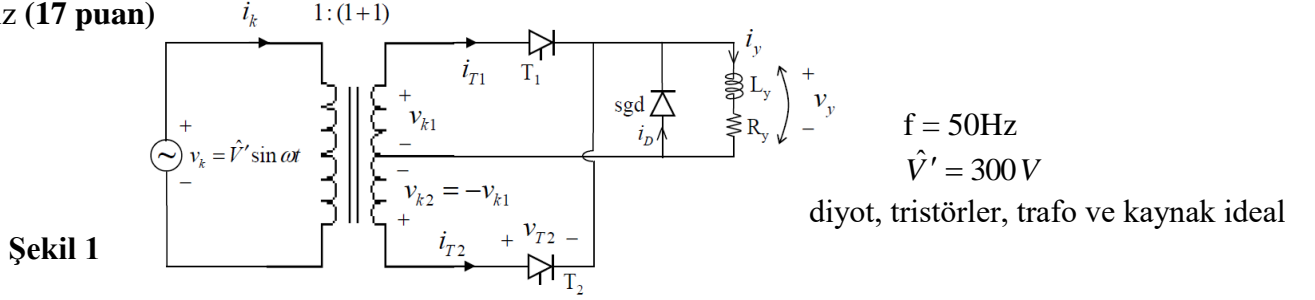


GÜÇ ELEKTRONİĞİ FİNAL SINAVI SORULARI

15 Haziran 2011 Süre: 80 dakika

Her soru 25 puanlıdır. Sorulardan 4 tanesini çözmeniz beklenmektedir.

1) Şekil 1'deki devrede tristörler $\alpha = 60^\circ$ ateşleme açısıyla tetikleniyor. $R_y = 30 \Omega$ 'luk omik yükte ($L_y = 0$) bir süredir çalışılıyor. Primer akımının (i_k) dalga şeklini çiziniz (8puan) ve temel bileşeninin etkin değerini I_{k1}^{rms} hesaplayınız (17 puan)

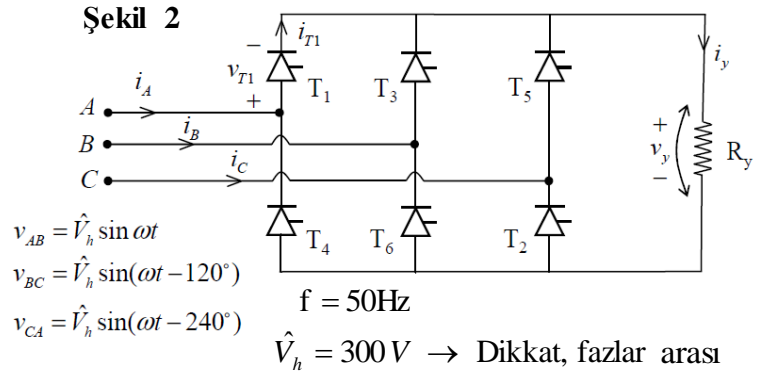


2) Şekil 1'deki devrede $i_y = I_d = 5\text{A}$ 'lık tam süzölmüş akımla ($L_y \approx \infty$) ve $\alpha = 60^\circ$ ateşleme açısıyla bir süredir çalışılıyor.

a) v_y , i_{T2} ve v_{T2} dalga şekillerini çiziniz. (7+5+8 puan) (v_{T2} çiziminde kılavuz çizgilerin fonksiyonlarını ne kabul ettiğinizi (v_k , $2v_k$, $v_k/2$ ya da eksilerinden hangileri olduğu) belirtmelisiniz.)

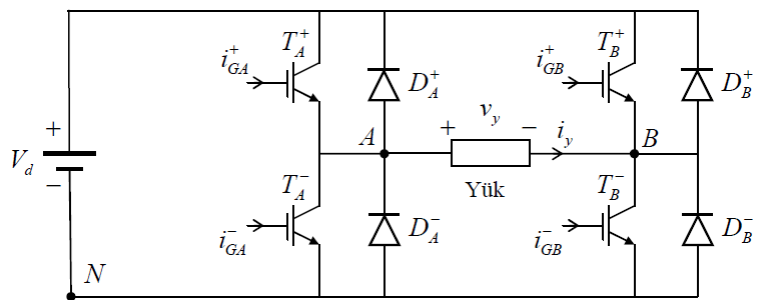
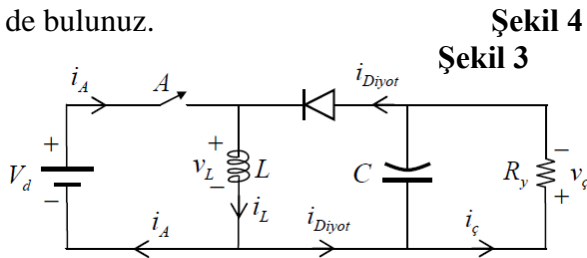
b) Bu çalışma şartları, akım tamamen dengeye gelecek kadar uzun bir süredir devam ediyorsa R_y üzerindeki ortalama güç ne olur? (5 puan) (R_y değeri bilinmiyor.)

