

III.11.ALTERNATİF AKIMLAR

III.11.01. DOĞRU AKIM (D.A) VE ALTERNATİF AKIMIN (A.A) KARŞILAŞTIRILMASI

Düzgün bir manyetik alanda sabit açısal hızla dönen bir tel bobin bir sinizoidal akım meydana getirir. Bu sistem geliştirilerek ticarete kullanılan alternatif akım jeneratörleri yapılmıştır. Endüstride *doğru akımdan ziyade* (D.A) *alternatif akım* (A.A) kullanılır. Hatta D.A 'nın gerektiği yerlerde bile A.A 'lar *redrösörlerle* (doğrultucularla) D.A 'ya çevrilerek kullanılır.

D.A:lar,

- 1 - *Elektroliz işlerinde* yani metallerin elde edilmesi ve arılaştırılmasında,
- 2- *Kaplamacılıkta*, metallerin altın , gümüş, nikel v.b. maddelerle kaplanmasında,
- 3 - Şehir içi ve dışı araçlarda (metro ,tranvay tiren ,v.b.) , asansörlerde kullanılır.

D.A ların bu kullanım alanlarından başka bir kaç ufak uygulaması daha vardır. Aşağıda açıklanan nedenlerden dolayı genelde A.A lar kullanılır;

1) Yapısal nedenlerle, D.A. jenaratörlerinden 500 Volt potansiyel farkı altında 5000 kW kadar güç elde edilebildiği halde, A.A. jenaratörlerinden 15000 Volt potansiyel farkı altında 50 000 kW veya daha fazla güçler elde edilebilir. Dolyayısıyla A.A. jenaratörlerinin verimi D.A. jenaratörlerinden daha büyük olacak ve kilowatt- saat başına maliyet daha düşük olacaktır.

2) A.A. lar hiç bir hareketiyle parçası olmayan trafolarla , bunların potansiyel farkları yükseltilerek veya alçaltılarak nakledilebilirler. Elektrik santrallerinde üretilen potansiyel farkları 100 000 Volt'tan 400 000 volta varan potansiyel farklarına yükseltilerek istenilen yerlere nakledilirler ve yine nakledilen yerlerde trafolarla istenilen potansiyel farkına indirilerek hizmete sunulurlar. Yukarda belirtilen potansiyel farklarından daha büyük potansiyel farkları nakledilemezler çünkü bu durumda nakil tellerinden yanındaki direklere, kulelere veya öteki yakın cisimlere elektriksel deşarjlar başlar.

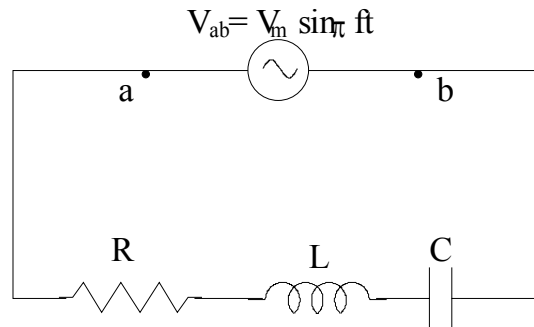
3) A.A. ların yüksek potansiyel farkı ile iletilmesi sonucu, D.A.'lardan daha ekonomik taşınabilirler.A.A.:lar yüksek potansiyel farklarında nakil edildikleri zaman daha ince teller kullanılarak malzemedan tasarruf edilir ayrıca potansiyel farkı yükseltilerek akım şiddeti düşürüldüğünden *Joulle* olayıyla (Isı şeklinde kayıp) meydana gelen enerji kaybının önüne geçilir.

III.II.O2. SERİ ALTERNATİF AKIM DEVRESİ

Kullanılmakta olan A.A. jenaratörlerinin (alternatörlerin) etkileşim e.m.k.'i gerçek sinizoidal şekilden biraz farklı olmakla beraber pratiklik açısından alternatörün uçları arasındaki potansiyel farkı

$$V = V_m \sin \omega t = V_m \sin 2 \pi f t \quad (01)$$

olarak alınır. Burada v ani potansiyel farkı, V_m maksimum potansiyel farkı (genlik) ve f , A.A. ın frekansdır.Genelde frekansı $f = 50$ Hz. olan alternatif akımlar kullanılır.



Şekil 01

Bir R, L ve C seri devresinin uçlarına bir alternatör vasıtasıyla alternatif bir potansiyel farkının uygulandığını düşünelim (Şekil 0 1). a ve b uçları arasındaki potansiyel farkı, R ,L ve C nin uçları arasındaki potansiyel farklarının toplamına, aşağıdaki gibi,

$$V_m \sin 2\pi ft = Ri - \left(-L \frac{di}{dt} - \frac{q}{C} \right) = Ri + L \frac{di}{dt} + \frac{q}{C} \quad (02)$$

eşittir . Burada i, di/dt ve q sırasıyla ani akım, bu akımın zamanla değişimi ve kondansatörün yüküdür.(0 2) bağıntısının zamana göre türevi alınır, $i = d q / dt$ olduğu hatırlanırsa,

$$2\pi f V_m \cos 2\pi ft = R \frac{di}{dt} + L \frac{d^2 i}{dt^2} + \frac{i}{C} \quad (03)$$

bulunur.İkinci dereceden olan bu diferansiyel denklemin çözümü bize biri kalıcı ve diğeri geçici akım değerleri olmak üzere iki bağıntı verir. Geçici akım hemen söndüğünden bizi ilgilendirmez buna göre kalıcı akım şiddeti,

$$i = I_m (2 \pi f t - \theta) = I_m \sin (w t - \theta) \quad (04)$$

$$\tan \theta = \frac{2\pi f L - \frac{1}{2\pi f C}}{R} = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} \quad (05)$$

Burada $w = 2 \pi f$ t sinüzoidal hareketin açısal hızı ve θ akımla potansiyel farkı arasındaki *faz farkıdır*. Maksimum akım şiddeti,

$$I_m = \frac{V_m}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2}} = \frac{V_m}{Z} \quad (06)$$

dır. Burada Z büyüklüğüne *impedans*,

$$\text{impedans} \quad Z = \sqrt{R^2 + X^2} \quad (07)$$

X terimine *reaktans*,

$$\text{reaktans} \quad X = \omega L - \frac{1}{\omega C} = X_L - X_C \quad (08)$$

ve X_L ve X_C terimlerine sırasıyla,

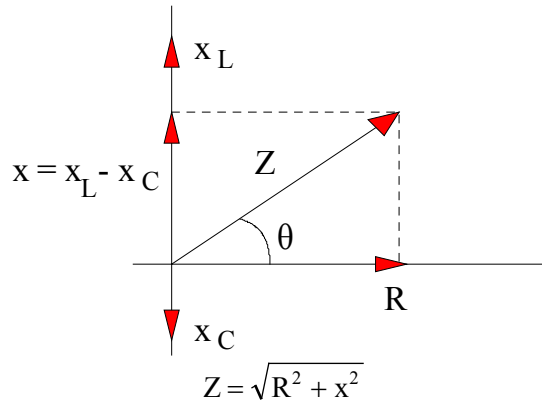
$$\text{self reaktansı } X_L = \omega L \quad \text{ve} \quad \text{şia reaktansı } X_C = \omega C \quad (09)$$

denir.

denir. Diğer taraftan devreye uygulanan potansiyel farkı ile akım arasındaki faz farkı θ ,

$$\tan \theta = \frac{X}{R} \quad (10)$$

(0 7) bağıntısına göre Z impedansı birbirine dik iki vektörün bileşkesi şeklindedir. Seri R, L ve C devresinin vektörel impedans diyagramı (Şekil 0 2) 'de verilmiştir.



Şekil 02

İmpedansın değeri, (0 8) bağıntısına göre, $X > 0$ (pozitif) veya $X < 0$ (negatif) olabilir. X 'in pozitif olduğu devreye *indüktif devre* denir ve *böyle bir devrede akım uygulanan potansiyel farkının gerisindedir*. X 'in negatif olduğu bir devreye kapasitif devre adı verilir ve *böyle bir devrede akım, uygulanan potansiyel farkının önündedir*.

Seri R, L ve C devresinde self bobininin X_L değeri artan frekans değerlerinde artmakta fakat bir kondansatörün X_C değeri artan frekans değerlerinde azalmaktadır ve yüksek frekanslarda bir kondansatörün akım geçirmesi daha etkin olmaktadır.

III.11.03. A.A' DA ETKİN DEĞERLER

Bir A.A'mın, potansiyel farkının ani değeri veya akımın ani değeri, bir yöndeki maksimumdan sıfıra ve sonra zıt yönde bir maksimuma doğru onların frekansına göre devamlı olarak değişir. Bir A.A.'da akım şiddeti veya potansiyel farkı dört çeşitli halde gösterilebilir; *Ani akım şiddeti* (i), *etkin akım şiddeti* ($I = I_e$), *Maksimum akım şiddeti* (I_m) ve *ortalama akım şiddeti* (I_o). Genelde uygulamalarda, ani akım şiddeti, maksimum akım şiddeti veya etkin akım şiddeti değerleri kullanılır. Akım şiddetleri için belirtilen bu değerler ani, etkin, maksimum ve ortalama olmak üzere potansiyel farkı içinde geçerlidir.

