

## 14. ÜNİTE

# AKIM VE GERİLİM ÖLÇEN ALETLERİN ÖLÇME ALANLARININ GENİŞLETİLMESİ

### KONULAR

1. Ampermetrelerin Ölçme Alanlarının Genişletilmesi
2. Kademeli Ölçme Alanlı Ampermetreler
3. Voltmetrelerin Ölçme Alanlarının Genişletilmesi
4. Kademeli Ölçme Alanlı Voltmetreler

### GİRİŞ

Ampermetre ve voltmetreler; yapılarından itibarıyla genellikle küçük değerlerdeki akım ve gerilimleri ölçen, ölçü aletleri olduğundan kadranları da buna göre bölümlendirilmiştir. Uygulamada aynı ölçü aletlerinden faydalanarak bundan daha büyük değerleri ölçmek gerekir.

Mesela; en büyük ölçme değeri 5 amper olan bir ampermetre ile ancak, 5 amper kadar olan akım şiddetlerini direkt olarak ölçebiliriz. Biz istiyoruz ki bu ampermetre ile 20 A. veya 50 amper çekebilecek bir cihazın akım şiddetini ölçelim. Halbuki aletin bobini, ölçülecek olan bu akıma dayanamayıp yanar. Buna engel olmak ve değişik değerleri de ölçebilmek için aynı alete, hariçten ilâveler yapılır. Çünkü aletin yapısında bir değişiklik yapamayız. Voltmetrelerde de aynı düşünce hakim olup en büyük ölçme alanına kadar devreye direkt olarak bağlanırlar. Bundan büyük değerlerin ölçülmesi için, yine hariçten alete ilâveler yapılır. O halde: Bir ölçü aletinin ölçme alanının genişletilmesi demek; en büyük ölçme alanı (W belirli bir ölçü aletine yapılan ilâvelerle, ölçme sınırının dışına çıkılarak yapılan ölçmedir.

Demek ki; elektrikli büyüklüklerin ölçülmesinde kullanılan ölçü aletleri, devreye iki şekilde bağlanıp ölçme yapılır.

#### *Direkt ölçme:*

Araya bir vasata konmadan doğrudan doğruya aletin devreye bağlanması ile yapılan ölçmedir.

#### *Ölçü aletlerinin ölçme alanları neden genişletilir?*

### 14.1.AMPERMETRELERİN ÖLÇME ALANLARININ GENİŞLETİLMESİ

Ampermetrelerin, devreye seri bağlanıp alıcının çektiği akımı ölçen aletler olduğunu biliyoruz. Bu aletlerle ölçülecek akım, kadranın gösterebileceği akımın birkaç katı ise; devreden çekilen akımın büyük kısmını, aletin bobinine paralel bağlı küçük dirençli bir koldan geçirmek lâzımdır. İşte, bu ilâve kola yan direnç veya şönt denir.

Elektromanyetik ampermetreler, direkt ölçmeler için istenilen değerde yapılarak kullanıldığı halde termik, elektrodinamik ve bilhassa döner bobinli ölçü aletleri yapılarından itibarıyla amperin çok altındaki akım değerlerini ölçerler. Bunlarla daha büyük akım değerlerini ölçmek zorunluluğu doğduğu zaman mutlaka yapım bakımından şönt kullanmak gerekir. (Şekil 14.1). Halbuki; elektromanyetik aletlerin maliyeti, şöntlü aletlerin yanında çok düşük olup istenen alanlı bir alet almak daha ekonomiktir.