3) Şekil 2'deki devrede tristörler ideal, A, B, C uçlarına bağlı sekonderi Y trafonun her bir faz sekonder sargısının kaçak reaktansı ise $L_k = 7\text{mH}$ 'dir. $\alpha = 30^\circ$ ateşleme açısıyla çalışılıyor. Aktarım anlarında yük akımı $i_y = I_d = 5\text{A}$ değerinde yaklaşık sabit kabul edilebiliyor. Buna göre aktarım açısını (\hat{u}), aktarım süresini (t_{akt}), aktarımın etkisi de dikkate alındığında yük üzerindeki ortalama gerilimi ($V_{ydc}^{gerçek}$) hesaplayınız. (9 + 4 + 12 puan)



4) Şekil 3'teki devrede $V_d = 24\text{V}$ ve $f_a = 1\text{kHz}$ anahtarlama frekansı ile, $V_\zeta = 48\text{V}$ çıkış geriliminde $P = 60\text{W}$ çıkış gücünü i_L sürekli olacak şekilde verebilmesi için gereken en küçük endüktansı ve bu yük için $\Delta v_\zeta / V_\zeta \leq \%1$ şartını sağlayan en küçük kapasitansı bulunuz. (15+10 puan)

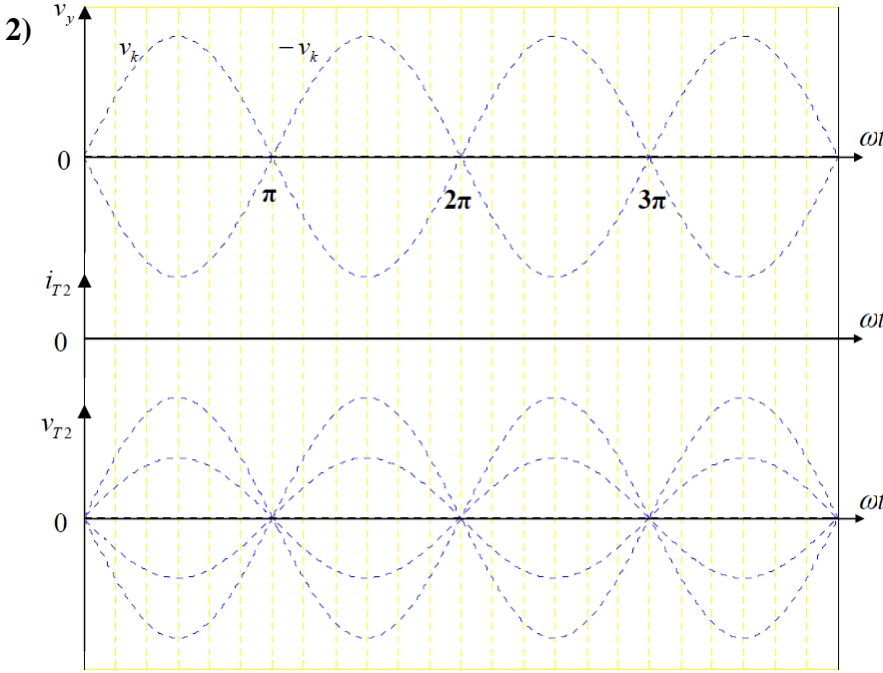
5) Şekil 3'teki devrede $L = 1,2\text{mH}$, $C = 470\mu\text{F}$, $R_y = 20\Omega$, $V_d = 24\text{V}$, $V_\zeta = 60\text{V}$, $f_a = 1\text{kHz}$ olduğuna göre çıkış akımını, çıkış gücünü, çalışma oranını (D) ve ortalama giriş akımını bulunuz. i_L kesikli değilse $\Delta v_\zeta / V_\zeta$ 'yi de bulunuz.



6) Şekil 4'teki devrede IGBT'ler, üçgen dalgayla tek yönlü gerilim anahtarlama PWM yöntemiyle anahtarlanaştır. Referans gerilimi (v_{ref}) veya eksisinin ($-v_{ref}$) üçgen dalgaya eşit olduğu anlar kesikli düşey çizgilerle belirtilmiştir. Yük geriliminin (v_y) dalga şeklini ve göz kararı bunun temel bileşenini çiziniz (15+3 puan) Üçgen dalga frekansının, v_{ref} frekansına oranı için nasıl değerler tercih edilir, neden? (7 puan)

Öğrenci No:	GÜÇ ELEKTRONİĞİ FİNAL SINAVI	1	2	3	4	5	6	TOPLAM
Adı Soyadı	ÇİZİM VE FORMÜL KÂĞIDI							

1. sorunun cevabı için kılavuz çizgi verilmiyor. Kendiniz kolayca çizebilirsiniz.



O2 devresinde $V_{ydc} = \frac{\hat{V}'}{\pi}(1 + \cos \alpha)$
(sgd varsa veya yük omikse)

3) K6 devresi için formüller:

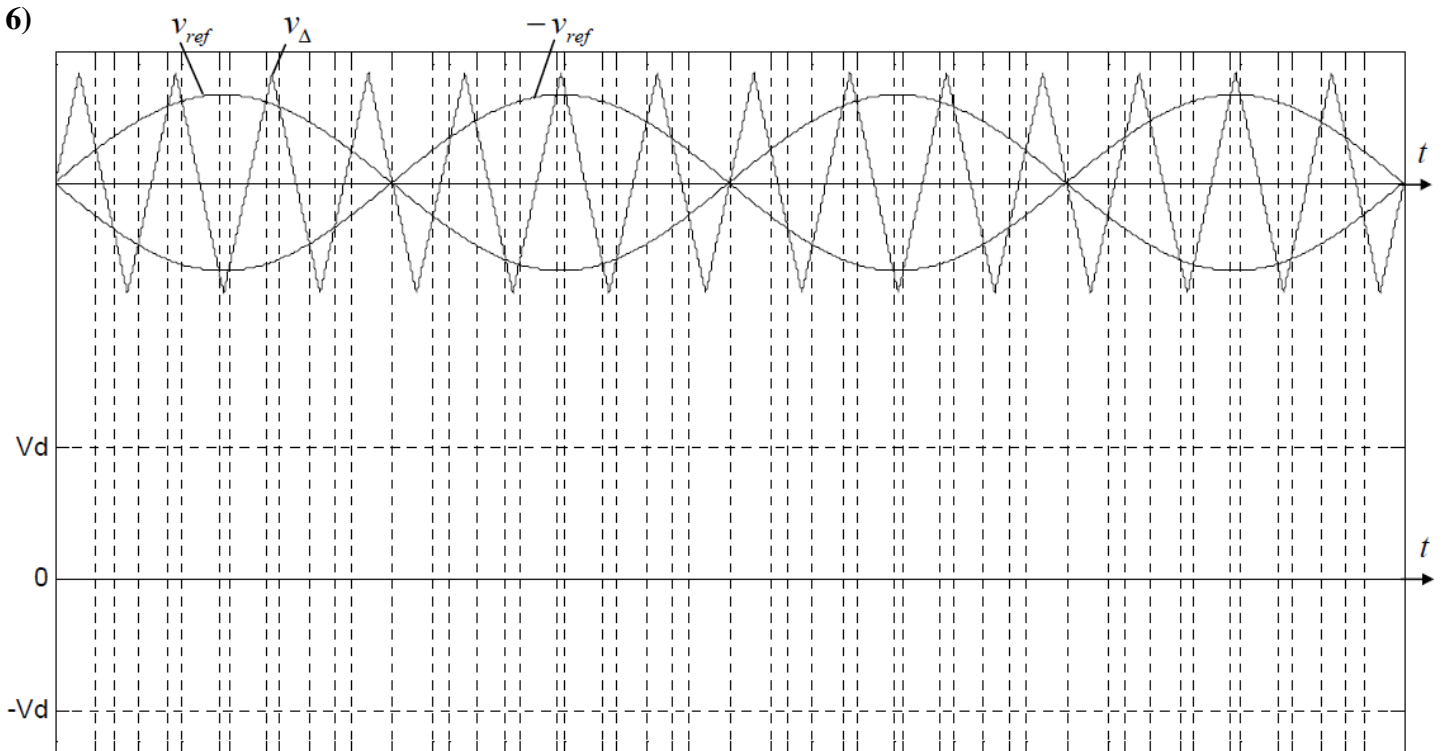
$$\cos \alpha - \cos(\alpha + \hat{u}) = \frac{2\omega L_k I_d}{\hat{V}_{akt}}$$