Bir A.A. bir dirençten geçtiğinde ,o dirençte doğru akımda olduğu gibi bir ısı oluşur. A.A ile oluşan ısınmada ne kadar A.A. akım ve potansiyel farkının, ısıtma etkisi bakımından, ne kadarlık bir D.A. şiddeti ve potansiyel farkına eşdeğer olduğunu bilmek uygulamalar yönünden gereklidir. Bir R direncinden geçince aynı ısı etkisini oluşturan doğru ve A.A. akım şiddetleri sırasıyla I ve i olursa:

$$I^2 R = i^2 \text{ 'lerin ortalaması} \times R = \bar{i}^2 \times R$$

$$I = \sqrt{i^2 \text{ 'lerin ortalaması}} = \sqrt{\bar{i}^2}$$

olacaktır. A.A'ın ani akım şiddeti $i = I_m \sin wt$ ile gösterilirse $i^2 = I_m^2 \sin^2 wt$ olur. Ayrıca

$$i^2 = I_m^2 \sin^2 wt = \frac{1}{2} I_m^2 (1 - \cos 2wt)$$

dır. Devir başında $t = 0$ ve devir sonunda $t = T$ dir. Ayrıca $T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{w}$ olduğuna göre,

$$\bar{i}^2 = i^2 \text{ lerin ortalaması} = \frac{\frac{1}{2} I_m^2 \int_0^T (1 - \cos 2wt) dt}{T} \text{ ve}$$

$$\bar{i}^2 = \frac{1}{2} \frac{I_m^2}{T} \left[t - \frac{1}{2} \sin 2wt \right]_0^T \text{ ve buradan}$$

$$I^2 = \bar{i}^2 = i^2 \text{ 'lerin ortalaması} = \frac{1}{2} I_m^2 \quad (11)$$

elde edilecektir.

Bir A.A akım şiddetinin ve potansiyel farkının *etkin değerleri*

$$I_e = I_e = \frac{1}{\sqrt{2}} I_m = 0,707 I_m , \quad V_e = 0,707 V_m$$

veya

$$I_m = 1,414 I_e \quad V_m = 1,414 V_e \quad (12)$$

olarak verilir. Ayrıca ortalama değerlerle ($\bar{I}$ ve $\bar{V}$) maksimum değerler arasında,

$$\bar{I} = 0,637 I_m \quad \bar{V} = 0,637 V_m \quad (13)$$

ilişkisi vardır. Bundan sonraki işlemlerimizde fiziksel büyüklükleri belirleyen indissiz I ve V harfleri *etkin değerleri* simgeleyecektir.

Alternatif akım ölçü aletleri (hareketli bobinli ampermetre, voltmeter v.b.) A.A' ın etkin değerlerini vermek üzere ayarlanmışlardır. Örnek olarak kullandığımız 220 Volt A.A.'nın prizine sokulan bir voltmeterden $V = 220$ Volt okunur. Bu potansiyel farkının etkin değeridir. Böylece maksimum potansiyel farkı $V_m = 1,414 . 220 = 311$ Volt olur.

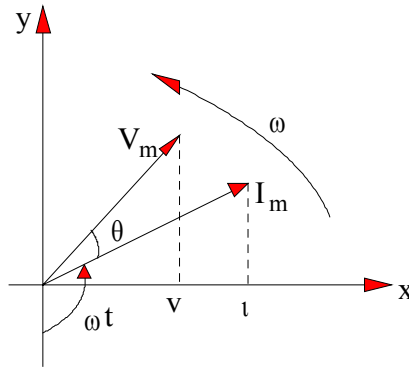
III.11.04. ALTERNATİF BÜYÜKLÜKLERİN VEKTÖREL TOPLANMASI A.A. DEVRELERİNDE R, L VE C 'NİN ETKİLERİ

Alternatif akım devrelerinde potansiyel farkı akım arasındaki bağıntılar analitik yöntemle bulunursada, bu işlemler oldukça karışıktır. Bu çözümler için daha pratik metodlar kullanılması gerekir ve bu metodlardan biriside *dönen vektörler diyagramıdır*. Bir diğeri de kompleks (karmaşık) sayılar kullanılmasıdır. Burada vektörel yöntem benimsenecektir. Ani akım şiddeti ve potansiyel farkı, V_m ve I_m vektörlerinin x eksenini üzerindeki bileşenleri sırasıyla,

$$v = V_m \sin (\omega t + \theta)$$

$$i = I_m \sin \omega t$$

olacaktır (Şekil 03). I_m ve V_m vektörleri aynı ω açısal hızı ile ve saat ibrelerinin zıddı yönünde dönmektedir ve V_m , θ açısı kadar veya $t = \theta / \omega$ zamanı kadar I_m 'nin önündedir.



Şekil 03

Seri bir A.A devresinin incelenmesini vektörler diyagramı ile yapalım (Şekil 01) . Seri devrenin bağıntısı

$$V_m \sin \omega t = Ri - V_L - V_C = Ri + L \frac{di}{dt} + \frac{q}{C}$$

olarak yazılabilir. Bağıntıda Ri , R direncinin uçları arasındaki $L (di / dt)$, L selfinin uçları arasındaki ve q / C kondansatörün uçları arasındaki potansiyel farklarıdır. Burada V_m dönen vektörü, bağıntının en sağdaki üç terime karşılık, dönen vektörlerin vektör toplamına eşit olacaktır,

$$\mathbf{V} = \mathbf{V}_R + \mathbf{V}_L + \mathbf{V}_C$$

Akım değeri $i = I_m \sin \omega t$ olduğuna göre,

$$\frac{di}{dt} = \omega I_m \cos \omega t \quad \text{ve} \quad q = \int i dt = -\frac{1}{\omega} I_m \cos \omega t \quad \text{dır.}$$

Bu verilere göre:

a) *Direncin uçları arasındaki potansiyel farkı,*

$$V_R = R i = R I_m \sin \omega t$$

olacaktır ve bu durumda i ile V_R potansiyel farkı aynı fazda dır.

b) *Selfin uçları arasındaki potansiyel farkı,*

$$V_L = L \frac{di}{dt} = \omega L I_m \cos \omega t = \omega L I_m \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

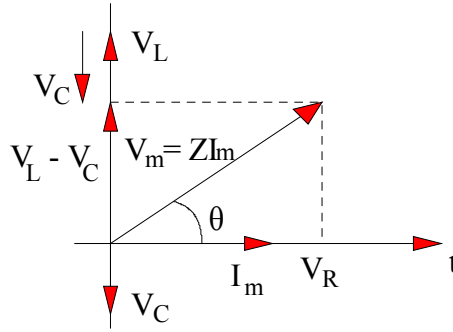
dır ve bu durumda v_L potansiyel farkı i 'nin $\pi/2$ derece önündedir.

c) Kondansatörün uçları arasındaki potansiyel farkı,

$$V_C = \frac{q}{C} = -\left(\frac{1}{\omega C}\right) I_m \cos \omega t = \frac{1}{\omega C} I_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

dır ve bu durumda v_C potansiyel farkı i 'nin $\pi/2$ derece gerisindedir.

A.A. seri R L C devresinin ($v_L > v_C$ hali için) vektörler diyagramı Şekil 0 4 'de gösterilmiştir ve bu üç dönen vektörün maksimum değerleri (genlikleri) $V_R = R I_m$, $V_L = \omega L I_m = X_L I_m$ ve $V_C = I_m / \omega C = I_m / X_C$ ' dir.



Şekil 0 4

Şekil 04 'den V_m ve I_m vektörleri arasındaki ilişki,

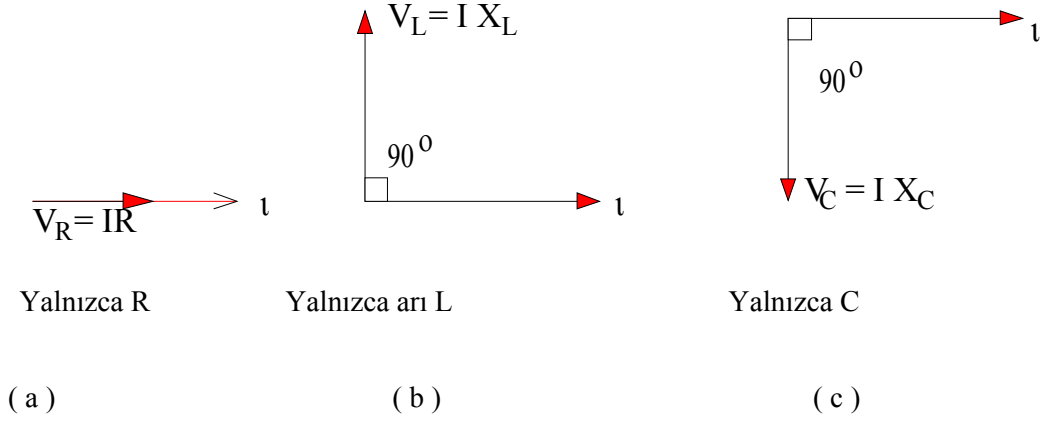
$$V_m^2 = V_R^2 + (V_L - V_C)^2$$

$$V_m^2 = R^2 I_m^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2$$

$$I_m = \frac{V_m}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}} = \frac{V_m}{Z}$$

olarak bulunabilir. $I_m = 1,414 I$ ve $V_m = 1,414 V$ olduğu için vektör diyagramları *etkin değerler* içinde kullanılır.

Bir A.A devresinde yalnızca ohmik (arı) R direnci varsa, V_m ile i faz halindedir yani ikisi arasında faz farkı yoktur (Şekil 0 5.a).

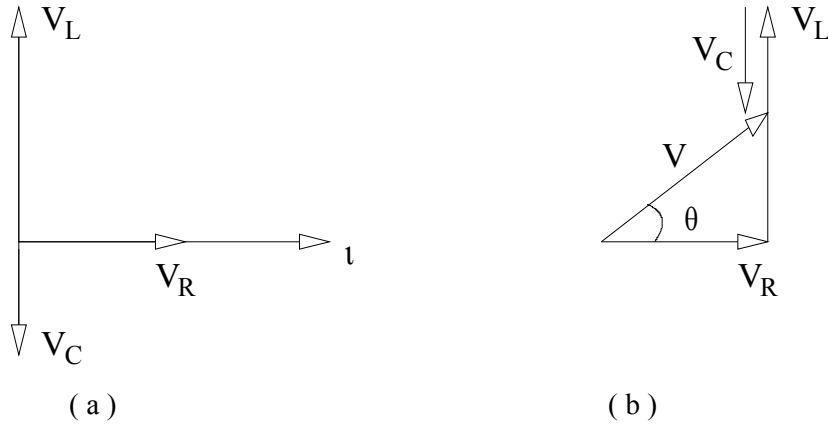


Şekil 05.a,b,c.