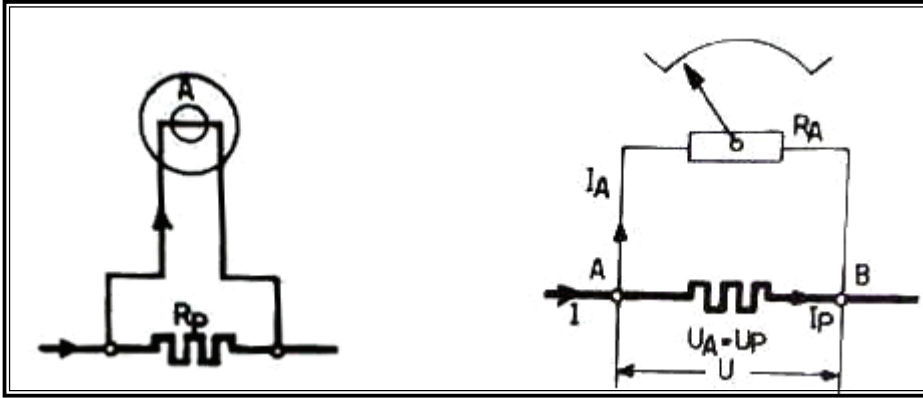
Diğer taraftan; aletin akım bobininden çeşitli uçların dışarı çıkarılmasıyla, ilerde göreceğimiz" kademeli ölçme alanlı ampermetreler" yapımının kolay olması gibi avantajlarından, elektromanyetik ampermetrelerin ölçme' alanını genişletmeye pek gerek kalmaz. Buna rağmen gerekirse, döner bobinli aletlerde olduğu gibi hareket edilir.

Gerekli şöntün tayininde, paralel bağlı direnç kurallarından faydalanılır. Şöntle, aletin bobini paralel bağlı olduğu için, her ikisinde düşen gerilim aynıdır. Bu gerilim şöntteki akımla doğru orantılı olduğundan-ölçü aletinin kadranı, doğrudan doğruya şöntten geçen akıma göre taksimatlandırılmıştır.

Ampermetreye bağlanacak bir şönt direncinin hesaplanabilmesi için, aşağıdaki ilgilerin doğru olarak bilinmesi gerekir.

- Ampermetrelerin iç direnci,
- Ampermetrenin en büyük ölçme alanı (aletin ölçtüğü en büyük akım).
- Aynı aletin, yeni ölçme alanının ne olacağı (ölçülmesi istenen akım).

Şimdi, ampermetreye bağlanmış bir şöntün değerini hesaplayalım.



Şekil 14.1 Bir şöntün bir ampermetreye bağlanması.

$I$  : Devreden geçen toplam akım, yani ölçülmek istenilen akım (Amp.).

$I_A$  : Ampermetrenin ölçülebileceği en büyük akım (Amp.)

$I_P$  : Şöntten geçen akım (Amp.)

$R_P$  : Şöntün değeri (Ohm)

$R_A$  : Ampermetrenin iç direnci (Ohm)

$U_P$  : Şöntte düşen gerilim (V.)

$U_A^1$  : Alette düşen gerilim (V.)

Şekildeki devrede, AB arasına bağlanan şöntte düşen gerilim:

$$U_P = I_P \cdot R_P \quad (a)$$

Aynı noktalar arasında bağlanan ampermetrede düşen gerilim

$$U_A = I_A \cdot R_A \quad (b)$$

Paralel kollarda düşen gerilimler birbirlerine eşit okluğundan (a) ve (b) deki değerlerde birbirlerine eşittir. O halde;

$$I_P \cdot R_P = I_A \cdot R_A \text{ yazılır. Buradan } R_P \text{ nin değeri;}$$

$$R_P = \frac{I_A \cdot R_A}{I_P} \text{ olur.} \quad (c)$$

Birinci Kirchhoff kanununa göre, A noktasına gelen akım ikiye ayrılmıştır. ( $I_P$  ve  $I_A$ )

$$I = I_P + I_A \text{ yazılır. Şöntten geçen akım ise;}$$

$$I_P = I - I_A \text{ dir. (d) deki değeri (c) de yerine koyalım} \quad (d)$$

$$R_P = \frac{I_A \cdot R_A}{I - I_A} \text{ bulunur. Buradaki eşitliğin pay ve paydasını } I_A \text{ ya bölelim}$$

$$R_P = \frac{\frac{I_A \cdot R_A}{I_A}}{\frac{I - I_A}{I_A}}$$

$$R_P = \frac{R_A}{\frac{I}{I_A} - 1}$$

Yazılır. Bu ifadede  $\frac{I}{I_A} = n$  diyelim.