$$A_{\hat{u}} = \omega L_k I_d \quad \Delta V_{ydc} = \frac{A_{\hat{u}}}{T_{vy}}$$

$$\alpha < \pi/3 \Rightarrow V_{ydc}^{ideal} = \frac{3\hat{V}_h}{\pi} \cos \alpha$$

4-5) Derste anlatılan dc/dc çevirici formülleri

	I_{ξ}^{ss}	i_L süreklilyse		i_L kesikliyse	
		V_{ξ}/V_d	$\Delta v_{\xi}/V_{\xi}$	Δ_1	V_{ξ}/V_d
Alçaltıcı	$\frac{V_d T_a}{2L} D(1-D)$	D	$\frac{T_a^2(1-D)}{8LC}$	$\frac{2LI_{\xi}}{T_a V_d D}$	$\frac{D}{D + \Delta_1}$
Yükseltici		$\frac{1}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D + \Delta_1}{\Delta_1}$
Alçaltıcı - Yükseltici		$\frac{D}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$	$\frac{D}{\Delta_1}$	



GÜÇ ELEKTRONİĞİ FİNAL SINAVI CEVAP ANAHTARI
15 Haziran 2011

1) Sekonderin iki yarısı da birim dönüşüm oranlı olup $v_{k1} = v_k$

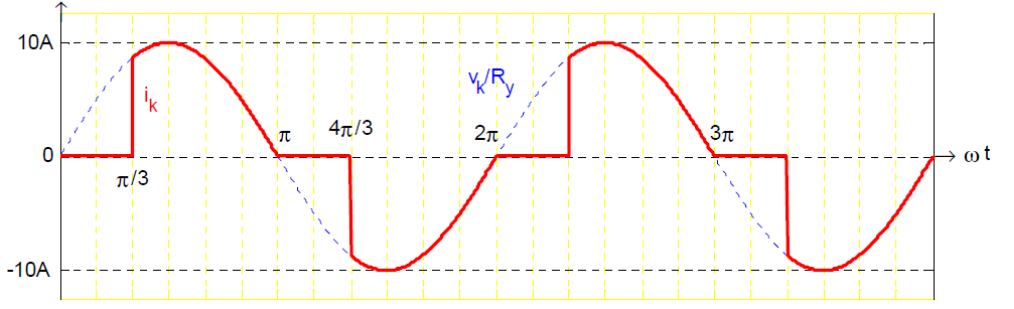
T₁ iletimdeyse:

$$i_k = i_{T1} = v_{k1}/R_y = v_k/R_y$$

T₂ iletimdeyse:

$$i_k = -i_{T2} = -v_{k2}/R_y = v_k/R_y$$

T₁ ve T₂ kesimdeyse: $i_k = 0$



$$0 \leq \omega t < 2\pi \text{ aralığında } i_k = \begin{cases} 10A \sin \omega t & \pi/3 < \omega t < \pi \\ 10A \sin \omega t & 4\pi/3 < \omega t < 2\pi \\ 0 & \text{diger} \end{cases} \text{ ve } 2\pi \text{ periyotludur.}$$

Temel bileşeni: $i_{k1} = a_1 \cos \omega t + b_1 \sin \omega t$

$$a_1 = \frac{2}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_k \cos(\omega t) d(\omega t) = \frac{1}{\pi} \int_{\pi/3}^{\pi} (10A) \sin(\omega t) \cos(\omega t) d(\omega t) + \frac{1}{\pi} \int_{4\pi/3}^{2\pi} (10A) \sin(\omega t) \cos(\omega t) d(\omega t)$$

$$a_1 = \frac{5A}{\pi} \int_{\pi/3}^{\pi} \sin(2\omega t) d(\omega t) + \frac{5A}{\pi} \int_{4\pi/3}^{2\pi} \sin(2\omega t) d(\omega t) = \frac{5A}{2\pi} \left(\left[-\cos(2\omega t) \right]_{\omega t=\pi/3}^{\pi} + \left[-\cos(2\omega t) \right]_{\omega t=4\pi/3}^{2\pi} \right)$$

$$a_1 = \frac{5A}{2\pi} \left(-1 - \frac{1}{2} - 1 - \frac{1}{2} \right) = -\frac{15}{2\pi} A = a_1 = -2,387A$$

