



TOBB ETÜ

Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

TOBB EKONOMİ VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
2021-22 GÜZ DÖNEMİ
ELE 202 – DEVRE ANALİZİ II
ARA SINAVI

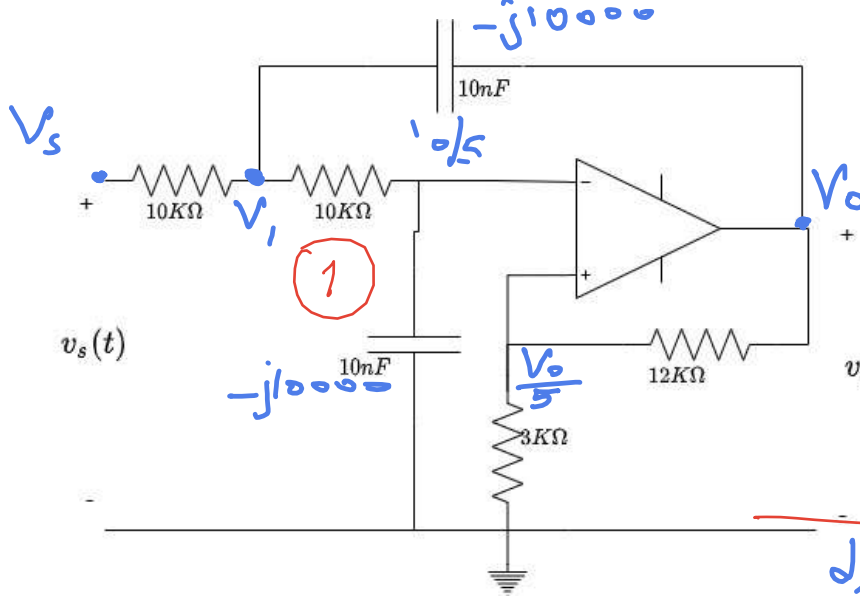
Ad Soyad:
Ercüment Gözer

Numara:
Gözümle

İmza:

Soru	Puan
1	
2	
3	
4	
Toplam	

Soru 1) [MÜDEK Çıktı 1.a,1.b] [25 puan] Aşağıdaki devrenin girdisi $v_s(t) = 5 \cos(10000t)$ V'dur.



$$j \frac{1}{10^{-8} 10^4} = -j10^4$$

$$P_{3k} = \left(\frac{5}{2}\right)^2 \frac{1}{2} \frac{1}{3000} = 1 \text{ mW}$$

$$P_{12k} = \left(\frac{20}{2}\right)^2 \frac{1}{2} \frac{1}{12000} = 4.2 \text{ mW}$$

$$j) \omega \rightarrow 0 \Rightarrow V_o = 5V_s$$

$$\omega \rightarrow \infty \Rightarrow V_o = 0$$

- a) [2p] $v_s(t)$ geriliminin frekansı kaç Hz'dir, kaç rad/sn'dir?
b) [13] $v_o(t)$ çıkış gerilimini bulunuz.
c) [4p] 3KΩ ve 12KΩ Dirençlerde harcanan ortalama güçler nedir?
d) [6] Frekans sıfır ve sonsuz olsaydı çıkış gerilimi sırasıyla ne olurdu?

a) $\omega = 10000 \text{ rad/s}$ $f = \frac{10000}{2\pi} \text{ Hz}$

b) $\frac{V_s - V_1}{10000} = \frac{V_1 - \frac{V_o}{5}}{10000} + \frac{V_1 - V_o}{-j10000}$

$\frac{V_1 - \frac{V_o}{5}}{10000} = \frac{\frac{V_o}{5}}{-j10000} \Rightarrow V_1 = \frac{V_o}{5} (1 + j)$