n: Dönüştürme oranı veya yükseltme katsayı. Formülde yerine koyalım.

$$R_P = \frac{R_A}{n - 1}$$

Ohm olarak şöntün değeri bulunmuş olur

$R_A$ : Ampermetrenin iç direnci olup, değeri aletin üzerinde yazılıdır. Yazılı değilse bir ohmmetre ile ölçülebilir.

Formülden çıkan sonuca göre aletin en büyük ölçme (*okuma*) değerini değiştirmiş oluyoruz. Bu duruma göre aletin; ya kadranındaki taksimat aralıklarını veya kadranını değiştirmek gerekir. Buna imkân olmadığına göre, ölçmede okunan yeni değerleri hesaplayabilmek için, bir katsayı bulmak gerekir. İşte, dönüştürme oranında bulunan n sayısı bu işe yarar.

Örneğin 5 amperlik bir ampermetre ile 50 amper ölçülmek istenirse alete bir şönt bağlanır. Gösterge, örneğin; kadran taksimatı üzerindeki üç rakamı üzerinde duruyorsa, bu durumda ölçülen değer 30 Amp. dir.

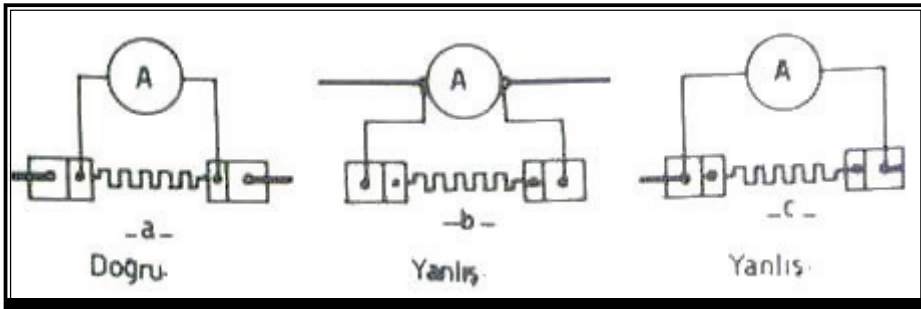
Yani,  $n = I/I_A = 50/5 = 10$  dur. Demek ki bu şönt, alete bağlandığı zaman iki taksimat arasında okunan değeri, 10 katı arttırmıştır. O halde yukardaki ömekde ölçülen değer,

$$n = I_A \cdot n = 3 \cdot 10 = 30A. \text{ okunmuş olacaktır.}$$

Kısaca "n" öyle bir değer ki; şöntle ölçme alanı değiştirilen bir ampermetrenin, kadran bölümleri arasında yeni baştan düzenleyen bir katsayıdır.

Şöntler, genellikle 50 Ampere kadar akımların ölçülmesinde aletin içinde, bundan yüksek akımların ölçülmesinde ise aletin dışında bulunur. Çünkü, ölçülecek akım yükseldikçe buna ait şönt, aleti kutusu içerisine sığdıramayacak kadar hem büyük olur, hem de şöntün meydana getirdiği ısı, alete etki eder. Aletin dışında kullanılan şöntler, ampermetreleri yapan fabrikalar tarafından aletle birlikte verilir. Bazı ampermetrelerin bir değil birkaç adet şöntü vardır ve bunlar özel kutular içinde korunarak, ölçmelere uygun olanı alete bağlanır. Bu şöntler, genellikle alçak ısı katsayılı konstantan veya manganin materyallerinden, ya yuvarlak çubuk şeklinde veya lama olarak yapılırlar. Lama şeklinde olanlar daha az ısındıklarından ekseriya yüksek akımların ölçülmesinde kullanılırlar.