$$b_1 = \frac{2}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_k \sin(\omega t) d(\omega t) = \frac{1}{\pi} \int_{\pi/3}^{\pi} (10A) \sin^2(\omega t) d(\omega t) + \frac{1}{\pi} \int_{4\pi/3}^{2\pi} (10A) \sin^2(\omega t) d(\omega t)$$

$$b_1 = \frac{10A}{\pi} \int_{\pi/3}^{\pi} \frac{1 - \cos(2\omega t)}{2} d(\omega t) + \frac{10A}{\pi} \int_{4\pi/3}^{2\pi} \frac{1 - \cos(2\omega t)}{2} d(\omega t)$$

$$b_1 = \frac{5A}{\pi} \left(\left[\omega t - \frac{1}{2} \sin(2\omega t) \right]_{\omega t=\pi/3}^{\pi} + \left[\omega t - \frac{1}{2} \sin(2\omega t) \right]_{\omega t=4\pi/3}^{2\pi} \right)$$

$$b_1 = \frac{5A}{\pi} \left(\pi - 0 - \frac{\pi}{3} + \frac{\sqrt{3}}{4} + 2\pi - 0 - \frac{4\pi}{3} + \frac{\sqrt{3}}{4} \right) = \left(\frac{20}{3} + \frac{5\sqrt{3}}{2\pi} \right) A = b_1 = 8,045A$$

Temel bileşen etkin değeri: $\sqrt{\frac{a_1^2 + b_1^2}{2}} = \sqrt{\frac{2,387^2 + 8,045^2}{2}} A = \boxed{I_{k1}^{rms} = 5,934 A}$

2) Uzun süre aynı şartlarda çalışıp akım tam dengeye gelince R_y ile L_y 'nin toplam ortalama gücü, R_y üzerindeki ortalama güce eşit olur; çünkü artık endüktansın ortalama gücü sıfırdır. Bu güç de:

$$P = \frac{1}{T_{vy}} \int_0^{T_{vy}} v_y i_y d(\omega t) = I_d \frac{1}{T_{vy}} \int_0^{T_{vy}} v_y d(\omega t) = V_{ydc} \cdot I_d$$

$$P = \frac{\hat{V}'}{\pi} (1 + \cos \alpha) I_d = \frac{300V}{\pi} (1 + \cos 60^\circ) \times 5A = \frac{900}{2\pi} V \times 5A = \boxed{P = 716,2 W}$$

$$3) \hat{V}_{akt} = \hat{V}_h = 300 V \rightarrow \cos 30^\circ - \cos(30^\circ + \ddot{u}) = \frac{2(2\pi \times 50) \times 7 \times 10^{-3} \times 5}{300} = 0,0733 = \frac{\sqrt{3}}{2} - \cos(30^\circ + \ddot{u})$$

$$\cos(30^\circ + \ddot{u}) = 0,7927 \rightarrow 30^\circ + \ddot{u} = 37,56^\circ \rightarrow \boxed{\ddot{u} = 7,56^\circ} \rightarrow t_{akt} = \frac{7,56^\circ}{360^\circ \times 50Hz} = \boxed{t_{akt} = 0,42ms}$$

$$A_{\ddot{u}} = \omega L_k I_d = (2\pi \times 50) \times 7 \times 10^{-3} \times 5 V = 3,5\pi V \quad T_{vy} = \pi/3 \quad \Delta V_{ydc} = \frac{3,5\pi}{\pi/3} V = 10,5 V$$

$$V_{ydc}^{ideal} = \frac{3 \times 300 V}{\pi} \cos 30^\circ = 248,1 V \rightarrow 248,1 V - 10,5 V = \boxed{V_{ydc}^{gercek} = 237,6 V}$$

4-5) Derste anlatılan dc/dc çevirici formülleri	I_ξ^{ss}	i_L sürekliyse		i_L kesikliyse	
		V_ξ/V_d	$\Delta v_\xi/V_\xi$	Δ_1	V_ξ/V_d
Alçaltıcı	$\frac{V_d T_a}{2L} D(1-D)$	D	$\frac{T_a^2(1-D)}{8LC}$	$\frac{2LI_\xi}{T_a V_d D}$	$\frac{D}{D + \Delta_1}$
Yükseltici		$\frac{1}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D + \Delta_1}{\Delta_1}$
Alçaltıcı - Yükseltici		$\frac{D}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D}{\Delta_1}$

4) Devre alçaltıcı-yükselticidir. Anahtarlama periyodu: $T_a = 1/f_a = 1/1kHz = 1ms$

$$i_L \text{ sürekli denildiği için } \frac{V_\xi}{V_d} = \frac{48}{24} = 2 = \frac{D}{1-D} \rightarrow 2 - 2D = D \rightarrow 2 = 3D \rightarrow D = 2/3$$

$$\text{Çıkış akımı } I_\xi = \frac{60 W}{48 V} = 1,25 A \geq I_\xi^{ss} = \frac{V_d T_a}{2L} D(1-D) = \frac{24 V \times 10^{-3} s}{2L} \cdot \frac{2}{3} \cdot \left(1 - \frac{2}{3}\right) = \frac{0,008 Vs}{3L}$$

$$1,25 A \geq \frac{0,008 Vs}{3L} \rightarrow L \geq \frac{0,008 Vs}{3,75 A} = 2,1 m\Omega s = 2,1 mH \rightarrow \boxed{L \geq 2,1 mH} \text{ olmalıdır.}$$

$$\Delta v_\xi/V_\xi = \frac{DT_a}{R_y C} \leq \%1 \text{ Buradaki } R_y = \frac{V_\xi}{I_\xi} = \frac{48 V}{1,25 A} = 38,4 \Omega \rightarrow \frac{(2/3) \cdot 10^{-3} s}{38,4 \Omega \times C} \leq 0,01 \text{ isteniyor.}$$