$V_s = V_1 + V_1 - \frac{V_o}{5} + jV_1 - jV_o$

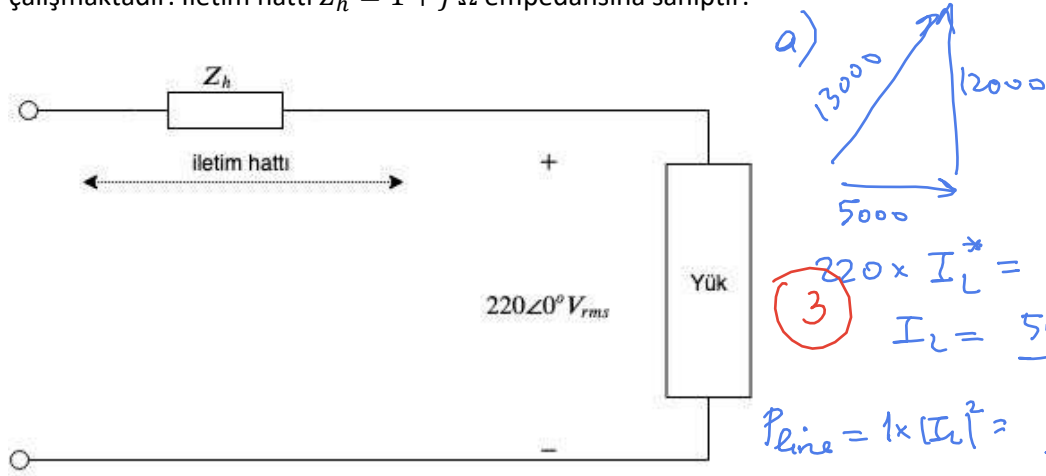
$V_s = (2 + j)V_1 - \left(\frac{1}{5} + j\right)V_o$

$V_s = V_o \left[\frac{(2 + j)(1 + j)}{5} - \left(\frac{1}{5} + j\right) \right]$

$V_s = \frac{V_o}{5} (2 + 3j - 1 - 5j) = \frac{V_o}{5} (-2j)$

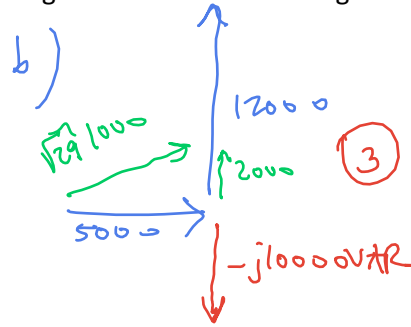
$V_o = \frac{-5V_s}{2j} = \frac{+2.5j}{2}$
 $v_o(t) = \frac{2.5}{2} \cos(10000t + 90^\circ) \text{ Volt}$

Soru 2) [MÜDEK Çıktı 1.a,1.b,2.a,2.b] [25 puan] Aşağıdaki sistemde alternatif akım frekansı 50Hz'dir. Yükün gördüğü gerilim her zaman aynıdır. Yük 12000 VAR ve $\frac{5}{13}$ takip eden güç faktörü ile çalışmaktadır. İletim hattı $Z_h = 1 + j \Omega$ empedansına sahiptir.



- a) [9p] İletim hattından geçen akım ve iletim hattında harcanan ortalama gücü bulunuz.
- b) [11p] Güç faktörünü $\frac{5}{\sqrt{29}}$ takip eden olarak düzeltmek isteniyor. Bunun için gereken kapasitörü sisteme çizerek ekleyiniz. Gereken kapasitans değerini bulunuz. Bu son durumda hattın geçen akım ve harcanan ortalama güç kaç olmuştur?
- c) [5p] Kapasitör eklenmeden öncesine göre eklendikten sonra gereken kablo hacmi kaç kat azalmıştır?

Kablo Kesit Alanı (mm ²)	Akım Kapasitesi (Amp)
1.0	12,0
1.5	16,0
2.5	21,0
4.0	27,0
6.0	35,0
10.0	48,0
16.0	65,0
25.0	88,0
35.0	110,0
50.0	140,0
70.0	175,0
95.0	215,0
120.0	225,0



$$-j\omega C \times 220^2 = -j10000$$

$$C = \frac{10000}{220^2 \times 2\pi \times 50} \approx 0.66 \text{ mF}$$

$$I_L^{\text{yeni}} = \frac{5000 - j12000}{220}$$

$$P_{\text{line}}^{\text{yeni}} = 1 \times \frac{29 \times 10^6}{220^2} = 599 \text{ Watt}$$

$$c) \text{ Eski akım büyüklüğü} = \frac{13000}{220} \approx 59 \Rightarrow 16 \text{ mm}^2$$