Kendi ampermetresine ait olan bu şöntler, bir başkası ile değiştirilemedikleri gibi kısaltılıp uzatılmazlar da, değerleri hep sabit olup üzerinde yazılıdır (300 A/60 mV, 50 A/ 300 mV gibi). Eğer bir yanlışlık olursa aletin hatalı göstereceği unutulmamalıdır. Ayrıca, şöntlerin alete bağlanması da çok önemlidir. (Şekil 14.3 a) da gösterilen bağlantı doğrudur. Bunun dışında yapılan bağlantı şekilleri (Şekil 14.3 b, c gibi) ölçüm yanlışlığına sebep olur.



Şekil 14.2 Ampermetre Bağlanan Şöntler

Ampermetre bağlanan şöntler de bilinmesi gerekli hususlar şunlardır:

- Şöntün, sıcaklıkla değerini değiştirmemesi.
- Alet devreye bağlı kaldığı sürece; ampermetre direncinin, şönte oranı sabit

kalması.

- Bağlama vidalarının iyice sıkıştırılması (aksi halde temas yerlerinin direnci de devreye girer)

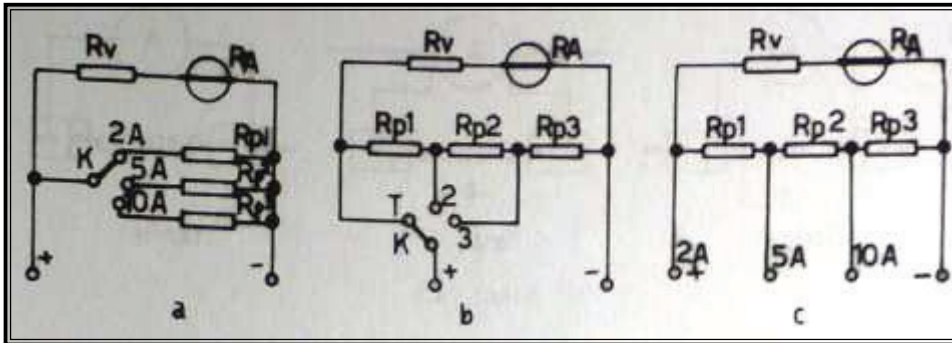
*Şöntlerle ilgili bilinmesi gerekli hususlar nelerdir?*

## 14.2. KADEMELİ ÖLÇME ALANLI AMPERMETRELER

Yukardaki açıklamalarımızda bir ampermetrenin, bir şönt ile ölçme alanının nasıl değiştirildiğini gördük. Uygulamada çeşitli kademelerdeki akım değerlerini bir ampermetre ile ölçüp okumak gerektiği zaman aynı alete, birden fazla şöntler bağlanarak imal edilirler. Bu tip aletlere, "kademeli ölçme alanlı ampermetreler denir. Böyle aletlerin üstünlükleri şunlardır.

- Bir ölçü aleti ile, çeşitli kademelerdeki akım büyüklüklerinin ölçülmesi,
- Her kademedeki büyüklüğü, geniş bir kadran taksimatı üzerinde daha hassas ve doğru okuyabilmek imkânının mevcut olması,
- Duruma göre birkaç ölçü aletinin yerine, bir ölçü aleti kullanarak mali yönden ekonomik olması

Bu tip aletlerin; ölçme alanlarının değiştirilmesinde kullanılan şöntlerin bağlantı uçları alet muhafazası üzerine ya iki uç olarak veya her şöntün ucu ayrı olarak çıkarılmıştır. İki bağlama uçlu olan kademeli ampermetrelerin ölçme alanı, (Şekil 14.3 a ve b) de görüldüğü gibi üzerine tespitli ve değerleri üzerinde yazılı bir seçici K anahtarı (komütatör) yardımı ile değiştirilir. Her şönte ait uçları dışarı çıkarılan çok uçlu kademeli ampermetrelerde de, bu uçların hangi akımda kullanılacağı yine yanlarına yazılmış olup (Şekil 14.3 c), bağlantıları da ona göre yapılır.