$$\boxed{C \geq 1,74 mF} \text{ bulunur.}$$

5) Devre alçaltıcı-yükselticidir. Anahtarlama periyodu: $T_a = 1/f_a = 1/1kHz = 1ms$

$$L = 1,2 mH, C = 470 \mu F, R_y = 20 \Omega, V_d = 24 V, V_\xi = 60 V,$$

$$\text{Önce } i_L \text{ 'nin sürekli olduğunu varsayalım. } \frac{V_\xi}{V_d} = \frac{60}{24} = 2,5 = \frac{D'}{1-D'} \rightarrow 2,5 - 2,5D' = D' \rightarrow 2,5 = 3,5D'$$

$$\rightarrow D' = 5/7 \text{ Bu görev oranı için sınır akım: } I_\xi^{ss} = \frac{24 V \times 10^{-3} s}{2 \times 1,2 \times 10^{-3} H} \cdot \frac{5}{7} \cdot \left(1 - \frac{5}{7}\right) = 2,04 A = I_\xi^{ss}$$

$$\text{Çıkış akımı } I_\xi = V_\xi/R_y = 60V/20\Omega = \boxed{I_\xi = 3A} > I_\xi^{ss} \text{ olduğundan } i_L \text{ gerçekten süreklidir.}$$

$$\text{Yani } D' = \boxed{D = 5/7 = 0,714} \text{ Çıkış gücü ise } 60 V \times 3 A = \boxed{P = 180W} = 24 V \times I_d \text{ (= giriş gücü)}$$

$$\rightarrow I_d = 180W/24V = \boxed{I_d = 7,5A}$$

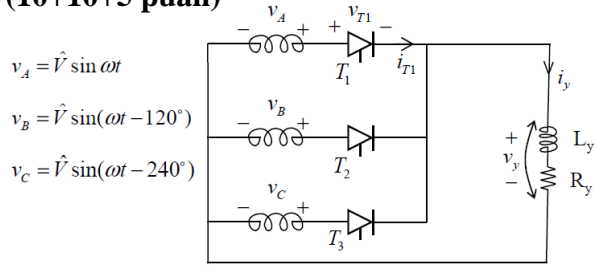
$$\text{Dalgalılık oranı: } \Delta v_\xi/V_\xi = \frac{DT_a}{R_y C} = \frac{(5/7) \cdot 10^{-3}}{20 \times 470 \times 10^{-6}} = 0,076 = \boxed{\Delta v_\xi/V_\xi = \%7,6}$$

GÜÇ ELEKTRONİĞİ BÜTÜNLEME SINAVI SORULARI

29 Haziran 2011 Süre: 75 dakika

1) Aşağıdaki şekilde verilen O3 doğrultucu devresi 50Hz'lik bir şebekede, $I_d = 12A$ değerinde tam süzölmüş akımla, $\alpha = 60^\circ$ ateşleme açısıyla bir süredir çalışmaktadır. Tristörler ideal ve tıkama durumundaki davranışları özdeşdir. Şekildeki trafo sekonder sargıları da ideal kabul ediliyor. v_y , v_{T1} ve i_{T1} dalga şekillerini çiziniz.

(10+10+5 puan)

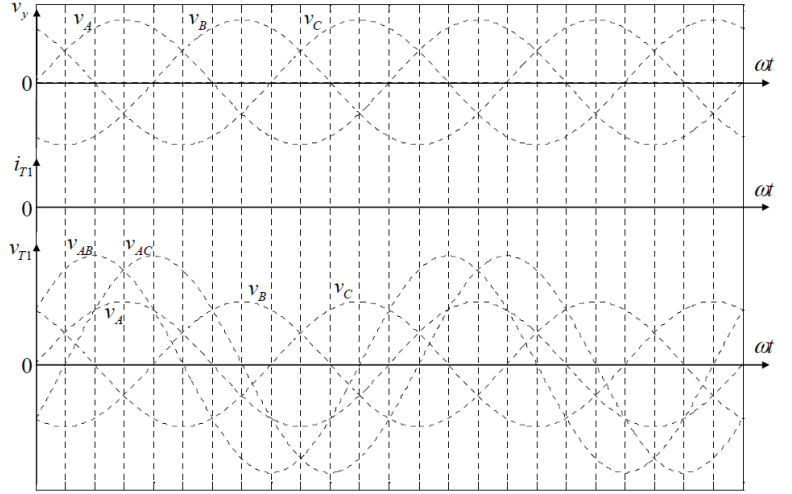


Üç fazlı orta uçlu doğrultucu (O3)

$$\cos \alpha - \cos(\alpha + \ddot{u}) = \frac{2\omega L_k I_d}{\hat{V}_{akt}}$$

$$V_{ydc}^{ideal} = \frac{3\sqrt{3}\hat{V}}{2\pi} \cos \alpha$$

$$A_{\ddot{u}} = \omega L_k I_d \quad \Delta V_{ydc} = \frac{A_{\ddot{u}}}{T_{\ddot{u}}}$$

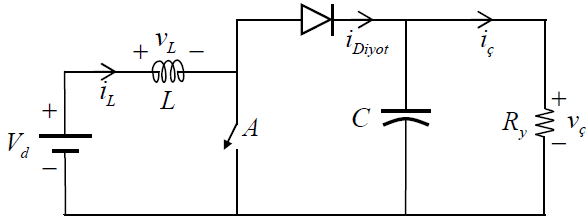


2) Yukarıdaki şekildeki devre aynı tam süzölmüş I_d , α , frekans ve $\hat{V} = 500V$ değeriyle çalışıyor. Fakat bu defa trafo sekonder sargısının kaçak endüktansı her bir faz için $L_k = 6mH$ olarak hesaba katılıyor.