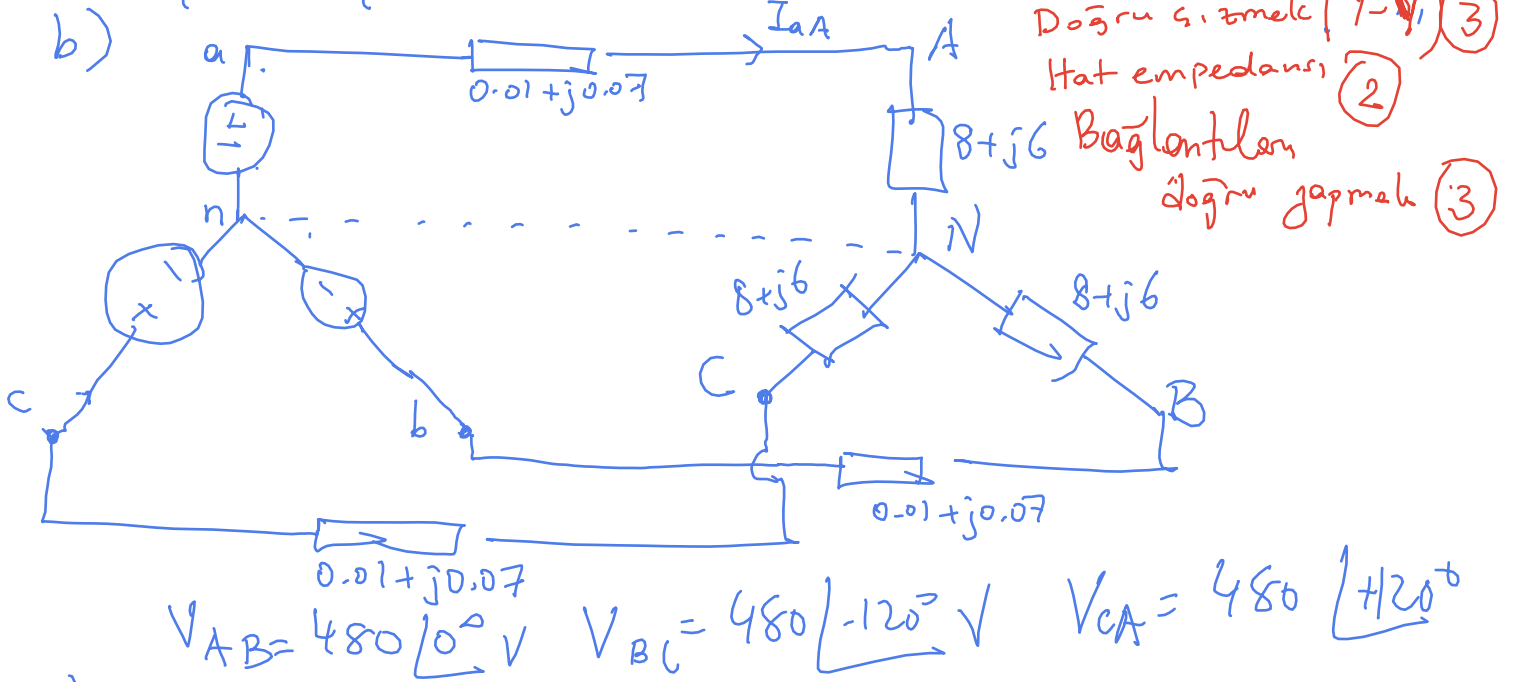
$$\text{Yeni} \quad \quad \quad = \frac{\sqrt{29} \times 1000}{220} \approx 24.5 \Rightarrow 4 \text{ mm}^2$$

Gereken kablo hacmi
4 kat azaldı

Soru 3) [MÜDEK Çıktı 1.a,1.b] [25 puan] Y bağlı bir üç fazlı jeneratör, Y bağlı üç fazlı bir yükü beslemektedir. Her fazdaki yük empedansı $10 \angle 36.87^\circ \Omega$ 'dir. Hat empedansı $0.01 + j0.07 \Omega$ 'dir. Hat gerilimi 480 V(rms)'tir (a gerilimi referanstır).

- a) [6p] Elektrik enerjisi neden üç fazlı olarak dağıtılır? Neden alternatif akım olarak üretilir? Açıklayınız.
b) [8p] Tarif edilen üç fazlı devreyi çiziniz. Bütün gerilimleri ve akımları isimlendiriniz.
c) [6p] Hat akımlarını bulunuz.
d) [5p] Yüklerde ve hatlarda harcanan kompleks güçleri ayrı ayrı bulunuz.

