

Metrik Birim Sistemi: metre "m", kilogram "kg", saniye "s".

Metrik birim katsayıları: P (peta)= 10^{15} ; T (tera) 10^{12} ; G (giga) 10^9 ; M (mega) 10^6 ; k (kilo) 10^3 ; m (mili)= 10^{-3} ; μ (mikro) 10^{-6} ; n (nano) 10^{-9} ; p (piko) 10^{-12} ; f (femto) 10^{-15} ;

İş ve Enerji: $dw = f dl$; $w = \int f dl$. Sabit bir F kuvvetine karşı L kadar yol $W = FL$ kadar işe karşılık gelir. Birimi Jul (J).

Güç: Birim zamanda aktarılan iş $P = U.I$. Birimi Jul/saniye (J/s) ya da Watt (W).

Toplam yük $q = \int i dt$. i sabitse $Q = I T$.

Yük birimi Kulomb, (Kul) ya da (Coul).

Gerilim veya Voltaj: $U = \frac{W}{Q}$: Bir düğümden diğerine geçen 1 Kul. yükle aktarılan enerjidir. Birimi Volt (V).

Ohm Kanunu

$U = RI$ veya $I = GU$. Direnç R birimi Ohm (Ω)

İletkenlik $G = 1/R$ Birimi Mho (\mathcal{U}) yada Siemens (S).

Dirençte güç: $P = IU = U^2/R = I^2 \times R$.

Etiket gücü (nominal güç) birim zamanda yayabileceği ısı ile sınırlı.

Direnç Renk kodları

renk	bant-1	bant-2	bant-3	bant-4
eksik			eksik	20%
gümüş			1/10	10%
altın			1/100	5%
siyah	0	0	1	
kahve	1	1	10	1%
kırmızı	2	2	100	0.1%
portakal	3	3	1000	0.01%
sarı	4	4	10 000	
yeşil	5	5	100 000	
mavi	6	6	1 000 000	
mor	7	7	10 000 000	
gri	8	8	100 000 000	
beyaz	9	9	1000 000 000	

%10 toleranslı standard dirençler

(10 12 15 18 22 27 33 39 47 56 68 82)

Düğüm: Bir devrede birbirine ideal iletkenlerle bağlanmış bütün uçlar bir **düğüm** oluşturur.

Devre döngüsü birbirine komşu düğümlerin sırayla dizilmesinden oluşan zincirdir.

Seri bağlı iki elemandan aynı akım geçer.

Seri dirençlerin eşdeğeri: $R_E = R_1 + R_2 + \dots$

Paralel bağlı elemanlar aynı gerilimi alır.

Paralel Direnç Eşdeğeri: $1/R_E = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots$

Yalnız iki direnç için $R_E = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$

Akım ölçme iletkeni kesip ampermetre bağlanır.

Gerilim ölçme iki düğüm arasında voltmetre bağlanır.

Kirşof gerilim kanunu (KVL): Kapalı bir elektrik çevriminde seçilen bir yöndeki gerilimlerin toplamı sıfırdır.

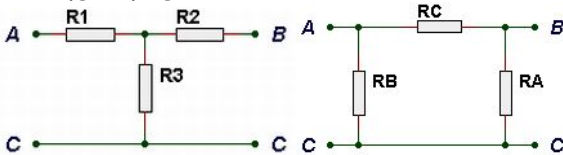
Kirşof akım kanunu (KCL): Bir düğüme bağlı bütün elemanlardan giren toplam yük sıfırdır.

Gerilim bölücü: Seri dirençler toplam gerilim V yi değerleri oranında böler. $V_1 = V R_1 / (R_1 + R_2)$

Akım Bölünmesi: Paralel dirençler akımı $I_1 = I \times G_1 / (G_1 + G_2)$ olarak böler.

Uç Eşdeğeri: uçları arasında aynı voltaj uygulandığında uç akımları aynı olan devrelerdir.

Yıldız-Üçgen eşdeğeri



$R_1 = R_B R_C / (R_A + R_B + R_C)$ (komşular çarpımı bölü toplam)

$R_A = R_2 + R_3 + R_2 R_3 / R_1$; (karşılar çarpımı bölü uçtaki direnç ile karşılar toplamı)

Çevrim-Gerilim Yöntemi $RI = U$ matris denklemi için a) bağımsız çevrimleri numarala ve çevrim akımlarını belirle: $\mathbf{I} = (I_1 \dots I_n)^T$ b) Direnç matrisi $\mathbf{R} = [r_{ij}]_{n \times n}$ daki r_{ij} hem I_i hem I_j çevrimi üzerinde olan toplam dirençtir ve I_i ile I_j nin yönleri ters ise r_{ij} eksidir. c) \mathbf{U} vektöründeki u_i değerleri I_i çevrimindeki gerilim kaynaklarının toplamıdır.