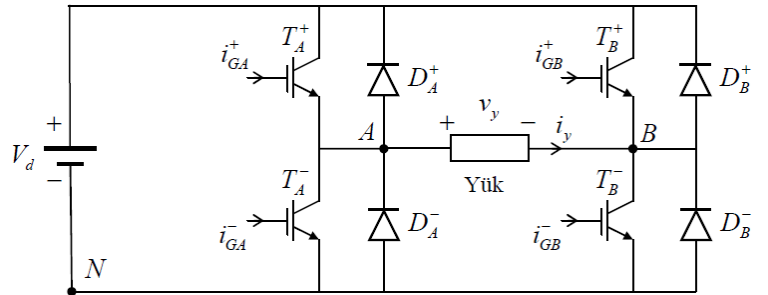
a) Aktarım açısını (\ddot{u}) ve aktarım süresini (t_{akt}) bulunuz. (9+4 puan)

b) Aktarım etkisiyle birlikte v_y geriliminin ortalamasını bulunuz. (12 puan)

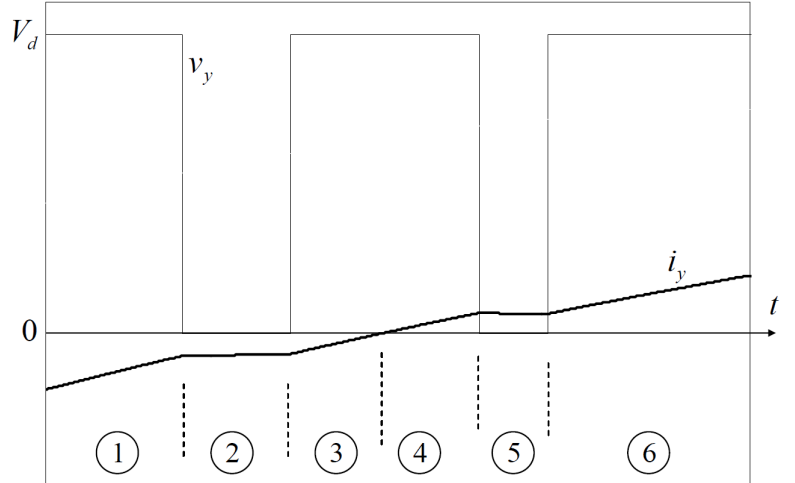
3) Aşağıda soldaki şekildeki devrede $L = 1mH$, $C = 470\mu F$, $R_y = 30\Omega$, $V_d = 24V$, $V_\zeta = 60V$, $f_a = 1kHz$ olduğuna göre görev oranını (D), ortalama çıkış akımını (I_ζ), ortalama çıkış gücünü ve ortalama giriş akımını (I_d) bulunuz. i_L kesikli değilse çıkış gerilimindeki dalgalılık oranını ($\Delta v_\zeta / V_\zeta$) da bulunuz. (i_L , i_ζ ve v_ζ 'nin ortalama değerleri sırasıyla I_d , I_ζ ve V_ζ ile gösteriliyor.) (25 puan)



Derste anlatılan dc/dc çevirici formülleri	I_ζ^{μ}	i_L süreklilyse		i_L kesikliyse	
		V_ζ/V_d	$\Delta v_\zeta/V_\zeta$	Δ_1	V_ζ/V_d
Alçaltıcı	$\frac{V_d T_a}{2L} D(1-D)$	D	$\frac{T_a^2(1-D)}{8LC}$		$\frac{D}{D+\Delta_1}$
Yükseltici		$\frac{1}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$	$\frac{2LI_\zeta}{T_a V_d D}$	$\frac{D+\Delta_1}{\Delta_1}$
Alçaltıcı - Yükseltici		$\frac{D}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D}{\Delta_1}$



Tam köprü (H köprüsü) DC/DC çevirici

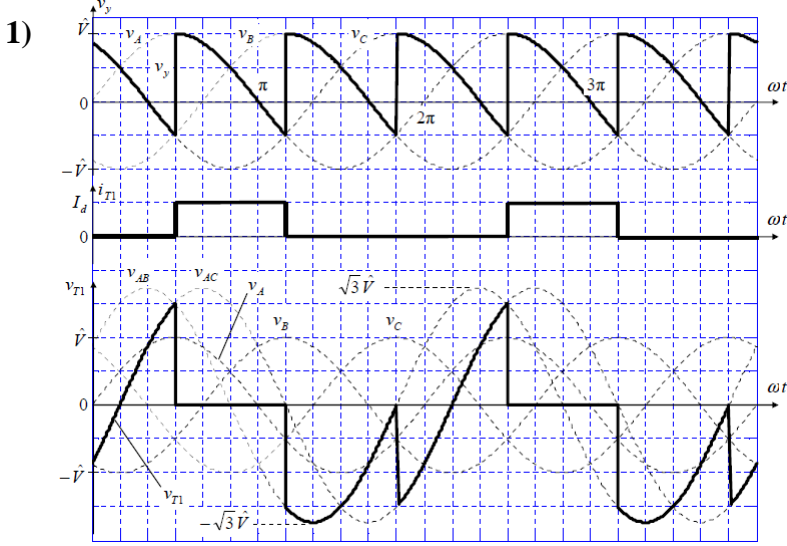


4) Yukarıda sağdaki H köprüsünde IGBT'ler, tek kutuplu gerilim anahtarlamalı PWM yöntemiyle anahtarlanmaktadır. Belirli bir zaman aralığında yük gerilimi (v_y) ve yük akımı (i_y) grafikleri yanda görüldüğü gibi olmaktadır. Bu grafiklerde numaralandırılmış 6 zaman aralığının her birinde diyot ve IGBT'lerden hangi ikisinin iletimde olduğunu yazınız. (25 puan)

BAŞARILAR ...