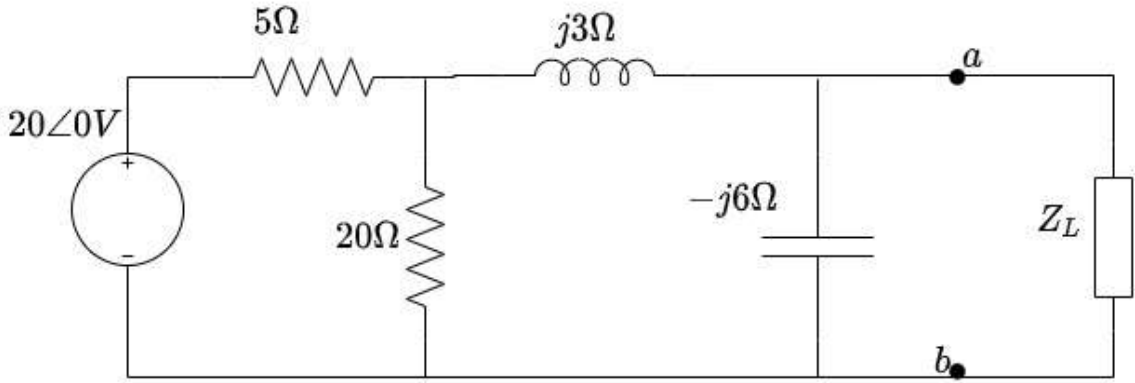
a) (2) Üç fazlı dağıtıldığında anlık toplam güç sabit olur ve makinelerdeki titreşim azalır. (2) Ayrıca dengeli bir üç fazda nötr kablosunun çok ince olması yeterlidir.
(2) Elektrik, trafo kullanabilmek için AC olarak üretilir. Trafo kullanılarak düşük akıma geçirilir ve kablo yarı çapları azaltılır.



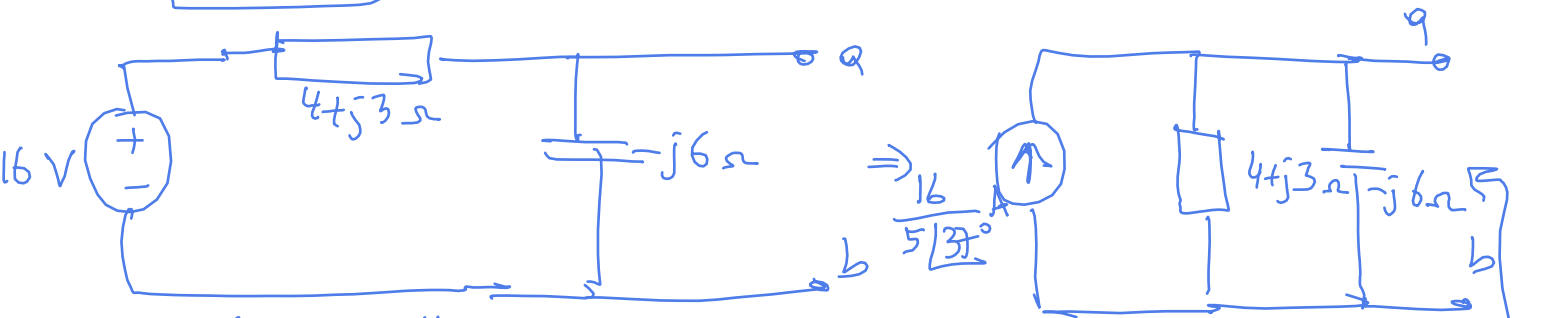
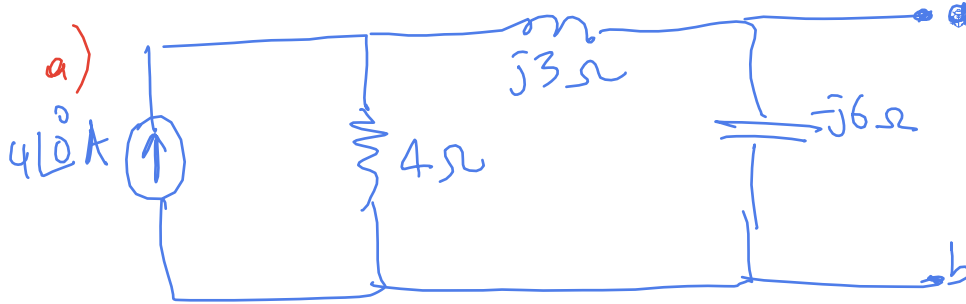
c)