Bir A. A: devresinde direnci olmayan yalnızca bir L selfi (Bobini) varsa, bobinin uçlarındaki potansiyel farkı, devreden geçen i akım şiddetinin 90° önündedir (Şekil 05.b).

Bir A.A. devresinde yalnızca bir kondansatör varsa, kondansatörün uçları arasındaki potansiyel farkı, devreden geçen i akım şiddetinin 90° gerisindedir (Şekil 0 5. c)

A.A. devresi seri bir R, dirençsiz (arı) L ve C devresi ise bunların vektör diyagramı Şekil 06.a,b. 'deki gibi çizilerek istenen değerler bulunabilir.



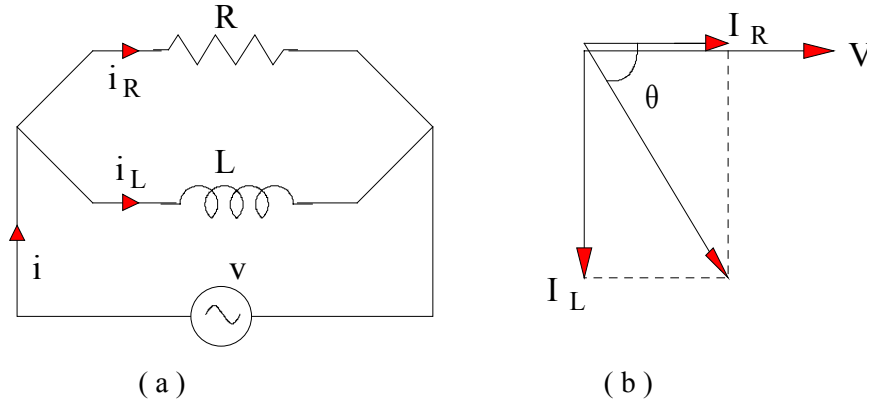
Şekil 0 6 .a,b

III.11.05. PARALEL A.A. DEVRELERİ

Direnç, self (Bobin) ve kondansatör bir dört ayrı şekilde paralel olarak bağlanarak paralel A.A. devrelerini oluştururlar;

1) Paralel RL devresi

Şekil 0 7.a. 'de arı bir bobinle bir dirençin paralel olarak bağlandığı bir A.A. devresi gösterilmiş ve bu devrenin vektör diyagramında Şekil 0 7.b 'de gösterilmiştir.Paralel devreleri incelerken bir kolaylık olmak üzere bunların uçları arasındaki potansiyel farkı olan V vektör diyagramında yatay eksende alınacaktır. V ile I arasındaki faz farkı θ , dirençten geçen akım I_R ve bobinden geçen akım I_L olduğuna göre bu devreye ait olan Şekil 0 7. b'deki vektör diyagramından,



Şekil 0 7.a,b.

$$I^2 = I_R^2 + I_L^2 \quad \text{veya} \quad I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2} \quad (14)$$

$$\text{ve} \quad I_R = \frac{V}{R}, \quad I_L = \frac{V}{X_L} \quad (X_L = \omega L) \quad (15)$$

Devreden geçem I akımı (14) bağıntısından ve istenirse,

$$I = \frac{V}{Z} \quad (16)$$

bağıntısından bulunabilir. (14) , (15) ve (16) bağıntıları kullanılırsa,

$$\frac{V}{Z} = \sqrt{\left(\frac{V}{R}\right)^2 + \left(\frac{V}{X_L}\right)^2}$$

ve

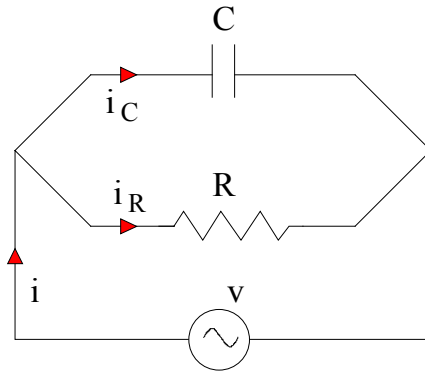
$$\frac{1}{Z} = \frac{RX_L}{\sqrt{R^2 + X_L^2}} \quad (17)$$

bulunur. Devrenin faz açısında,

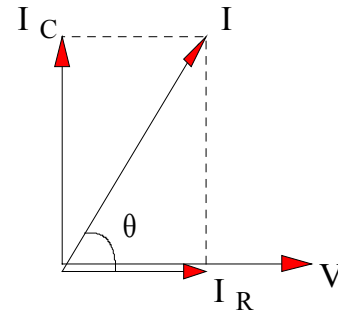
$$\tan \theta = \frac{I_L}{I_R} = \frac{R}{X_L} \quad (18)$$

2) Paralel RC devresi

Böyle bir A.A. devresinin şeması (Şekil 0 8.a) ve onun vektör diyagramı (Şekil 0 8 .b)' de



(a)



(b)

Şekil 0 8.a,b.

gösterilmiştir;

Dirençten geçen akım potansiyel farkı ile aynı fazda ve kondansatörden geçen akım potansiyel farkından 90° ileri fazdadır.Vektör diyagramından,

$$I^2 = I_R^2 + I_C^2 \quad (19)$$

$$I_R = \frac{V}{R} , \quad I_C = \frac{V}{X_C} \quad I = \frac{V}{Z} \quad (20)$$

ve bu denklemlerin kombinesinden,

$$\frac{V}{Z} = \sqrt{\left(\frac{V}{R}\right)^2 + \left(\frac{U}{X_C}\right)^2}$$

elde edilir, gerekli kısaltmalar yapılırsa

$$Z = \frac{RX_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} \quad (21)$$

ve devrenin faz açısı da

$$\tan \theta = \frac{I_c}{i_R} = \frac{R}{X_c} \quad (22)$$

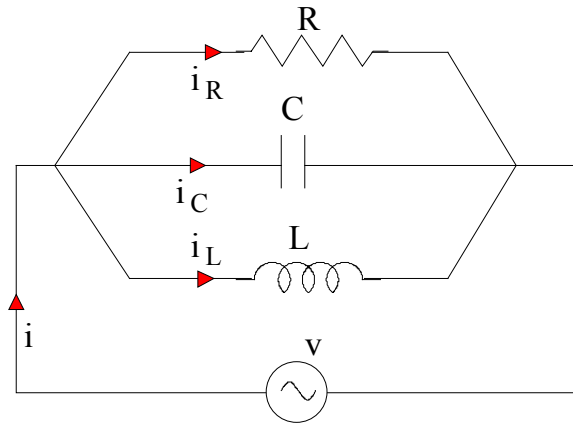
olarak hesaplanır.

3) RC Paralel Devresi,

Teknolojik uygulamalarda böyle bir devre bulunmadığından burada ele alınmamıştır. İsteyenler bunu L, C devresindeki yöntemle inceleyebilirler.

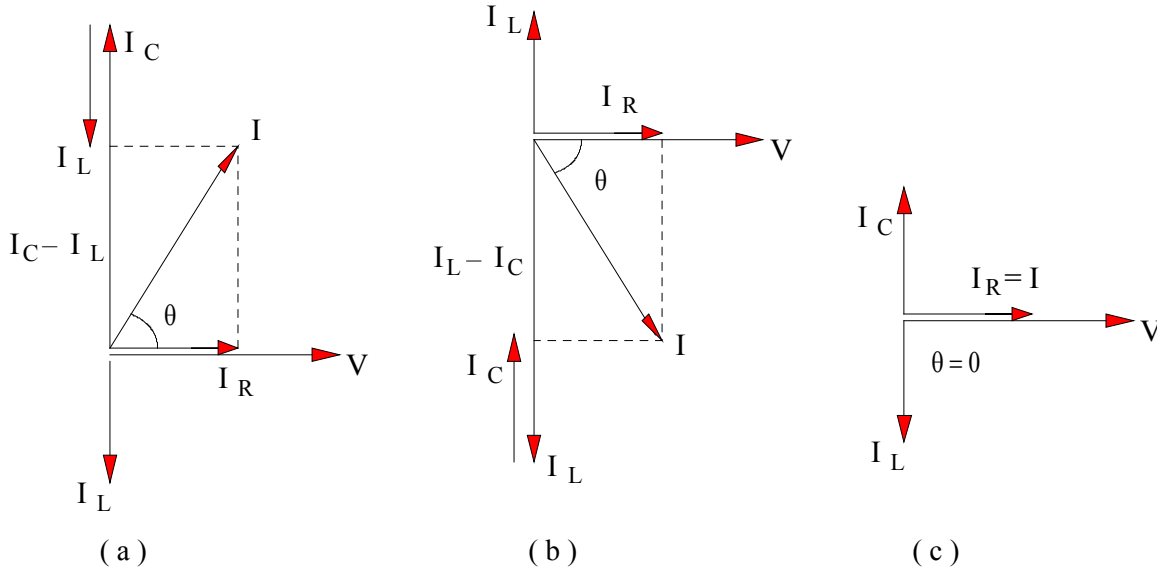
4) RLC Paralel devresi

Böyle paralel bir devrenin şeması Şekil 0 9 'da verilmiştir.



Şekil 0 9

Böyle bir devrenin vektör diyagramı, self reaktans X_L ve kapasitif reaktanlarının birbiriyle $X_L > X_C$, $X_C > X_L$ ve $X_L = X_C$ olacak durumlarına göre üç değişik şekilde olabilir. Bu üç hale karşılık gelen vektör diyagramları Şekil 10.a,b,c. 'de verilmiştir.