Şekil 14.3: Çeşitli kademelerdeki Akım değerlerinin daha hassas ölçülmesi

Çeşitli kademelerdeki akım değerlerinin daha hassas ölçülmesi (Şekil 14.3 b ve c) deki bağlantılar ile mümkündür. Çünkü her kademe değişiminde aletin bobinine

seri direnç ilâve edildiğinden, şöntle birlikte kontrol imkânı daha iyi sağlanır.

Mesela: ölçülecek akıma göre seçilmiş bu şöntlerden (Şekil 14.3 c) de 2 amperlik uç kullanıldığı zaman  $R_{p_1}, R_{p_2}, R_{p_3}$  Şöntleri seri bağlanmıştır. 5 amperlik uç kullanıldığı zaman,  $R_{p_1}$  aletin bobini ile seri duruma geçer.  $R_{p_2}$  ile  $R_{p_3}$  ampermetreyi şöntler. 10 amperlik uç kullanılırsa  $R_{p_1}$  ile  $R_{p_2}$  detle seri bağlanıp  $R_{p_3}$  ise ampermetreyi şöntler. Bu düzene "ön direnç kumandalı akımı ölçme" bağlantısı da denir.

Bu ampermetrelerin kadrantları üzerindeki taksimatlı bölüm kademesi, aletin cinsine göre genellikle bir veya üst üste iki sıra olduğu halde, bazı tiplerinde daha fazladır.

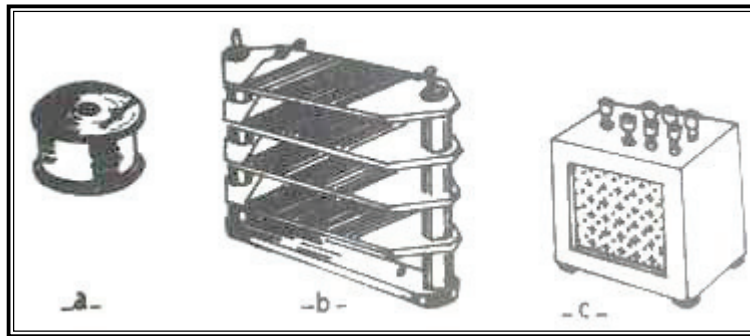
*Kademeli ölçme alanlı ampermetrelerin üstünlükleri nelerdir?*

### 14.3.VOLTMETRELERİN ÖLÇME ALANLARININ GENİŞLETİLMESİ

Voltmetrelerin de ya gerilim kaynağının uçları arasına doğrudan doğruya veya devrede bulunan herhangi bir alıcı ile paralel bağlandığını biliyoruz. Yalnız, voltmetreler yapılış itibarıyla, (elektrostatik voltmetreler hariç) çok küçük gerilimler ölçebilirler. Uygulamada ise genellikle, bundan daha yüksek gerilimlerin (1—10—100—1000 V... gibi) ölçülüp bilinmesi gerektiğinden alete, seri olarak yüksek değerli bir direnç bağlanır. Biz bu dirence, **ÖN DİRENÇ** diyoruz.

Bu direncin bağlanmasından amaç; ölçü aletinin ölçülebileceği gerilimden fazlasını bu direnç üzerinde düşürmektir. Böylece aletin ölçme alanından daha büyük gerilimlerin ölçülmesi sağlanmış olur.