$V_{AB} = V_{AN} - V_{BN}$
(2) $\Rightarrow V_{AB} = \sqrt{3} V_{AN} \angle 30^\circ$
(2) $V_{AN} = \frac{480}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ$ (yükteki faz akımı) (hat akımı)
(2) $I_{aA} = \frac{480 \angle -30^\circ}{\sqrt{3} \cdot 10 \angle 36.87^\circ} = \frac{48}{\sqrt{3}} \angle -66.87^\circ A$
d) (2) Yüklerde: $\bar{S}_L = 3 \left(\frac{48}{\sqrt{3}} \right)^2 (8 + j6) = 18432 + j13824 //$
(2) Hatlarda $\bar{S}_H = 3 \left(\frac{48}{\sqrt{3}} \right)^2 (0.01 + j0.07) = 23.04 + j161.28 //$
(1) 3 ile çarpmak

Soru 4) [MÜDEK Çıktı 1.a,1.b,2.a,2.b] [25 puan] Aşağıdaki devrede



- a) [15] Z_L yüküne maksimum ortalama güç aktarılması için Z_L ne olmalıdır?
 b) [10] Bu durumda Z_L yüküne aktarılan ortalama güç nedir?



$$Z_{Th} = (4+j3) \parallel -j6$$

$$= \frac{(4+j3)(-j6)}{4-j3} = \frac{5 \angle 37^\circ \cdot 6 \angle -90^\circ}{5 \angle -37^\circ} = 6 \angle -16^\circ \quad (10)$$

$$Z_L = 6 \angle +16^\circ \Omega \text{ olmalı } (5) = 5.76 + j1.65 \Omega$$

$$b) V_{Th} = 3.2 \angle -37^\circ \times 6 \angle -16^\circ = 19.2 \angle -53^\circ V \quad (5)$$

$$R_{Th} = 6 \cos(16^\circ) = 5.77$$

$$P_{max} = \frac{|V_{Th}|^2}{8 R_{Th}} = \frac{19.2^2}{8 \times 6 \times \cos(16^\circ)} \approx 8 \text{ Watt} \quad (5)$$

Faydalı Olabilecek Eşitlikler:

1. Empedanslar: $R, j\omega L, \frac{-j}{\omega C}$
2. İdeal Trafo: $|V_1/N_1| = |V_2/N_2|, |I_1N_1| = |I_2N_2|$. İki gerilim noktalı tarafta aynı işşaretli olursa pozitif, diğer durumlarda negatif. İki akım da noktalı taraftan girerse veya çıkarsa negatif, diğer durumlarda pozitif.
3. a-b uçları arasındaki Thevenin empedansı $Z_{Th} = \frac{V_{ad}}{I_{kd}}$.
4. Diğer yöntem: a-b uçlarına V_T test gerilimi bağlampa diğer bağımsız kaynaklar sıfırlanır. $Z_{Th} = \frac{V_T}{I_T}$
5. Kompleks güç (rms için) : $\mathbf{S} = \mathbf{VI}^*, \mathbf{S} = |\mathbf{I}|^2 \mathbf{Z}$. Aktif ve Reaktif Güç: $\mathbf{S} = \mathbf{P} + j\mathbf{Q}$
6. Güç faktörü: $gf = \cos(\theta_v - \theta_i)$. $\theta_v - \theta_i > 0$ ise takip eden, aksi halde önde giden gf.
7. Maksimum aktif güç aktarımı için $Z_L = Z_{Th}^*$ olmalı. Bu durumda rms için $P = \frac{|V_{Th}|^2}{4R_{Th}}$ olur.
8. Enerji: $0.5L_1i_1^2 + 0.5L_2i_2^2 + Mi_1i_2$
9. *Standart* Pasif Filtreler:
 - RL filtresi: Kesim frekans R/L
 - RC filtresi: Kesim frekansı $1/(RC)$
 - RLC filtresi : Merkez frekansı: $1/\sqrt{LC}$, bant genişliği R/L
 - Kalite faktörü=Merkez frekansı bölü bant genişliği
 - $\omega_0 = \sqrt{\omega_{c1}\omega_{c2}}$