Yard. Doç. Dr. Ata SEVİNÇ

GÜÇ ELEKTRONİĞİ BÜTÜNLEME SINAVI CEVAP ANAHTARI
29 Haziran 2011



2) a) $\hat{V}_{akt} = \sqrt{3} \times 500 V = 866 V$

$\omega = 2\pi \times 50 \text{ rad/s} = 314 \text{ rad/s}$

$\cos 60^\circ - \cos(60^\circ + \ddot{u}) = \frac{2 \times 314 \times 0,006 \times 12}{866}$

$0,5 - \cos(60^\circ + \ddot{u}) = 0,0522$

$\cos(60^\circ + \ddot{u}) = 0,4478 \rightarrow \boxed{\ddot{u} = 3,4^\circ}$

$t_{akt} = \frac{3,4^\circ}{360^\circ \times 50 \text{ Hz}} = \boxed{0,189 \text{ ms} = t_{akt}}$

b) $V_{ydc}^{ideal} = \frac{3\sqrt{3} \times 500 V}{2\pi} \cos 60^\circ = 206,75 V$

$A_{\ddot{u}} = 314 \times 0,006 \times 12 V = 22,62 V, \quad T_{yy} = 2\pi/3,$

$\Delta V_{ydc} = \frac{22,62 V}{2\pi/3} = 10,80 V$

$V_{ydc}^{gercek} = 206,75 V - 10,80 V = \boxed{V_{ydc}^{gercek} = 195,95 V}$

3) Devre yükselticidir. $T_a = 1/f_a = 1 \text{ ms}$. Çıkış akımı $60V/30\Omega = \boxed{I_\zeta = 2A}$

Dönüştürme oranı: $V_\zeta/V_d = 60V/24V = 2,5$

Önce endüktans akımını sürekli varsayalım: $\frac{1}{1-D'} = 2,5 \rightarrow D' = 0,6$

$I_\zeta^{ss'} = \frac{24V \times 0,001s}{2 \times 0,001H} \times 0,6 \times (1 - 0,6) = 2,88A$

Çıkış akımı ise $I_\zeta = 60V/30\Omega = 2A < I_\zeta^{ss'}$ olduğu için

varsayımımız çelişkiye yol açmıştır. Demek ki endüktans akımını kesiklidir. Şimdi buna göre baştan çözelim:

$\Delta_1 = \frac{2 \times 0,001H \times 2A}{0,001s \times 24V \times D} = \frac{1}{6D}$ ve dönüştürme oranı $2,5 = \frac{D + \frac{1}{6D}}{\frac{1}{6D}} = 6D^2 + 1$ olduğu için $6D^2 = 1,5$

$D^2 = 0,25 \rightarrow \boxed{D = 0,5}$ Ortalama çıkış gücü: $60V \times 2A = \boxed{P_\zeta = 120 W}$

Giriş ile çıkıştaki yük arasında ortalama güç tüketen eleman olmadığı için bu aynı zamanda ortalama giriş gücüdür: $120W = V_d I_d = 24V \times I_d \rightarrow$ Buradan ortalama giriş akımı $\boxed{I_d = 5A}$ bulunur.

4) $v_y \neq 0$ durumlarındakileri, akımın da işaretine bakarak kolayca bulabiliriz:

① ve ③ durumlarında (D_A^+, D_B^-) iletimde (yükün artı ucu yukarı, eksi ucu aşağı bağlı ama akım eksi)

④ ve ⑥ durumlarında (T_A^+, T_B^-) iletimde (yükün artı ucu yukarı, eksi ucu aşağı bağlı ve akım artı)

$v_y = 0$ durumlarında ise yükün iki ucu da yukarı ya da iki ucu da aşağı bağlı olması gibi ikişer ihtimal vardır.

Bunlardan hangisi olduğunu bu verilenlerle ayırt edemeyeceğimiz için ikişer ihtimali de yazalım:

② durumunda akım eksi olduğu için ya (D_A^+, T_B^+) ya da (T_A^-, D_B^-) iletimdedir.

⑤ durumunda akım artı olduğu için ya (T_A^+, D_B^+) ya da (D_A^-, T_B^-) iletimdedir.

GÜÇ ELEKTRONİĞİ FİNAL SINAVI SORULARI

06 Haziran 2012 Süre: 75 dakika

(Her soru 25 puanlıdır. En iyi 4 cevabınız dikkate alınacaktır.)

1) Şekildeki doğrultucu devresinde S anahtarı açık, yük akımı $I_d = 20A$ değerinde tam süzölmüş ($L_y \approx \infty$), tristörler ideal olup, kaynakların iç dirençleri ihmal edilebilmekte ama her birinin $L_k = 1,7mH$ seri endüktansı vardır. $\hat{V} = 300V$, frekans ise $50Hz$ 'dir.

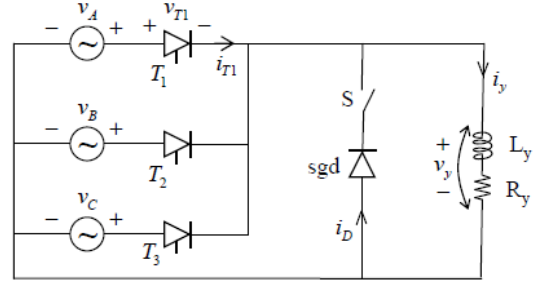
Tristörler $\alpha = 45^\circ$ ile tetiklenirken,

a) Aktarım açısını (\tilde{u}) ve süresini (t_{akt}) bulunuz.

$$v_A = \hat{V} \sin \omega t$$

$$v_B = \hat{V} \sin(\omega t - 120^\circ)$$

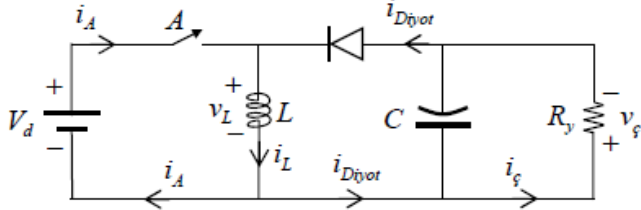
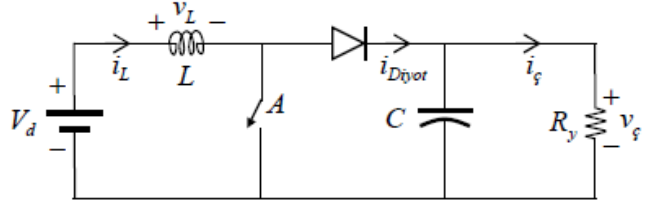
$$v_C = \hat{V} \sin(\omega t - 240^\circ)$$