Şekil 10.a,b,c

a) $X_L > X_C$ olması hali, Şekil 10.a daki vektör diyagramından, A.A. devre akımı ,

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2} \quad (23)$$

olacaktır. $I = V / Z$ ifadesinden $Z = V / I$ yazılır ve (2 2) bağıntısı burada kullanılarak ayrıca $R = V / I_R$, $X_L = V / I_L$ ve $X_C = V / I_C$ olduğu hatırlanırsa

$$Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L} \right)^2}} \quad (24)$$

olur ve vektör diyagramından faz açısı için

$$\tan \theta = \frac{I_C - I_L}{I_R} = \frac{X_L - X_C}{X_L X_C} \cdot R \quad (25)$$

elde edilir.

b) $X_C > X_L$ olması hali , Şekil 10.b.'deki vektör diyagramından, A.A. devre akımı

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2} \quad (26)$$

dır. $Z = V / I$ ifadesinde (25) bağıntısı kullanılarak ve bir önceki hatırlamalarla

$$Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C} \right)^2}} \quad (27)$$

olur ve vektör diyagramından faz açısı için ,

$$\tan \theta = \frac{I_L - I_C}{I_R} = \frac{X_C - X_L}{X_C X_L} R \quad (28)$$

c) $X_L = X_C$ olması hali, vektör diyagramından,

$$I_L = I_C$$

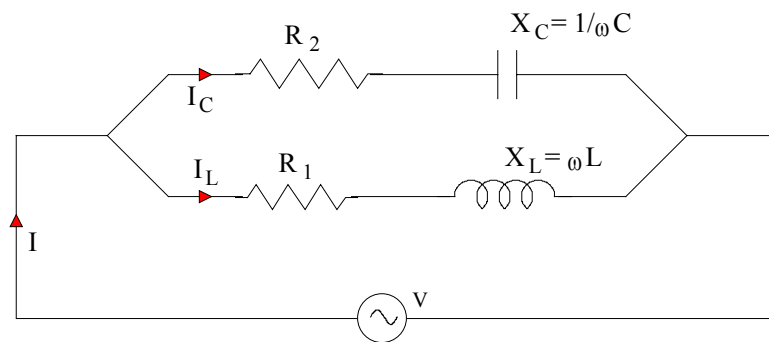
olduğu gözlenebilir. Bu halde

$$I = I_R$$

olacak ve devrenin faz açısıda 0° olacaktır.

III.11.06. SERİ VE PARALEL A.A. DEVRELERİ

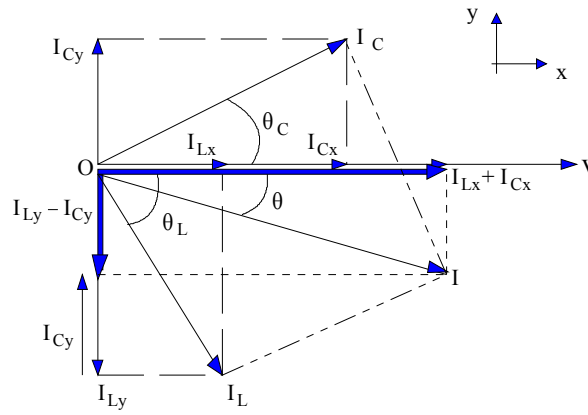
Böyle bir devreye örnek Şekil 11 'de verilmiştir.



Şekil 11.

Böyle bir devreye ait çözüm yapılırken, önce her bağımsız devrenin (seri veya paralel) çözümü yapılarak bunlara ait akım, potansiyel farkı ve faz açısı bulunur. Her bir devre için bulunan bu değerler bir vektör diyagramında vektörel olarak toplanıp, eşdeğer devre akımı, potansiyel farkı ve faz açısı hesaplanır. Şekil 11 'deki devrenin çözümü için, potansiyel farkının ortak olmasından yararlanılarak I_L ve I_C akımlarıyla bu akımların potansiyel farkıyla yaptığı açılar hesaplanır ve bu hesaplanan akımların seçilen bir x-y dik kordinat sisteminde (I_{Cx} ve I_{Lx}) yatay ve (I_{Ly} ve I_{Cy}) düşey bileşenleri alınır, sonra y eksenindeki akımların cebirsel toplamı ($I_{Ly} + I_{Cy}$) ve x eksenindeki akımların cebirsel toplamı ($I_{Lx} + I_{Cx}$) yapılır.

Bu sonuç değerler x ve y ekseninde bir dikdörtgene tamamlanarak bu akımların *bileşke değeri* (I) ve bileşke akımın x eksenine yaptığı açı (dolayısıyla V potansiyel farkıyla) yani devrenin *faz açısı* (θ) elde edilir (Şekil 12). Vektör diyagramında O I 'nin O $I_C I_L$ paralelkenarının köşegeni olduğuna (iki vektörün toplanması) dikkat ediniz.



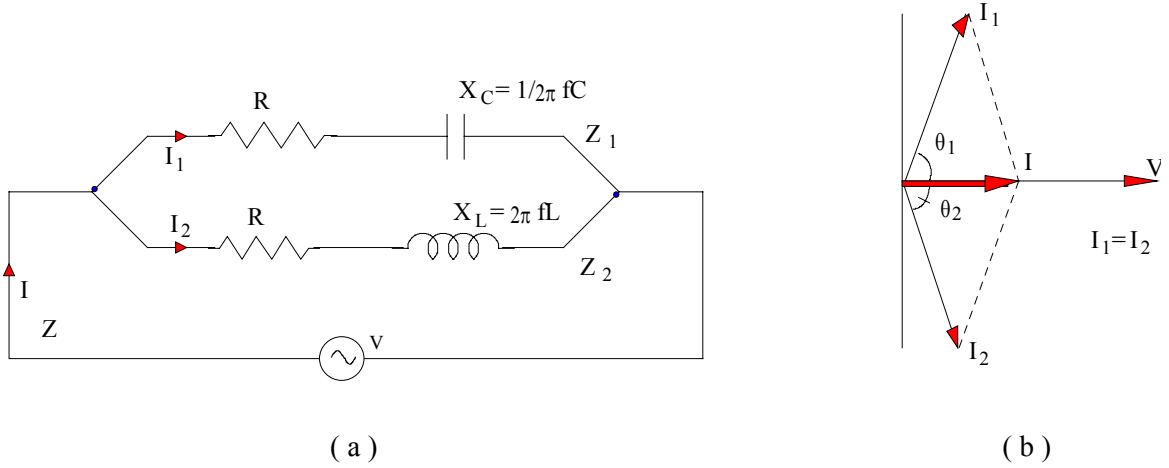
Şekil 12

III.II.07. REZONANS

Seri bir RLC., A.A. devresinde rezonans; alternatif akım frekansının belli bir değerinde self reaktansı, $X_L = 2 \pi f L$ ve sia reaktansı, $X_C = 1 / 2 \pi f C$ değerleri birbirine eşit ($X_L = X_C$) ve $2 \pi f L = 1 / 2 \pi f C$ olacaktır. Buna göre $X = 0$ ($X = X_L - X_C$), $X = R$ ve $\tan \theta = X / R = 0$ ve $V = R X = 0$ dır (Şekil 10.c). Devrenin direnci yeterince küçükse devreden geçen akım (I) oldukça büyük olur ve bobinin ve kondansatörün uçları arasındaki potansiyel farkları, tüm devrenin potansiyel farkından çok büyük olur ($V_L \gg V$ ve $V_C \gg V$).

Paralel bir RL ve RC devresinde rezonansa; kollarındaki dirençler aynı ve $X_L = X_C$ olsun (Şekil 13.a). Bu durumda her iki koldaki akım ($I_1 = I_2$) ve üst koldaki Z_1 ve alt koldaki Z_2 kollara ait empedans değerleride birbirine ($Z_1 = Z_2$) eşit olacaktır. Şekil 13. b.'de bu devrenin vektör

diyagramı çizilmiştir ve buradan devredeki I akımının koldaki akımlardan çok küçük olduğu görülmektedir ve böylece devrenin eşdeğer empedansı ($Z = V / I$), $Z \gg Z_1$ ve $Z \gg Z_2$ olacaktır.



Şekil 13.a.b

Direnç değeri ne kadar küçük olursa, Z değeri de o oranda büyük olacaktır, R değeri sıfır değerine yaklaştıkça faz açıları da 90° ye yaklaşır ve I akımı da sıfıra yaklaşır. Bu durumdaki bir devreye *paralel rezonans* devresi denir.

Elektrik iletim hatlarında oluşabilecek rezonans nedeniyle, gereğinden yüksek akımlar ve potansiyeller meydana gelebilmektedir bu nedenle oluşabilecek bu rezonansın önlenmesi gerekmektedir. Diğer taraftan televizyon, radyo devrelerinde, verici istasyondan gelen elektromanyetik dalgaların frekansı ile kendilerinin alıcı frekansını rezonans haline getiren değişken kondansatör ve bobin kısımları bulunmaktadır. Radyo ve televizyonda alıcı ve vericinin elektromanyetik dalga frekansı rezonans haline gelince sadece istenen istasyon dinlenir, başka istasyonlar devre dışı kalırlar. Alıcının değişken kondansatörü ayarlanarak istenen istasyonlar bulunabilir.