Ön dirençler de, ampermetrelerde kullanılan şöntler gibi özelliklerini sıcaklıkla değiştirmeyen ve düşük ısı katsayılı konstantan, manganin veya bakır - nikelli iletkenlerden yapılırlar. Bu iletkenler, ya makaralara veya yalıtkan lama levha üzerine sarılırlar (Şekil 14.4—ab)



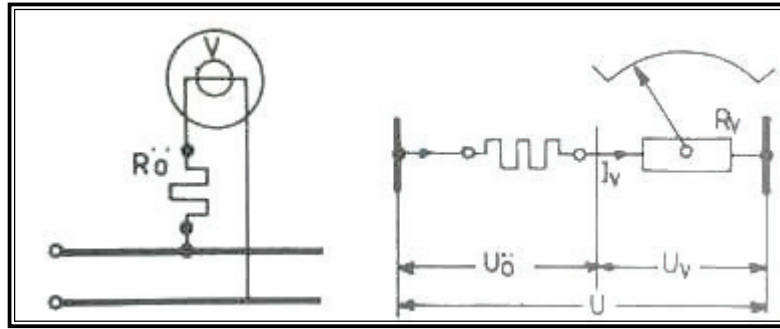
Şekil 14.4 Voltmetre ön dirençleri

Genellikle 600 V. a kadar ölçmeler yapan voltmetrelerin ön dirençleri; aletin muhafazası içinde, bundan yüksek gerilimlerin ölçülmesinde ise aletin dışında, delikli özel kutular içine konur (Şekil: 14.4 c). Bu delikler, ısınan ön dirençlerin soğumasını kolaylaştırırlar, ön dirençlerde, şöntler gibi aleti yapan fabrikalar tarafından birlikte verilir. Verilen bu direnç kutularının üzerindeki içindeki ön direncin, hangi gerilimde kullanılacağı ile çektiği akım yazılıdır (60 V/50 mA, 600V/5mA gibi).

Bu ön dirençlerin değerleri uygun olarak hesaplanmış ise, voltmetrenin gösterdiği en yüksek değer, tatbik edilen gerilimden çıkarıldığında kalan gerilim, ön direnç üzerinde düşerse alet hatasız bir ölçme yapmış olur. Alete bağlanan ön direnç değerinin hesaplanması için, seri bağlı dirençlerde kullanılan kurallar dikkate alınır.

### Ön direnç nedir? Bağlanmasındaki amaç nedir?

Şimdi, voltmetreye bağlanmış bir ön direnç değerinin nasıl hesaplandığını görelim (Şekil 14.5.).



Şekil 14.5 Bir ön direncin bir voltmetreye bağlanması.

Şekildeki harflerin manaları:

$U$  : Devreye Tatbik Edilen gerilim(V).

$U_0$  : Ön Dirençteki Gerilim (V).

$U_V$  : Voltmetrenin gösterdiği maksimum gerilim (V).

$R_V$  : Voltmetrenin iç direnci ( $\Omega$ ).  $R_0$  =Ön direncin değeri ( $\Omega$ ).

$I_V$  : Ön direnç ve aletten geçen akım (A).

Ohm kanuna göre ;  $I_V = \frac{U_0}{R_0}$ ..... Ön dirençten geçen akım (a)

$I_V = \frac{U_V}{R_V}$ .....Voltmetrenin çektiği akım (b)

ve (b) deki  $I_V$  ler aynı olduğundan (seri devreler)

$\frac{U_0}{R_0} = \frac{U_V}{R_V}$ .....yazılır, buradan  $R_0$  yü bulalım.



$$R_{\bar{O}} = R_v \cdot \frac{U_{\bar{O}}}{U_v} \text{ olur. (c)}$$

$U = U_{\bar{O}} + U_v \dots$  olduğundan burada  $U_{\bar{O}}$  ise;

$$U_{\bar{O}} = U - U_v \dots \text{ dir. (d)}$$

(d) değerini ce (c) de yerine koyalım.

$$R_{\bar{O}} = R_v \cdot \frac{U - U_v}{U_v} \text{ veya}$$

$$R_{\bar{O}} = R_v \cdot \frac{U}{U_v} - \frac{U_v}{U_v} \text{ yazılır.... (e)}$$

Buradaki,  $\frac{U}{U_v} = n$  dersek,

$n =$  dönüştürme oram veya yükseltme katsayısıdır, (e) de yerine koyalım.

