

DA Devreler

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: $de = f dl$; $e = \int f dl$. Sabit F kuvvetine karşı L kadar yol $E = FL$ kadar enerjiye (=işe) karşılık gelir. Birimi Jul (J).

Güç: Birim sürede aktarılan enerji $P = U \cdot I$. Birimi Jul/saniye (J/s) ya da Watt (W).

Toplam yük $q = \int i dt$

$$i = I \text{ ve } t - t_o = T \text{ sabitse } Q = I T .$$

Yük birimi Kulomb, (Kul), (C) veya (Coul).

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

Ohm Kanunu Direnç R birimi Ohm (Ω);

$$U = RI \text{ veya } I = GU .$$

İletkenlik $G = 1/R$

birimi Mho (\mathcal{U}) yada Siemens (S).

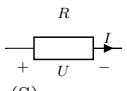
Dirençte güç: $P = IU = U^2/R = I^2 \times R$.

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

Düğüm: Elemanların ideal iletkenlerle bağlı uçları bir *düğüm oluşturur*.

Çevrim ya da **Devre döngüsü** düğümlerin sırayla dizilmesinden oluşan kapalı zincirdir.

Seri bağlı elemanlardan aynı akım geçer.



Seri dirençlerin eşdeğeri:

$$R_E = R_1 + R_2 + \dots$$

Paralel bağlı elemanlar aynı gerilimi alır.

Paralel Direnç Eşdeğeri:

$$1/R_E = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots$$

İki direnç için $R_E = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$

Akım ölçerken

iletkeni kesip ampermetre araya bağlanır.

Gerilim ölçerken voltmetre iki düğüm arasına bağlanır.

Kırşof gerilim kanunu (KVL): Bir çevrimde bir yöndeki gerilimler toplamı sıfırdır.

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

Gerilim bölücü: Seri dirençler toplam gerilim U ya değerleri oranında böler.

$$U_1 = U R_1 / (R_1 + R_2)$$

Akım Bölünmesi: Paralel dirençler akımı

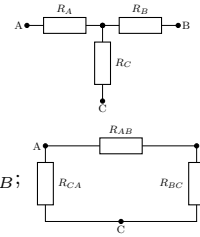
$$I_1 = I \times G_1 / (G_1 + G_2) \text{ olarak böler.}$$

Uç Eşdeğeri: aynı uç voltajlarına aynı uç akımları veren devrelerdir.

Yıldız-Üçgen eşdeğeri

$$R_A = \frac{R_{AB} R_{CA}}{R_{AB} + R_{BC} + R_{CA}} ;$$

$$R_{AB} = \frac{R_A R_B}{R_C} + R_A + R_B ;$$



Çevrim-Gerilim Yöntemi:

RI = U matris denklemi için

Sinüs eğrisi:

$$A_p \sin(\omega t + \phi)$$

Tepe değeri= A_p ,

Ortalama değeri $A_{ort} = 0.637 A_p$

Efektif değeri $A_{rms} = A_p / \sqrt{2} = 0.707 A_p$.

Periyod T : Tekrarlama süresi (saniye, s).

$$T = 1/f = 2\pi/\omega$$

Frekans $f = 1/T = \omega / (2\pi)$ (Hertz, Hz),

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

Magnetomotif kuvvet

$$F_m = NI \text{ (Amper-tur, A-t)}$$

Magnetik Akı $\phi_m = F_m / R$ (Weber, Wb).

Relüktans \mathcal{R} (A-t/Wb);

Düz iletkende kuvvet ve gerilim:

$$F_n = B I L ; U_{ind} = B L S_n .$$

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

İdeal trafo: $n_s = \frac{N_s}{N_p} = \frac{I_p}{I_s} = \frac{U_s}{U_p}$;

$U_p I_p = U_s I_s$; İkincil taraftaki R_s in birincil taraftaki etkisi: $R'_s = R_s / n_s^2$

AA devrede R akımın fazını etkilemez. Akımı C ileri L geri kaydırır.

a) bağımsız çevrimleri numarala. Çevrim akımları: $\mathbf{I} = (I_1 \dots I_n)^T$

b) hem I_i hem I_j çevrimi üzerindeki direnç

$\mathbf{R} = [r_{ij}]_{n \times n}$ daki r_{ij} direncidir. I_i ile I_j nin yönleri ters ise r_{ij} eksidir.

c) $u_i \in \mathbf{U}$ değerleri I_i çevrimindeki gerilim kaynaklarını toplamları.

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.

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 kaynağı. 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 yüke aktarılan güç düşer, ama kaynaktan yüke 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. Kaynakları sıfırlarken **Akım kaynağı yerine:** açık devre bırak. **Gerilim kaynağı yerine** kısa devre koy.

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

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

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

Reaktif güç Q (Volt-Amper reaktif, VAR)

L ve C de güç çıkmaz $P_L = P_C = 0$ dir.

$Q_C = U_C I_C = U_C^2 / X_C = I_C^2 X_C$, (üretilen)

$Q_L = U_L I_L = U_L^2 / X_L = I_L^2 X_L$, (tüketilen)

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

Seri $U_C + U_L = 0$. **Paralel** $I_C + I_L = 0$

Kalite faktörü $Q_{LC} = X_L / R$

frekans seçiciliğini belirler.