Rezonans için gerekli şarttan ($X_L = X_C$) yararlanılarak rezonans frekansı,

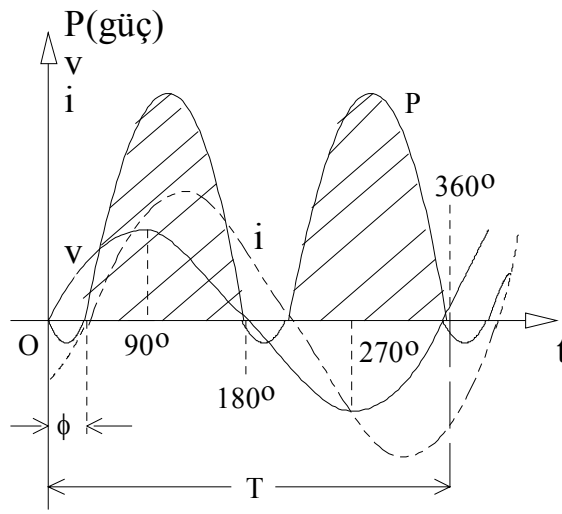
$$2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

ve

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}} \quad (28)$$

III.11.08. ALTERNATİF AKIM DEVRELERİNDE GÜÇ

Doğru akım devrelerinde olduğu gibi alternatif akım devrelerinde de güç, akımla potansiyel farkının çarpımına eşittir. A.A. devrelerinde güçte zamana bağlı olarak değişmektedir (Şekil 1 4). Güç eğrisinin zamana göre değişimi incelenirse ancak onun pozitif olduğu yerlerde sisteme enerji verdiği anlaşılır ve eğrinin negatif olduğu yerlerde sistem devreye enerji geri verir.



Şekil 1 4

Bir t zaman aralığında verilen toplam enerji miktarı, güç eğrisinin bu zaman içindeki parçasının altında kalan net yüzölçüm değeriyle veya sayısal olarak,

$$W = \int_0^t P dt$$

bağıntısıyla hesaplanır. *Ortalama güç*, verilen toplam enerjinin bu zamana oranıdır,

$$P_{\text{ort}} = \frac{W}{t} = \frac{1}{t} \int_0^t P dt \quad (29)$$

Bir A.A. devresindeki bir sisteme (alete) verilen güçten bahsedilince ,onun ortalama güç olduğunu anlaşılmalıdır böylece P_{ort} yerine P simgesini kullanabilir ve bu güce *Aktif güç* adı da verilir.

A.A.'da v ile i arasında θ faz farkı olduğuna göre,

$$v = V_m \sin \omega t$$

$$i = I_m \sin (\omega t - \varphi)$$

olacaktır. Buna göre bir periyotluk zaman aralığında güç, P_{ort}

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T V_m I_m \sin \omega t \sin(\omega t - \varphi) dt = \frac{V_m I_m}{\sqrt{2}} \cos(\varphi) \quad (30)$$

$$P = V I \cos \varphi \quad (31)$$

olacaktır. Burada $\cos \varphi$ 'ye , sistemin veya aletin *Güç Çarpanı* denir. Bu güç çarpanı sıfırla bir arasındaki herhangi bir değere sahip olabilir.

III.11.09. ÇEŞİTLİ DEVRELERDE GÜÇ

Bir A.A. devresinde sadece bir R direnci varsa, devredeki aktif güç

$$P_{ak} = VI = RI^2 = \frac{V^2}{R} \quad (32)$$

dır.

Bir A.A. devresinde sadece bir L bobini varsa, bu devredeki akımla potansiyel farkı arasında 90° faz farkı olduğundan ortalama yani aktif gücün değeri sıfırdır. Bobin bu durumda devreden bir güç çekmemektedir. Bobinler, A. A akımı veya potansiyel farkı değişimlerinin pozitif genlikli değerlerinde devreden güç alırlar fakat negatif genlikli değerlerde bunları geri verirler. Bobinlerin çektiği bu enerji bobinde manyetik alanın kurulması için harcanır ve daha sonra alan yok olurken bu enerji geri verilir. Bobinler enerji harcamazlar fakat depo ederler. Bobinde depo edilen enerjiye *bobin reaktif gücü* denir ve değeri

$$P_{Lreak} = VI = I^2 X_L = \frac{V^2}{X_L} \quad (33)$$

dir ve burada V bobinin uçları arasındaki potansiyel farkı, I 'de bobinden geçen akımdır.

Bir A.A: devresinde sadece bir C kondansatörü varsa, bu devredede akımla potansiyel farkı 90° olduğundan ortalama yani aktif gücün değeri sıfır olacaktır. Kondansatörde bobine benzer şekilde çektiği gücü elektrik alan olarak depo eder ve sonra onu geri verir. Kondansatörde depolanan bu güce *kapasitif reaktif güç* adı verilir ve değeri

$$P_{\text{Creak}} = VI = I^2 X_C = \frac{V^2}{X_C} \quad (34)$$

dır.

Bir A.A devresin seri halde R, L ve C varsa güç, önceki bilgilerimize göre, aktif gücü dirençler ve reaktif gücüde kondansatörler ve bobinler çekmektedirler. Bu durumda R.L ve C 'li devre hem aktif güç hemde reaktif güç çekecektir. Böyle bir devrede potansiyel farkı V, geçen akım şiddeti I olmak üzere V I değeri ne aktif gücü nede reaktif gücü vermektedir. Bu durumda devrenin *görünür gücünden* bahsedilebilir ve değeri,

$$P_G = VI = I^2 Z = \frac{V^2}{Z} \quad (35)$$

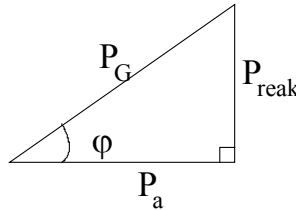
olacaktır. Önceki bilgilerimize göre böyle bir devrenin reaktansı $Z^2 = R^2 + X^2$, ($X = X_L - X_C$) dır. Bu son bağıntıda her iki tarafı I^4 ile çarpılırsa, buradan

$$I^4 Z^2 = I^4 R^2 + I^4 X^2$$

bulunur, buraya (32), (33) ve (35) bağıntıları iletilirse ve $P_{\text{ak}}^2 = I^4 R^2$, $P_{\text{reak}}^2 = I^4 X^2$ ve $P_G^2 = I^4 Z^2$ olduğu izlenirse

$$P_G^2 = P_{\text{ak}}^2 + P_{\text{reak}}^2 \quad (36)$$

elde edilir. (36) bağıntısı bize şekil 15'deki dik üçgeni verecektir ve uygulamalarda bu üçgene güç üçgeni denilmektedir.



Şekil 15

Şekil 1 5 'deki dik üçgenin belirtilen θ açısı devrenin *faz açısıdır* ve buradan

$$P_{ak} = P_G \cos \varphi = V I \cos \varphi \quad (37)$$

$$P_{reak} = P_G \sin \varphi = V I \sin \varphi \quad (38)$$

olacaktır.

Devrede iş yapan aktif güçtür ve elektrik devrelerinde dirençler aktif güç çekerler ve bu gücü ısı şeklinde yayarlar ayrıca ısıtıcılar, motorlar aktif güçle belirtilirler. Reaktif güç önce kaynaktan çekilip sonra tekrar kaynağa verilen güçtür, kondansatörler ve bobinler reaktif güç çekerler. Reaktif güç bobinlerde manyetik alanın kurulmasında, kondansatörlerde elektrik alanın kurulmasında kullanılır ve bu alanlar yok olurken bu güçleri kaynağa geri verirler.

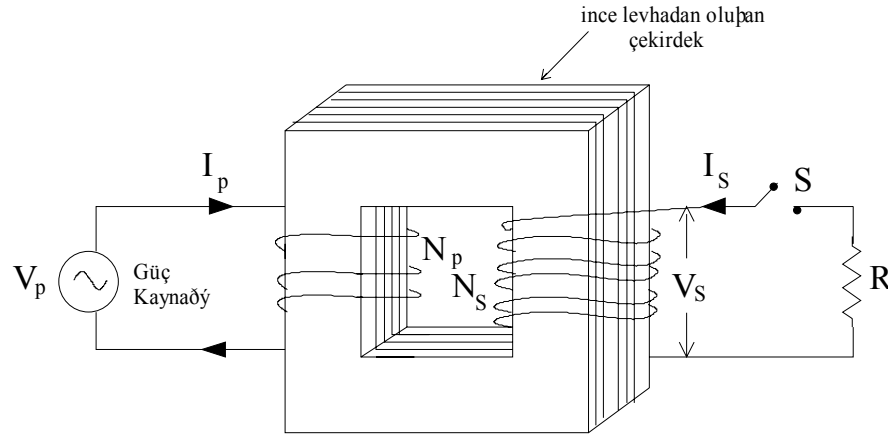
III.11.10. GÜÇ ÇARPANININ DÜZELTİLMESİ

Günlük kullanımda, teknolojiye ve sanayide genellikle motor ve ışık devreleri kullanılmaktadır. Elektrik motorları reaktif güç özelliği ve floresan lambalar ve flamanlı lambalar direnç özelliği gösterirler. Bu tür kullanım devrelerinde potansiyel farkı akımdan θ faz açısı kadar ilerde olur (güç çarpanı birden küçüktür) ve bu da aktif gücün yanında reaktif gücün bulunduğunu gösterir. Bu durumda iş yapamayan reaktif gücün azaltılarak, güç çarpanının bire yaklaştırılmasına *güç çarpanının düzeltilmesi* denir.

Güç çarpanının düzenlenmesiyle reaktif güce ait , devre akımının reaktif bileşenide küçültülerek, daha küçük bir akım reaktif güç için harcanmış olur. A.A. kullanım devreleri çoğunlukta dirençli ve bobinlidirler, dolayısıyla bunlarda, aktif güç ve bobin reaktif gücünden bahsedilir. Devredeki bobine ait reaktif gücün azaltılması için devreye zıt reaktif güç etkili olan kondansatör veya kondansatör şebekesi eklenmesi gerekir.