$R_{\bar{O}} = R_v \cdot (n - 1)(\Omega)$  olarak ön direncin değeri bulunmuş olur.

### ÖRNEK :

Elimizde, iç direnci 1000 om olan 10 V.'luk bir voltmetre var. Bu alete uygun bir seri direnç bağlayarak 100 V'luk bir voltmetre yapmak istiyoruz. Bu duruma göre, aşağıdaki değerleri bulalım.

- Dönüştürme oranını,
- Voltmetreye bağlanacak ön direncin değerini,
- Yeni ölçme alanlı voltmetrenin kadran taksimat aralıklarını,
- Gösterge, 4 rakamı Üzerinde duruyorsa ölçülen gerilimi,
- Devre gerilimi, 90 volt ise gösterge hangi rakam üzerinde durur?

### Verilenler :

$$U = 100V.$$

$$U_v = 10V.$$

$R_v = 1000 \Omega$  olduğuna göre

$$a) n = U/U_v = 100/10 \quad n = 10$$

b) (22) Formülünden

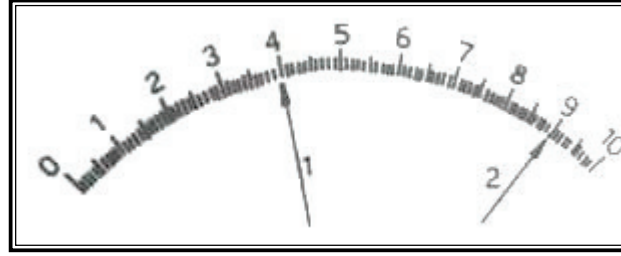
$$R_{\bar{O}} = R_v \cdot (n - 1) = 1000 \cdot (10 - 1)$$

$$R_{\bar{v}} = 9000 \Omega$$

Böylece 10 V'luk voltmetremizin ölçme alanını, 100 V. a çıkarmamız için 9000 ohm'luk bir direnci, alete seri olarak bağlamak gerekir.

$$c) U_v = \frac{U}{n} = \frac{100}{10} = 10$$

Kadranın 10 voltluk maksimum alanı, 100 volta çıkarıldığına göre her taksimat arası 10 katı büyümüş olur. Yani, gösterge nerde durursa dursun okunan değerler 10 la çarpılacak demektir.



Şekil 14.6

d) Gösterge, 4 rakamı üzerinde durduğuna göre okunan değer;

$$U = 4 \cdot n = 4 \cdot 10 = 40 \text{ V. tur. (Şekil 14.5 de 1 durumu)}$$

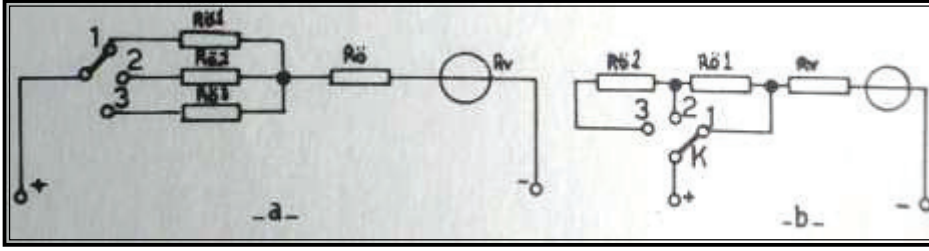
e) Devre gerilimi  $U = 90 \text{ V.}$  olduğuna göre göstergenin durduğu yer,

$$U_v = \frac{U}{n} = \frac{90}{10} = 9 \text{ rakamıdır (Şekil 14.5 te 2 durumu)}$$