3-Faz, Dengeliye toprak akımı sıfır.

$$U_\Delta = \sqrt{3} U_Y ; P_\Delta = 3 P_Y$$

Y gerilimler $U_a = U_Y \angle 0$,

$$U_b = U_Y \angle 120^\circ, U_c = U_Y \angle -120^\circ$$

Δ gerilimler $U_{ba} = U_\Delta \angle 150^\circ$,

$$U_{ac} = U_\Delta \angle 150^\circ, U_{cb} = U_\Delta \angle -90^\circ$$

AA Devreler

Kapasitans C : $v(t) = \frac{1}{C} \int i dt$; $i(t) = C \frac{dv(t)}{dt}$;

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

Saklanan Enerji: $E_L = L I^2 / 2$; $E_C = C V^2 / 2$.

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

$$\tau = RC ; \tau = L/R;$$

Üstel artış:

$$y(t) = Y_\infty (1 - e^{-t/\tau})$$

düşüş:

$$y(t) = Y_o e^{-t/\tau}$$

t/τ	1 - e ^{-t/τ}	e ^{-t/τ}
<0.2	t/τ	1-t/τ
0.3	0.26	0.74
0.4	0.33	0.67
0.5	0.39	0.61
0.6	0.45	0.55
0.69	0.5	0.5
0.8	0.55	0.45
0.9	0.59	0.41
1	0.63	0.37
2	0.86	0.14
3	0.95	0.05
4	0.98	0.02
6	0.998	0.002

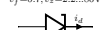
Yarıiletkenler

İdeal Diyot: $i_d > 0$ iletimde,

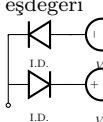
$v_f < 0$ kesimde (açık devre).



Zener Diyot $v_f = 0, v_r = 2.2 \dots 30V$



eşdeğeri



Kondansatörlü süzücü devre

Gerilim düştüğünde yük üzerindeki akımı kondansatör sağlar. Gerilim düşmesi $\Delta V = I \Delta T / C$.

Transistörler, baz çevrimi

Transistörün bazı U_{CC} gerilimini bölen R_1 ve R_2 ile önemlileştirilirse Tevenin eşdeğeri

$$R_{BB} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \text{ ve } U_{BB} = U_{CC} \frac{R_1}{R_1 + R_2} \text{ olur.}$$

$$GND - U_{BB} - R_{BB} - U_{BE} - R_E - GND$$

çevriminde R_{BB} den I_b akımına karşılık R_E den $I_c = \beta I_b$ geçer.

Baz devresinde KVL:

$$U_{BB} - R_{BB} I_b - U_{BE} - \beta I_b R_E = 0 .$$

kollektör çevrimi

$$GND - R_E - U_{CE} - R_{CE} - U_{CC} - GND$$

çevriminde hem R_E den hem R_{CE} den yaklaşık I_C akımı geçer. A sınıfı yükselteçte $R_{BB} \ll \beta R_E$ seçilirse R_{BB} ihmal edilir.

$R_{BB} \gg \beta R_E$ seçilirse R_E ihmal edilir.

dingin nokta (çalışma noktası)

transistörün sinyal sıfır iken I_b, I_c ve U_{CE} değerleriyle belirlenir.

Gerilim Kazancı $A_v = \frac{\Delta U_C}{\Delta U_{BB}}$ çıkış gerilimi değişmesinin girişteki değişmeye oranıdır.

Devrede $\Delta I_b = \frac{\Delta U_{BB}}{\beta R_E + R_{BB}}$ ve $\Delta U_C = -\beta \Delta I_b R_C$ olduğundan

$$A_v = -\frac{\beta R_C}{R_{BB} + \beta R_E} \text{ bulunur,}$$

$$\beta R_E \ll R_{BB} \text{ durumunda } A_v \approx -\frac{\beta R_C}{R_{BB}}, \text{ ve}$$

$$\beta R_E \gg R_{BB} \text{ ise } A_v \approx -\frac{R_C}{R_E} \text{ olur,}$$

İşlemsel Yükselteçler

İdeal opampın u_{i+}, u_{i-} girişlerinin direnci sonsuz, u_o çıkışının direnci sıfır, $A_v = \frac{u_o}{u_{i+} - u_{i-}}$

gerilim kazancı sonsuzdur.

Karşılaştırıcı opamp

$u_{i+} > u_{i-}$ ise $u_o = U_{CC}$ pozitif kaynak,

$u_{i+} < u_{i-}$ ise $u_o = -U_{EE}$ neg. kaynak olur.

Terslemeyen Yükselteç

$$U_{out} = U_{in} \frac{R_1 + R_2}{R_1}$$



Tersleyici Yükselteç

$$U_{out} = -U_{in} \frac{R_2}{R_1}$$



Fark alıcı Tersleyici Yükselteç

$$U_{out} = \frac{R_f}{R_1} (U_{i2} \frac{R_2 + R_1}{R_2} - U_{i1})$$



Toplayıcı Tersleyici Yükselteç

$$U_{out} = -(U_{i1} \frac{R_f}{R_1} + U_{i2} \frac{R_f}{R_2})$$



İntegral Alıcı Tersleyici

$$U_{out} = -\frac{1}{RC} \int_{t_0}^t U_{in} dt$$



Türev Alıcı Tersleyici

$$U_{out} = -RC \frac{dU_{in}(t)}{dt}$$