III.11.11. TRANSFORMATÖRLER (TRAFOLAR)

A.A. elektrik enerjisi üreten santrallardan bu enerjinin kullanıldığı yere nakledilmesi sırasında ($I^2 R$) enerji kayıplarının en aza indirilmesi amacıyla, santral çıkışındaki potansiyel farkları yükseltmek dolayısıyla akım şiddeti değerleri en aza indirilmek istenir. Diğer taraftan evlerde ve bazı aletlerde izolasyon nedenleriyle yüksek potansiyel farklarının alçaltılması gerekmektedir. Bu işlemlerin yapılması için A.A. potansiyel farklarını yükseltmeye yarayan *transformatör* adı verilen aletler kullanılır: Bir tranformatör, levhali bir demir çekirdeğin iki kolu üzerine sarılmış iki bobinden oluşmuştur. Bu bobinlerden enerji veren kaynağa bağlanan kısma *primer* ve kendisinden enerji alınan kısma sekonder denilir (Şekil 16).



Şekil 16.

Trafoda, primerin uçlarındaki potansiyel farkı V_p , sarım sayısı N_p ve sekonderin uçlarındaki potansiyel farkı V_s , sarım sayısı N_s ile gösterilir. Genelde A.A: gücü sarım sayısı N_p olan primere verilir ve sarım sayısı N_s olan sekonderden alınır. Primerden geçen A.A. tarafından oluşturulan değişken manyetik akı nedeniyle sekonderdeki manyetik akıda değişir ve bu da sekonderin uçlarında aynı frekanslı bir A.A. e.m.k. doğurur. Ticari trafoların verimi % 98 civarındadır. Konunun incelenmesinde verimi % 100 olan *ideal bir trafo* tipi ele alınacaktır.

Verimi % 100 olan bir trafoda, sarımların dirençlerinin sıfır olduğu ($R I^2$ kayıpları yok), trafo çekirdeği yapılan maddenin ideal olduğu (histerezis kayıpları yok) ve girdap akımlarının ihmal edildiği kabul edilir. Histerezisi azaltmak için uygun demir madde ve girdap akımlarını azaltmak içinde demir çekirdek Şekil 16'da gösterildiği gibi levhalar halinde yapılır.

Açık devreli (yüksüz) ideal trafo'nun Potansiyel farkları oranı, Şekil 16'daki devredeki S anahtarı açık olsun daha açık olarak bu trafodan güç alınmasın: Böyle bir durumda primer devre bir *bobin* gibi davranır ve böylece burada oluşan ani primer akım şiddeti ($I_p = I_m$) mıknatıslayıcı akım) oraya uygulanan potansiyel farkından 90° geride kalır. Bu akım değişimi demir çekirdek içinde bir manyetik akı oluşturur ve bu akı hem primer hemde sekonder bobinlerde bir etkileşim e.m.k. meydana getirir. Faraday yasasına göre bu e.m.k. değerleri , primer için ε_p ve sekonder için ε_s ise,

$$\varepsilon_p = - N_p \frac{d\phi}{dt} \quad (39)$$

$$\varepsilon_s = - N_s \frac{d\phi}{dt} \quad (40)$$

dır. Bu iki bağıntı her hangi bir an için oranlanırsa

$$\varepsilon = \frac{d\phi}{dt}$$

olur. Sargılarda oluşan e.m.k.'lerin oranı, oralardaki potansiyel farkları ister maksimum veya ister etkin değerlerle olsun onların oranlarına eşit olacağından,

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} \quad (41)$$

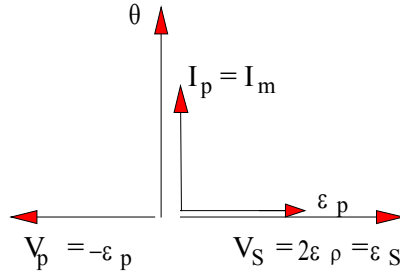
bulunur. N_s / N_p oranına trafonun *çevirme oranı* denir, bu oran birden büyükse böyle bir trafoya yükseltici trafo ve bu oran birden küçükse bu trafoyada alçaltıcı trafo denir;

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} > 1 \quad \text{yükseltici trafo}$$

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} < 1 \quad \text{alçaltıcı trafo}$$

Primerden geçen akım, potansiyel farkının 90° gerisinde olduğundan *güç çarpanı* ($\cos\phi = \cos 90^\circ = 0$) sıfır ve buna göre primerin çektiği güçte sıfırdır.

Sekonderi açık yani yüksüz bir trafonun, primer sarımı bir bobin gibi davranır ve yalnızca çok küçük bir akım geçirir ve bu ideal halde I_p , V_p 'nin 90° gerisindedir. Böylece yüksüz trafolar hiç bir güç harcamazlar. Sekonder devresi açık kaldıkça $\varepsilon_p = V_p$ dir ve aralarında 180° faz farkı vardır. Böyle bir trafo devresinin $N_s / N_p = 2$ için vektör diyagramı Şekil 17'de verilmiştir.



Şekil 1 7

Şekil 1 6'daki trafonun sekonder devresindeki anahtar kapatılırsa buna *yüklü transformatör (trafo)* denir. Bu durumda sekonder devreden güç çekilmektedir ve buradaki etkin akım değeri I_s dir. Bir ideal trafo tam olarak yüklendiğinde ve dirençli sekonder bir devreye güç sağladığında, I_p akımı, V_p potansiyel farkıyla faz halinde olacak (aralarında faz açısı olmayacak) ve I_p 'de çok yakın olarak V_p 'yle faz halinde bulunacaktır. Böylece devrenin güç çarpanı $\cos \theta = 1$ olacaktır. Histeresiz, girdap ve bobin dirençlerinin etkileri ihmal edilirse, böyle bir ideal trafo için,

Giriş gücü = Çıkış gücü

$$P = V_p I_p = V_s I_s \quad (42)$$

elde edilir. İyi bir trafonun verimi % 98 civarındadır ama bu yaklaşım büyük bir hataya neden olmaz. (4 1) ve (4 2) bağıntılarından,

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_p} \quad (43)$$

olur. Son bağıntıya göre sekonder akım şiddeti arttıkça primer akım şiddeti de aynı oranda artar ve böylece büyük şiddetteki akımlar alçaltıcı trafolardan elde edilir: Bu tür alçaltıcı trafolar kaynak işlerinde, haddehanelerdeki indüksiyon fırınlarında kullanılır.

Bir transformatörün verimi, verim ifadesinin genel tanımından

$$\eta = \frac{\text{alınan güç}}{\text{verilen güç}} = \frac{P_s}{P_p} = \frac{V_s I_s \cos \theta_s}{V_p I_p \cos \theta_p} \quad (44)$$

olarak bulunur. Bilindiği gibi alternatif akım ölçü cihazları etkin değerleri ölçecek şekilde yapılmışlardır, bu nedenle A.A devrelerine ait veriler olan, potansiyel farkı ,akım şiddeti v.b., değerler aksi belirtilmedikçe etkin değerlerdir.

III.11.12. ÖRNEK PROBLEMLER

1.) 60 Hz. frekanslı bir A.A. seri devresinde, $R = 21 \Omega$, $L = 0,5$ Henry ve $C = 40 \mu$ Farad 'tır.Devrenin a - self reaktansını, b -- sığa reaktansını ve c - impedansını hesaplayınız.

Çözüm ,

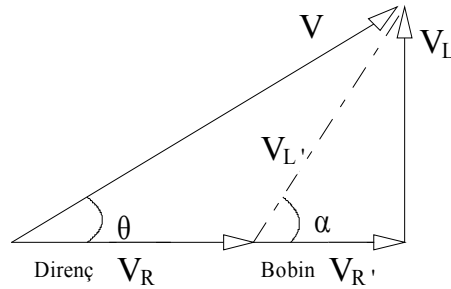
a- Self reaktansı $X_L = 2 \pi f L = 2 \cdot 3,14 \cdot 60 \cdot 0,5 = 188,4 \Omega$

b - Sığa reaktansı $X_C = \frac{1}{2} \pi f C = \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 60 \cdot 40 \cdot 10^{-6} = 3,768 \cdot 10^{-3} \Omega$

c - İmpedans $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{441 + 14908,4} = 189,5 \Omega$

2.) 60 Hz. frekanslı ve 120 Volt'luk bir A.A. potansiyel farkı, seri bağlı 20Ω 'luk bir direnç ve selfi bilinmeyen bir bobinli devreye uygulanıyor.Direncin uçları arasındaki potansiyel farkının 50 volt ve bobinin uçlarına bağlanınca 100 Volt olduğu bir Voltmetre ile ölçülerek anlaşıyor. Bobinin direncini, selfini ve devrenin faz açısını hesaplayınız.

Çözüm ; Bir potansiyel farkı vektör diyagramı çizilirse (Şekil 18). $V = 120$ Volt , $V_R = 50$ Volt ve $V_L' = 100$ Volt. olduğundan diyagrama göre,



Şekil 18

$$120^2 = (50 + V_{R'})^2 + V_L'^2 \quad \text{Büyük üçken}$$

ve

$$100^2 = V_R'^2 + V_L'^2 \quad \text{Küçük üçken}$$

dır. Bu iki denklemden $120^2 = 50^2 + 2 \cdot 50 \cdot V_{R'} + 100^2$ ve buradanda $V_{R'} = 19$ Volt bulunur.

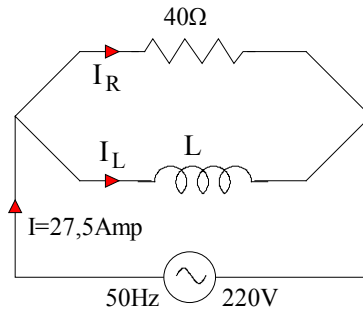
V_L' 'nin değeri $100^2 = 19^2 + V_L'^2$ den , $V_L' = 98,18$ Volt. 'dır.

I'nin değeri $I = V / R = 50 / 20 = 2,5$ Amp ve bobinin direnci $R' = V_{R'} / I = 19 / 2,5 = 7,6 \Omega$

Bobinin selfi $V_L = I X_L = I \cdot 2 \pi f L$ den $L = \frac{V_L}{I 2 \pi f} = \frac{98,2}{2,5 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 60} = 104,2 \cdot 10^{-3} \text{ Hz}$

ve bobinin faz açısı α , $\tan \alpha = \frac{V_L}{V_{R'}} = \frac{X_L}{R'} = \frac{98,18}{19} = 5,1675$ ve $\alpha = 79^\circ$.