### 14.4. KADEMELİ ÖLÇME ALANLI VOLTMETRELER

Kademeli ölçme alanlı ampermetreler gibi voltmetrelerde, tablo aletleri hariç genellikle kademeli olarak yapıp kullanılır. Bundan amaç istenilen büyüklükteki gerilimleri bir alet ile ölçebilmektir. Bu da çeşitli değerlerdeki ön dirençleri, voltmetreye seri bağlamakla sağlanır. Diğer bir ifade ile bir voltmetrenin ölçme alanı, seri dirençlerin değerini değiştirmekle değiştirilebilir.

Kademeli ölçme alanlı voltmetrelerin her kademesine ait ön dirençlerinin uçları, ya aletin K seçici anahtar kontaklarına (Şekil 14.7 a b) veya aletin üzerindeki bağlantı vidalarına ayrı ayrı tespit edilir (Şekil 14.8).

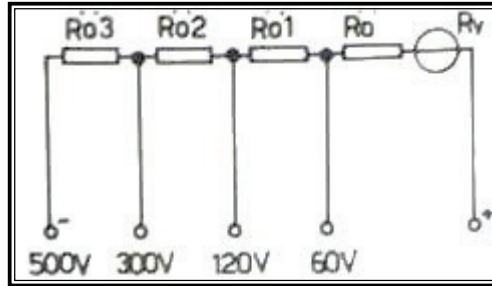


Şekil 14.7 Kademeli ölçme alanlı voltmetrelere, ön dirençlerin bağlanması

(Şekil 14.7 a) da her büyüklüğe ait ön dirençler, ayrı ayrı (müstakil olarak aletin bobinine seri bağlandıkları halde, Şekil 14.6 b) ve Şekil 14.8) da ise ölçülen gerilim yükseldikçe ön dirençlerde, birbirlerine seri olarak bağlanırlar.

Bu tip ölçü aletlerinin ölçebileceği gerilim kademeleri aletin üzerindeki bağlantı vidalarının yanma veya seçici anahtarın karşısına işaretlenmiştir. Her kademe de ölçülen gerilimlerin okunması için, aletin kadranı ayrı ayrı bölümlendirildiği gibi bir veya iki sıra halinde de bölümlendirilir.

Kadranı bir bölümlü olan bu tip ölçü aletlerinde dikkat edilmesi gereken en büyük özellik, her kademe de ölçülen gerilimi doğru olarak okuyabilme yeteneğine sahip olmaktır.



Şekil 14.8 Bağlantı uçları d'şarda olan, kademeli ölçme alanlı bir voltmetre

Aletin üzerinde, değeri belirtilmiş ön direncin hangi bağlantı ucu kullanılmış ise, mevcut kadran, o değere göre bölümlendirilmiş var sayılır (kabul edilir).

## DEĞERLENDİRME SORULARI

*Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.*

1. ( ) Ölçü transformatörlerine yalnız ölçü aletleri bağlanır.
2. ( ) Bir ölçü transformatörüne birden fazla ölçü aleti bağlanabilir.
3. ( ) Ölçü transformatörlerinin sekonder uçlarından biri ve gövdesi mutlaka topraklanmalıdır.
4. ( ) Akım trafosunun primer uçları "k-l" dir.
5. ( ) Akım transformatörleri boşta çalıştırılabilir.
6. ( ) Pens ampermetreler yalnız akım ölçecek şekilde tasarlanmış ve üretilmiş ölçü aletleridir.
7. ( ) Pens ampermetrelerde, pens içerisinden biri birine eşit; ama zıt yönlü akım geçen iki iletken ile yapılan ölçün sonucu sıfırdır.
8. ( ) Pens ampermetrelerin en önemli özelliği, hattı kesmeden akım değeri ölçebilmektir.