Gerilim-Akım Kaynağı Eşdeğeri: Bir U_S gerilim kaynağı ve seri R_S direncinin eşdeğeri $I_S = U_S / R_S$ akım kaynağına paralel R_S direncidir.

Düğüm Akımları Analizi: $I = GU$ matris denklemini bulurken a) bir düğümü ortak düğüm seç ve diğer düğümleri numarala. b) Her düğümün ortak düğüme karşı gerilimini U vektörüne değişken olarak al. c) i .nci düğüme giren akım kaynağını I vektörünün i_i değeri olarak kullan. d) G matrisinin g_{ii} elemanı i .nci düğümden diğer bütün

düğümlere olan iletkenliklerin toplamıdır. g_{ij} , $i \neq j$ ise i .nci düğümü j .inci düğüme bağlayan iletkenliğin eksi işaretlisidir.

Tevenin ve Norton Eşdeğer Teoremi

Tevenin eşdeğeri U_T gerilimiyle seri R_T direncidir. Devrenin iki düğümü arasında açık uç gerilimi U_T , ve kısa devre akımı I_N belliyse $R_T = U_T / I_N$ dir. Tüm kaynaklar sıfırlandığında devrenin eşdeğer direnci de R_T dir.

Norton eşdeğeri I_N akım kayn. ve paralel R_T direncidir.

Maksimum güç teoremi: Tevenin eşdeğeri R_T ve U_T dan oluşan bir devreye bağlı R_L yük direncine en yüksek güç $R_L = R_T$ iken aktarılır. Aktarılan en yüksek güç $P_L = U_T^2 / (4 R_T)$ olur. Yük direnci daha yüksekse aktarılan güç düşer ama güç nakli verimi artar.

Süperpozisyon teoremi: Birden çok kaynaklı devrenin bir akım kolundaki akım, güç kaynaklarının her birinin o kolda diğer kaynaklar sıfırlandığında oluşturduğu akım katkılarının toplamı kadardır.

Akım kaynağı sıfırlama: kaynağın yerini açık devre bırak.

Gerilim kaynağı sıfırlama: kaynağın yerine kısa devre koy.

Sayı Matris çarpımı: $d \in R$; $A = [a_{i,j}]_{n \times m}$; $b = [b_i]_n$
 $\Rightarrow dA = [da_{i,j}]_{n \times m}$ ve $db = [db_i]_n$

Matris Vektör çarpımı: $A = [a_{i,j}]_{n \times n}$ matrisi ile $b = [b_j]_n$ vektörü çarpılırsa $c = Ab$ vektörünün i .nci elemanı

$c_i = \sum_{j=1}^n a_{i,j} b_j = a_{i,1} b_1 + a_{i,2} b_2 + \dots + a_{i,n} b_n$ olur

2x2 matris tersi:

$$\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}^{-1} = \frac{1}{ad - bc} \begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix}^{-1}$$

3x3 A = $\begin{bmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{bmatrix}$ **matrisinin determinanı:**

$$|A| = a_1(b_2 c_3 - b_3 c_2) + a_2(b_3 c_1 - b_1 c_3) + a_3(b_1 c_2 - b_2 c_1)$$

3x3 A matrisinin tersi

$$A^{-1} = \frac{1}{|A|} \begin{bmatrix} b_2 c_3 - b_3 c_2 & b_3 c_1 - b_1 c_3 & b_1 c_2 - b_2 c_1 \\ c_2 a_3 - c_3 a_2 & c_3 a_1 - c_1 a_3 & c_1 a_2 - c_2 a_1 \\ a_2 b_3 - a_3 b_2 & a_3 b_1 - a_1 b_3 & a_1 b_2 - a_2 b_1 \end{bmatrix}$$

Matris denklemleri çözümü

$Ab = c$ denkleminde $c = [c_i]_n$ bilinenler vektörü, ve $b = [b_i]_n$ bilinmeyenler vektörü olsun. $A = [a_{i,j}]_{n \times n}$ matrisinin determinanı $|A|$ sıfır değilse bu denklemleri sağlayan bir sayısal b çözüm vektörü ve bir A^{-1} matrisi vardır. Çözüm vektörü $b = A^{-1}c$ olur.

