linyedeki gerilim düşümünün yüzde değeri,  $\%e = 0,65$  dir. İşletme geriliminin 380V

ve ana tablodaki talep katsayısının da % 75 olduğu biliniyor.

- I- T2 ve A.T. tablosundaki yüklerin güç katsayılarının bir-e eşit alınması durumunda;
- T2 tablosunu besleyen 55 nolu kolon hattının kesitini, müsaade edilen  $\%e$ 'ye göre bulunuz ve kullanılacak kabloyu belirtiniz.
  - Kabul edilen kolon hattı kesitini, ısınmaya göre kontrol ediniz.
  - A ve B deki sigorta ve kesicilerin akım değerlerini bulunuz.
  - A kolunun iletken kesiti-ai, müsaade edilen  $\%e$  değerine göre bulunuz ve kullanılması gereken kabloyu belirtiniz. Bu kesit değerini ısınmaya göre kontrol ediniz, C deki sigorta ve kesicinin Amper değerini bulunuz.

II-T2 tablosunda güç katsayısının 0,5 ve ana tabloda güç katsayısının da 0,7 alınması durumunda;

- 5 nolu kolon hattı için, uygun olabilecek kabloyu belirtiniz ve bunun kesitini  $\%e$ 'ye göre kontrol ediniz.
- Kablo kesitini bir kere de ısınmaya göre kontrol ediniz.
- A ve B deki sigorta ve kesicilerin akım değerlerini bulunuz.
- A kolu için uygun olabilecek kabloyu seçiniz ve bu kablo kesitini  $\%e$ 'ye ve ısınmaya göre kontrol ediniz ve C deki sigorta ve kesicinin akım değerlerini bulunuz.



Şekil 2.

**ÇÖZÜM I.**

a. Ana tablodan itibaren en kötü koşullu linyedeki Ze dahil olmak üzere toplam gerilim düşümünün Z değeri,  $\%e_T = \%e_j + \%e_1 = 1,5$  dur. Buna göre  $\%e$ ,  $Z_{e_k} = 1,5 - \%e_1 = 1,5 - 0,65 = 0,85$ ,  $Z_{e_k} = 0,85$  olur.  $\%e$ 'nin bu değerine göre kolon hattının kesiti:

$$S = \frac{100 \cdot I \cdot N}{k \cdot e_k \cdot U^2}$$

$$S = \frac{100 \cdot 65 \cdot 16000}{56 \cdot 0,85 \cdot 380^2} = 15,1$$

$$S = 15,1 \text{ mm}^2 \text{ olur.}$$

Buna göre, kullanılması gereken kablo; NY 3x16+10 dur.

b.  $N = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$  dan

$$I = \frac{N}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 380}$$

$$= 24,3$$

NY 3x16+10 luk kablunun taşıyabileceği akım değeri 110 A dir. Dolayısıyla ısınma yönünden bir sakınca yoktur.

c.  $I = 24,3$  A olduğuna göre, A daki sigortanın 3x25 A, B daki sigortanın da 3x35 A lik olması yeterlidir. Gene A ve B daki kesicilerin 3x35 A lik olması uygun olacaktır.

d. Trafodan çıkan A kolonunun kesiti,

$$s = \frac{100 \cdot I \cdot N}{k \cdot e - 1 \cdot T}$$

$$S = \frac{100 \cdot 160 \cdot 160000 \cdot 0,75}{56 \cdot 5 - 380^2}$$

$$= 47,5 \text{ mm}^2$$

dir. Buna göre, kablo NY 3x50+25 olur.

$N = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$  dan

$$I = \frac{N}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{160000 - 0,75}{\sqrt{3} \cdot 380}$$

$$= 182 \text{ A}$$

NY 3x50+25 lik kablunun taşıyabileceği akım değeri, 200 A dir. Dolayısıyla ısınma yönünden bir sakınca yoktur. Bulunan hat akımına göre C daki sigortanın ve kesicinin 3x200 A lik olması yeterlidir.

**ÇÖZÜM II.**

a)  $\cos \phi$  nin 1 olması durumunda 5 nolu kolon hattı için, NY 3x16+10 luk kablo Ze yönünden uygundu.  $\cos \phi = 0,5$  olması durumunda bunun uygun olduğu hemen söylenemez ve araştırılması gerekir. Bu kablunun kilometresinin endüktif reaktansı  $X_{L_0} = 0,09 \text{ } \Omega$ , direnci de  $R_3 = 1,12 \text{ } \Omega$  dur. Buna göre;

$$f(\phi) = 1 + \frac{X_{L_0}}{R_0} \cdot \text{tg } \phi$$

$$= 1 + \frac{0,09}{1,12} = 1,08$$

$$= 1 + 0,139 = 1,139$$

olur.

$$Z_{e_k} = \frac{100 \cdot t \cdot N}{k \cdot S \cdot U^2} \cdot \frac{1}{f(\phi)}$$

$$= \frac{100 \cdot 65 \cdot 16000}{56 \cdot 16 \cdot 380^2} \cdot 1,139$$

$$= 0,915$$

$$Z_{e_T} = Z_{e_k} + Z_{e_1} = 0,915 + 0,65$$

$$= 1,565 > 1,5$$

olduğundan kolon hattının NY 3x25+16 ilk olması gerekir.

b)  $N = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi$  dan

$$I = \frac{N}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi}$$

$$= \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,5} = 48,6 \text{ A}$$

NY 3x25+16 lik kablo 135 A'e kadar yüklenebildiğinden ısınma bakımından herhangi bir sakınca yoktur.

c)  $I = 48,6$  A olduğuna göre; A daki sigortanın 3x50 A, B'deki sigortanın 3x63 A, A ve B daki kesicilerin de 63 A lik olması gerekir.

d)  $\cos \phi$  nin 1 olması durumunda, trafodan çıkan A kolu için, NY 3x50+25 lik kablunun uygun olduğunu görmüştük.  $\cos \phi$  nin 0,7 olması durumunda aynı kablunun uygun olup olmadığını söyleyebilmek için kontrol edilmesi gerekir. Bu kablunun kilometresinin endüktif reaktansı  $X_{L_0} = 0,075 \text{ } \Omega$ , direnci  $0,357 \text{ } \Omega$  dur. Buna göre;

$$f(\phi) = 1 + \frac{X_{L_0}}{R_0} \cdot \text{tg } \phi$$

$$= 1 + \frac{0,075}{0,357} \cdot 1,02$$

$$= 1 + 0,214 = 1,214$$

olur.

$$Z_e = \frac{100 \cdot t \cdot N}{k \cdot S \cdot U^2} \cdot f(\phi)$$

$$= \frac{100 \cdot 160 \cdot 160000 \cdot 0,75}{56 \cdot 50 \cdot 380^2}$$

$$= 1,214 = 5,8 > 5$$

olduğundan A koluna ait iletken kesitinin Ze yönünden uygun olabilmesi için kablunun, NY 3x70+35 lik olması gerekir.

$$N = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi$$

$$I = \frac{N}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi}$$

$$= \frac{160000 \cdot 0,75}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,7} = 261 \text{ A}$$

NY 3x70+35 lik kablo, Ze yönünden uygundur. Ancak, bu kablunun yüklenebileceği akım değeri 245 A dir, ve bu değer, hat akımından küçük olduğundan hattın iletken kesitinin ısınma yönünden de uygun olabilmesi için kablunun,

NY 3x95+50 lik olması gerekir. I akımı 261 A olduğuna göre C daki sigorta ve kesicilerin 300 A lik olması yeterlidir.