3.) Şekil 19'daki, akım şiddeti ,potansiyel farkı, direnç değeri ve frekansı belli olan devrenin, a - bobinin selfini, b - direnç ve bobinden geçen akımları ve c - akımla potansiyel farkı arasındaki faz açısını hesaplayınız.



Şekil 19

Çözüm ; a - Devrenin empedansı $Z = \frac{V}{I} = \frac{220}{27,5} = 8 \Omega$ dir. Diğer taraftan, empedansın diğer bir bağıntı şekli olan $\frac{1}{Z^2} = \frac{1}{40^2} + \frac{1}{X_L^2}$ ifadesinde, bilinenler yerine iletilirse, bobinin self reaktansı $X_L = 8,17 \Omega$ bulunur. Buradan bobinin selfi,

$$L = \frac{X_L}{2 \pi f} = \frac{8,17}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 0,026 \text{ Henry}$$

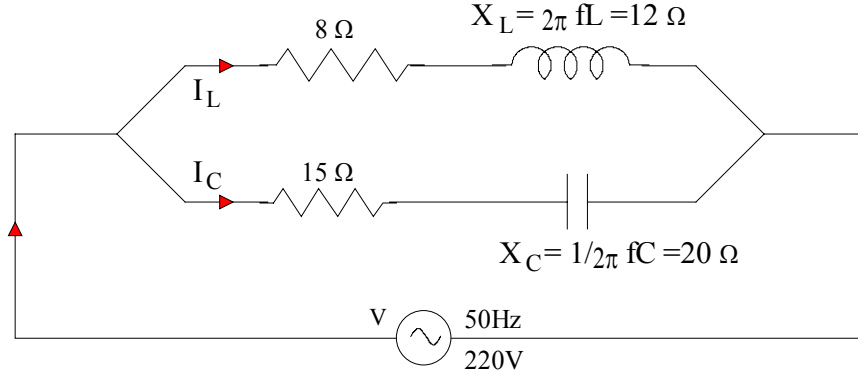
hesaplanır.

b - Dirençten geçen akım $I_R = V / R = 220 / 40 = 5,5$ Amp. ve bobinden geçen akım $I_L = V / X_L = 220 / 8,17 = 26,92$ Amp. dir.

c - akımla potansiyel farkı arasındaki faz açısı ,

$$\tan \theta = \frac{I_L}{I_R} = \frac{26,92}{5,5} = 4,89 \quad \text{ve} \quad \theta = 78,45^\circ \text{ dir.}$$

4.) Şekil 20'daki verileri verilen paralel seri devredeki,



Şekil 20

a- I_L ve I_C akımlarını, b - I_L ve I_C 'nin devredeki potansiyel farkıyla yaptıkları faz açılarını, c - devre akımını ve d - devrenin faz açısını bulunuz.

Çözüm ; a-)
$$I_L = \frac{V}{Z_L} = \frac{V}{\sqrt{R_1^2 + X_L^2}} = \frac{220}{\sqrt{8^2 + 12^2}} = 15,25 \text{ Amp.}$$

$$I_C = \frac{V}{Z_C} = \frac{V}{\sqrt{R_2^2 + X_C^2}} = \frac{220}{\sqrt{15^2 + 20^2}} = 8,8 \text{ Amp.}$$

b-) Bobinli kolun faz açısı , $\text{tg } \theta_L = X_L / R_1 = 12 / 8 = 1,5$ ve $\theta_L = 56,3^\circ$

Kondansatörlü kolun faz açısı $\text{tg } \theta_C = X_C / R_2 = 20 / 15 = 1,33$ $\theta_C = 53,13^\circ$

olarak hesaplanır.

c-) Devre akımının bulunması için Şekil 12'ye ve ona ait açıklamalara göre, önce I_L ve I_C kol akımlarının yatay X eksen ve dikey Y eksen üzerindeki bileşenlerini hesaplıyalım,

$$I_{Lx} = I_L \cos \theta_L = 15,25 \cos 56,3^\circ = 8,38 \text{ Amp.}$$

$$I_{Ly} = I_L \sin \theta_L = 15,25 \sin 56,3^\circ = 12,65 \text{ Amp.}$$

$$I_{Cx} = I_C \cos \theta_C = 8,8 \cos 53,13 = 5,28 \text{ Amp.}$$

$$I_{Cy} = I_C \sin \theta_C = 8,8 \sin 53,13 = 7,04 \text{ Amp.}$$

bulunur. Kol akımlarının X eksen üzerindeki bileşenlerinin toplamı,

$$I_x = I_{Lx} + I_{Cx} = 8,38 + 5,28 = 13,66 \text{ Amp:}$$

ve Y eksenı üzerindeki bileşenlerin toplamı,

$$I_y = I_{Ly} - I_{Cy} = 12,65 - 7,04 = 5,61 \text{ Amp}$$

olarak hesaplanır.Bu değerlerle devre akımı,

$$I = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} = \sqrt{13,6^2 + 5,61^2} = 14,76 \text{ Amp}$$

dır.

$$\text{d-) Devrenin faz açısıda, } \tan \theta = \frac{I_y}{I_x} = \frac{5,61}{14,76} = 0,38 \quad \text{ve} \quad \theta = 20,8^\circ$$

olacaktır.

5.) 200 km uzunluğundaki A.A. güç iletim hattının direnci 25Ω ve jenaratörden trafoya giriş gücü 2000 Volt altında 1000 Kw dır.Giriş potansiyel farkı 2000 Volt olarak iletildiğine veya bu potansiyel farkı 200 000 Volta yükseltilerek iletildiğine göre çıkış güçlerini karşılaştırınız.

Çözüm ; 2000 voltluk potansiyel farkı altında 1000 Kw güç iletildiğine göre bu iletimin akım şiddeti, $I = P / V = 1\,000\,000 / 2000 = 500 \text{ Amp}$.dir. Bu 500 Amp.in güvenli olarak iletilmesi için iletim hattı tellerinin kalın yapılması gerekmektedir. 200 Km. gidiş dönüş hattı için,hattın direnci $2 \cdot 50 = 100 \Omega$ ve bu durumda hattan geçen akım şiddeti $2000 / 50 = 40 \text{ Amp}$.olacaktır.Buna göre 1000Kw altında 2000 Volt bu hatta verilemez.Bu hattaki güç kaybı $P = RI_2^2 = 50 \cdot 40^2 = 80 \text{ Kw}$ ve varış gücü $1000 - 80 = 920 \text{ Kw}$ olur.

1000 Kw 'ı 200 K Volt altında iletmek için gerekli akım şiddeti $I = P/V = 1000 / 200 = 5 \text{ amp}$: dir ve hatta kaybolan güç $RI^2 = 50 \cdot 5^2 = 1250 \text{ Watt} = 1,25 \text{ K w}$ olacaktır:

6.) 3600 Watt'lık bir trafo, 1900 Volt 'luk potansiyel farkında akım sağlıyor ve120 V potansiyel farkı altında akım veriyor: Verim 0,947 ise primer ve sekonderden geçen akım şiddetlerini hesaplayınız.

$$\text{Çözüm ; } P_s = V_s I_s = 3600 \text{ Watt ve verim } \eta = \frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} \text{ olduğundan}$$

$$I_s = \frac{P_s}{V_s} = \frac{3600}{120} = 30 \text{ Amp.}$$

ve

$$I_p = \frac{V_s I_s}{\eta V_p} = \frac{3600}{1900 \cdot 0,947} \approx 2 \text{ Amp.}$$

7.) Bir elektrik güç santralinden uzaktaki bir fabrikaya 220 Volt altında 100 Kw iletilmesi istenmektedir. Güç çarpanı 0,91 dir. a-) bu güç trafo kullanılmadan iletilirse, toplam direnci 1 Ω olan taşıma hattındaki güç kaybını hesaplayınız. b-) her iki uçtada değiştirme oranları 10 / 1 olan trafolar kullanıldığına göre hattaki güç kaybını hesaplayınız. c-) iki ilettime ait santraldaki çıkış potansiyel farkını hesaplayınız.

Çözüm; a-) trafosuz taşımada güç $P = V I \cos \theta$ ve akım şiddeti $I = \frac{100000}{220 \cdot 0,91} \approx 500 \text{ Amp.}$ ve

hattaki güç kaybı $R I^2 = 1 \cdot 500^2 = 250 \text{ 000 W att} = 250 \text{ Kw}$. Yükseltici trafoda $\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$ ve

buradan $V_s = 220 \cdot 10 = 2200 \text{ Volt}$, $V_s I_s \cos \theta = 100 \text{ 000 Watt}$ olacağından $I_s = \frac{100000}{2200 \cdot 0,91} \approx 50 \text{ Amp.}$ olacak ve hattaki güç kaybı $R I_p^2 = 1 \cdot 50^2 = 2500 \text{ Watt} = 2,5 \text{ Kw}$.

c-) Ulaşım hattı arı direnç gibi düşünülmektedir yani L selfi ihmal edilmektedir böylece $RI = 500 \text{ Volt}$ luk potansiyel farkı düşmesi I ile aynı fazda olacaktır. Varış potansiyel farkı $V' = 220 \text{ Volt}$ ise bu doğrultu ile θ açısı yapacaktır ve bu iki potansiyel farkının bileşkesi V çıkış potansiyel farkı olacaktır,

$$V^2 = V'^2 + 2 V' RI V' \cos \theta + (RI)^2 = 220^2 + 2 \cdot 220 \cdot 500 \cdot 0,91 + 500^2 = 706 \text{ Volt}$$

Trafo kullanılıncaya benzer şekilde sekonderden çıkış potansiyel farkı,

$$V_s^2 = 2200^2 + 2 \cdot 2200 \cdot 50 \cdot 0,91 + 50^2$$

$$V_s = 2246 \text{ Volt ve } V_p = \frac{N_p}{N_s} V_s = \frac{2246}{10} \cdot 1 = 224,6 \text{ Volt}$$

III.11.13. PROBLEMLER

1.) Potansiyel farkı 13 Volt ve frekansı $5000 / 3 \pi \text{ Hz.}$ olan bir A.A kaynağına seri olarak 10 Ω luk arı bir dirençle 12,5 $\mu \text{ F}$ 'lık bir kondansatör seri olarak bağlanıyor. a - devredeki akım şiddetini, b- direnç ve bobinin uçları arasındaki potansiyel farkını ve c - I 'nin V 'ye göre önde olduğu faz açısını hesaplayınız.