Kapasitans C: $W = \frac{1}{2} CV^2$. $v(t) = \frac{1}{C} \int i dt$. $i(t) = C \frac{dv(t)}{dt}$

Endüktans L: $W = \frac{1}{2} LI^2$. $i(t) = \frac{1}{L} \int v dt$. $v(t) = L \frac{di(t)}{dt}$

Paralel eşdeğer $C_E = C_1 + C_2 + \dots$; $\frac{1}{L_E} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots$

Seri Eşdeğer $\frac{1}{C_E} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$; $L_E = L_1 + L_2 + \dots$

Kalıcı durum: $C \Rightarrow$ açık devre; $L \Rightarrow$ kısa devre;

Geçici durum: Zaman sabiti $\tau = RC$; $\tau = R/L$;

Üstel artış: $y(t) = Y_{\infty}(1 - e^{-t/(L/R)})$ **düşüş:** $y(t) = Y_0 e^{-t/(L/R)}$

(t/τ , v/V_{∞}) değerleri ($t/\tau < 0.2$, $v/V_{\infty} = t/\tau$)

(0.5, 0.394), (1, 0.632), (2, 0.865) (3, 0.95) (4, 0.98)

Sinüs eğrisi: $A_p \sin(\omega t + \phi)$

Genlik, tepe değeri A_p , Mutlak ortalama değeri $A_{mo} = 0.637 A_p$

Kare-ortalama-kök değeri $A_{rms} = A_p / \sqrt{2} = 0.707 A_p$.

Periyod T: Tekrarlama süresi (saniye, s). $T = 1/f$

Frekans f = 1/T (Hertz, Hz),

Açısal hız $\omega = 2\pi f$ (radyan/saniye, rad/s)

Magnetomotif kuvvet $\mathcal{F}_m = NI$ (Amper-tur, A-t)

Magnetik Akı $\phi_m = \mathcal{F}_m / R$ (Weber, Wb).

Relüktans \mathcal{R} (A-t/Wb);

Düz iletkende kuvvet ve gerilim: $F_n = BIL$; $V_{ind} = BLS_n$.

Bobinde gerilim: $v_{ind} = N(d\phi_m/dt)$.

İdeal trafo: $n = \frac{N_a}{N_b} = \frac{I_b}{I_a} = \frac{V_a}{V_b}$; $V_a I_a = V_b I_b$;

İkincil taraftaki R_s in birincil taraftaki etkisi: $R_{pe} = R_s / n^2$

AA devrede R fazı etkilemez. Akımı C ileri L geri kaydırır.

$$Z_C = X_C \angle -\frac{\pi}{2} = \frac{1}{2\pi f C} \angle -\frac{\pi}{2} = \frac{-j}{2\pi f C}$$

$$Z_L = X_L \angle \frac{\pi}{2} = 2\pi f L \angle \frac{\pi}{2} = 2\pi f L j$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$
; $X_L = 2\pi f L$

L ve C de güç çıkmaz $P_L = P_C = 0$.

Reaktif güç Q (Volt-Amper, VA) oluşur.

$$Q_C = V_C I_C = V_C^2 / X_C = I_C^2 X_C$$
; $Q_L = V_L I_L = V_L^2 / X_L = I_L^2 X_L$

Rezonans: $X_C = X_L$ ve $f_r = 1/(2\pi\sqrt{LC})$;

Seri $V_C + V_L = 0$. Paralel $I_C + I_L = 0$

Kalite faktörü $Q_{LC} = X_L / R$ (frekans seçiciliği).

3-Faz, Yükler dengeliyse toprak akımı sıfır.

$$V_{\Delta} = \sqrt{3} V_Y$$
; $P_{\Delta} = 3 P_Y$

Y gerilimler $V_a = V_Y \angle 0$, $V_b = V_Y \angle 120^\circ$, $V_c = V_Y \angle -120^\circ$

Δ gerilimler $V_{ba} = V_{\Delta} \angle 150^\circ$, $V_{ac} = V_{\Delta} \angle 150^\circ$, $V_{cb} = V_{\Delta} \angle -90^\circ$