Cevap : a - 0,5 Amp. b - $V_r = \% \text{ Volt}$, $V_c = 12 \text{ Volt}$ c - $67,4^\circ$

2.) 50 Volt ve $500 / \pi$ Hz lik bir A.A. kaynağına seri olarak 15Ω 'luk bir direnç ve 0,02 Henry'lik arı bire bobin bağlanıyor. X_L , Z , I , V_R ve V_L yi hesaplayınız.

Cevap : $X_L = 20 \Omega$, $Z = 25 \Omega$ $I = 2$ Amp. $V_R = 30$ Volt $V_L = 40$ Volt.

3.) 240 Volt ve 50 Hz.lik bir A.A. şebekesinde çalıştırılmak istenen bir alet için 150 Volt'luk bir potansiyel farkı gerekmektedir.Bu aletin bozulmadan güvenli olarak kullanılması için alete seri olarak bağlanması gereken kondansatörün sığasını hesaplayınız.

Cevap : $5,1 \mu F$.

4.) 115 Volt'luk bir A.A. devresinde, 50 Volt'luk potansiyel farkı altında 12 Amp.çekerek çalışan bir ark lambası bağlanmak istiyor. Bu lambanın bozulmadan devreye bağlanması sırasında onunla devreye bağlanacak bir bobinin selfini ve devrenin güç çarpanını hesaplayınız.

Cevap : $L = 0,0275$ Henry. $\cos \theta = 0,435$.

5.) 60 Hz'lik seri bir A.A. devresindeki direnç 40Ω , bobinin selfi 0,1 Henry ve kondansatörün sığası 10^{-5} F 'dır. Bu devrenin reaktansını, impedansını, akımın faz açısını ve rezonans frekansını hesaplayınız.

Cevap : $X = -227,57 \Omega$, $Z = 231,2 \Omega$, $\tan \theta = X/R = -5,680$, $\theta = -80^{\circ}21'$ (Akım önde) ve $f_R = 159$ Hz.

6.) 10Ω luk bir direç, 0,05 Henry'lik bir self ve $300 \mu F$. bir direnç 50 Volt'luk bir A.A. devresine seri olarak bağlanmışlardır. a - Frekan 25 Hz., b- frekans 50 Hz. iken olduğunda akım şiddetlerini ve faz açılarını hesaplayınız.

Cevap : a- $I = 2,29$ Amp., $\tan \theta = -1,335$, $\theta = 53,2^{\circ}$ (I önde)

b- $I = 4,46$ Amp. $\tan \theta = 0,51$ $\theta = 27^{\circ}$ (I geride)

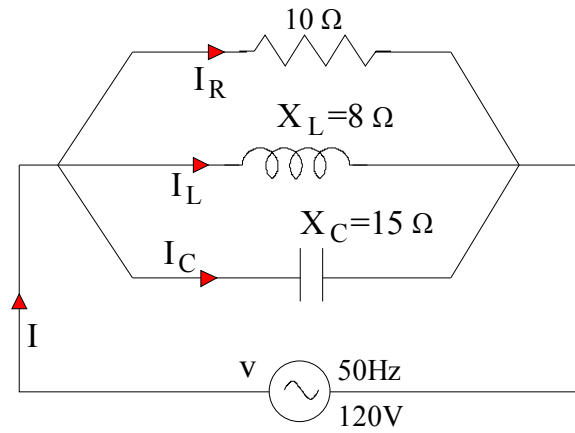
7.) Bir motora seri olarak bağlı bir ampermetreden 5 Amp. ve motorun uçlarına bağlı bir voltmetreden 110 Volt okunuyor: Bir güç ölçerle (Vatmetre) harcanan ortalama gücün 490 Watt olduğu ölçülüyor. Güç çarpanını hesaplayınız.

Cevap ; 0,891

8.) Bir elektrik arkı 50 Hz. frekanslı 30 Volt potansiyel farkı altında 7 Amp. lik bir A.A.'la çalışmaktadır ve bu ark , direnci 2Ω ve selfi 0,02 Henry olan bir bobinle seri olarak bağlanmıştır.Bu devrenin uçları arasındaki potansiyel farkını ve faz açısını hesaplayınız.

Cevap ; $V_R = 30 + 7.2 = 44$ Volt , $V_L = I X_L \approx 44$ Volt, $V = 62,225$ Volt, $\tan \theta = 1$, $\theta = 45^\circ$

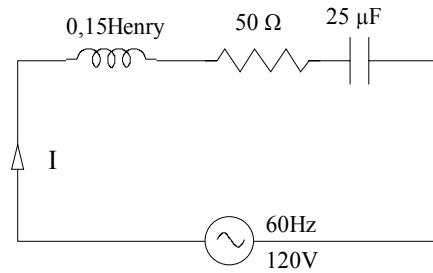
9.) Şekil- 21'deki devrede , a , kol akımlarını, b - I devre akımını , c - I ile V arasındaki faz açısını hesaplayınız ve d- devrenin vektör diyagramını çiziniz.



Şekil 21

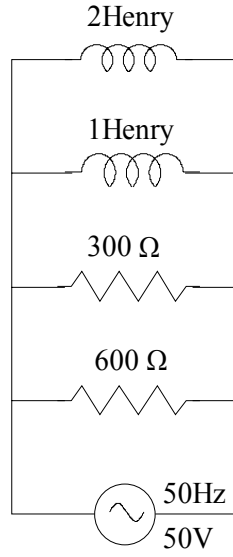
Cevap : a - $I_R = 12$ Amp , $I_L = 15$ Amp , $I_C = 8$ Amp., b - 13,89 Amp. ,c- $\tan \theta = 0,58$, $\theta = 30,25^\circ$.

10.) Şekil 22 'deki devrede, X_L , X_C , Z , I ile V arasındaki faz açısını ve devre akımını hesaplayınız.



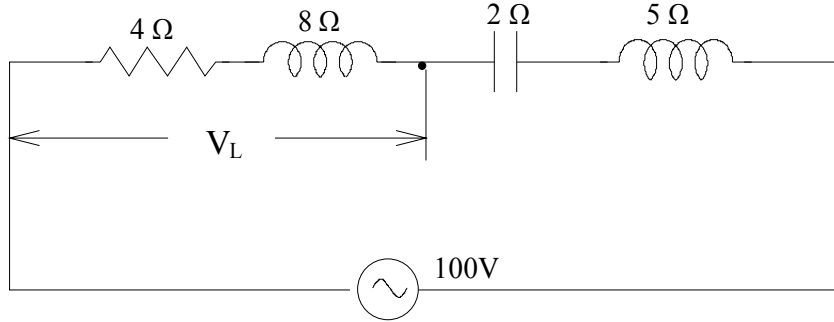
Şekil 22

11.) Şekil 23'deki , devre akımını ve devrenin faz açısını hesaplayınız.



Şekil 2 3

12.) Şekil 24'deki devrenin,



Şekil 24

a-) devre akımını ,b-) bobinin uçlarına uygulanan gerilimi, c-) devrenin güç çarpanını, d-)Aktif, reaktif güç ve görünür güçleri hesaplayınız.

Cevap . a - $I = 9,26$ Amp . b- $\cos \theta = 0,83$ d - $P_{ak} = 768$ Watt , $P_{reak} = 517$ Watt reak ve $P_G = 926$ Watt reak.

13.) 220 Volt altında 445 Kw 'a gereksinimi olan bir fabrikaya çekilen iletim hattının direnci $0,15 \Omega$ 'dur. Bu güç trafolar kullanılmadan iletildiğine göre, a- güç santralindeki çıkış potansiyel farkını, b - hattaki güç kaybını c- iletimde kaybolan güç yüzdesini hesaplayınız.Bu güç 2200 Volt altında iletilirken trafo kullanıldığına göre, d - hattaki güç kaybını , e -trafoların verimi % 99 olduğuna göre iletimde kaybolan güç yüzdesini hesaplayınız.

Cevap : a - 250 Volt ., b- 6 Kw., c - % 14, d- 06 Kw., e - % 1 ,14

14.) Değişirme oranı 5/1 olan bir yükseltici trafo 200 Volt'luk bir iletim hattına bağlıdır ve güç çarpanı 0,8 olan sekondere 4 Kw'lık bir güç vermektedir:Trafonun veriminin % 100 olduğunu kabul ederek primer ve sekonder akım şiddetlerini hesaplayınız.

Cevap : $I_P = 20 \text{ Amp.}$ $I_S = 2,5 \text{ Amp.}$

15.) Bir elektrik güç santralının çıkış gücü 400 Volt altında 5000 Kw'tır.Bu güç 120 000 Volt'a yükseltilerek toplam direnci 25Ω olan bir hatla iletilecek ve sonra 200 Volt'a düşürülecektir.Her trafonun verimi % 96 olduğuna göre 200 Volt'luk devrede elde edilecek olan çıkış gücünü ve akım şiddetini hesaplayınız.

Cevap : 4569 Kw., 22845 Amp.,