Üç fazlı orta uçlu doğrultucu (O3)

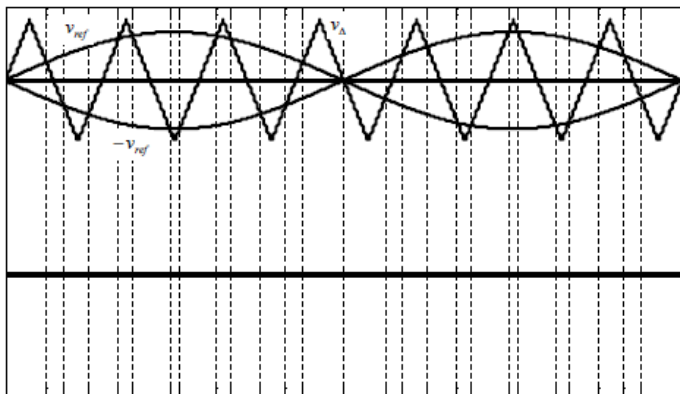
b) v_y geriliminin ortalama değerini bulunuz.

2) Yandaki şekildeki DC/DC çeviricide elemanlar ideal, $V_d = 24V$, $L = 20\mu H$, $C = 100\mu F$ 'tir. Endüktans akımı sürekli olacak şekilde çıkışta ortalama $120V$ elde edebilmek için yük direncinin (R_y) sınır değeri 12Ω olduğuna göre anahtarlama frekansı nedir? Bu sınırdaki çalışırken çıkış geriliminin dalgalılık oranı ne olur?

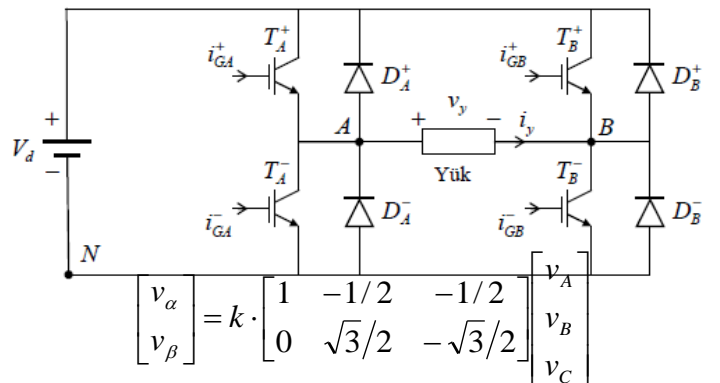


Derste anlatılan dc/dc çevirici formülleri	I_ξ^{II}	i_L sürekliyse		i_L kesikliyse	
		V_ξ/V_d	$\Delta v_\xi/V_\xi$	Δ_1	V_ξ/V_d
Alçaltıcı		D	$\frac{T_a^2(1-D)}{8LC}$		$\frac{D}{D+\Delta_1}$
Yükseltici	$\frac{V_d T_a}{2L} D(1-D)$	$\frac{1}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$	$\frac{2LI_\xi}{T_a V_d D}$	$\frac{D+\Delta_1}{\Delta_1}$
Alçaltıcı - Yükseltici		$\frac{D}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D}{\Delta_1}$

3) Yukarıdaki şekildeki DC/DC çeviricide elemanlar ideal, $V_d = 15V$, $L = 80\mu H$, $C = 47\mu F$ 'tir. $R_y = 10\Omega$ 'luk bir yükü ortalama $30V$ ile beslemesi için $f_a = 2kHz$ anahtarlama frekansında gereken görev oranını (D) bulunuz. Bu durumda endüktans akımı sürekliyse, çıkış gerilimindeki dalgalılık oranını da bulunuz.



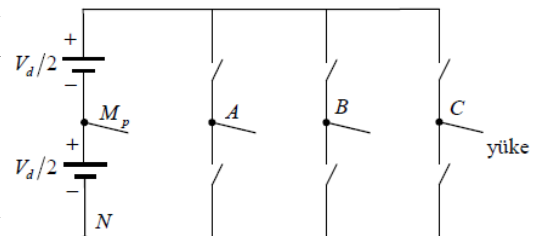
4) Aşağıdaki tam köprü eviricide şekildeki referans gerilimi için tek yönlü gerilim anahtarlama PWM uygulanmaktadır. Çıkış geriliminin dalga şeklini çiziniz. Üzerinde temel bileşenini yaklaşık olarak gösteriniz. Daha az harmonik için üçgen dalga frekansıyla referans sinyali frekansı arasındaki oran nasıl olmalıdır ve bu seçim hangi harmoniklerde nasıl bir etki yapar?



5) Yandaki 3 fazlı eviricide üç fazdan iki faza dönüşüm kuralı yukarıdaki gibidir. v_α , v_β değerleri, v_A , v_B , v_C değerlerinin şase seçiminden bağımsızdır. Buna göre şu iki şıktan yalnız birini yapınız.

a) Bu dönüşüm formülünü kullanarak bu bağımsızlığı ispatlayınız.

b) Anahtarların makul özel bir durumu için iki ayrı şase varsayımına göre v_α , v_β 'yi hesaplayarak aynı olduğunu gösteriniz. Ancak üç fazın da aynı tarafa bağlı olduğu bir durum almayınız.



GÜÇ ELEKTRONİĞİ FİNAL SINAVI CEVAP ANAHTARI
06 Haziran 2012

1) (Sınavda formüller de verilmişti)

a) O3 devresinde $\hat{V}_{akt} = \sqrt{3} \times \hat{V} = \sqrt{3} \times 300 V$ (fazlararası gerilimin tepe değeri)

$$\cos 45^\circ - \cos(45^\circ + \ddot{u}) = \frac{2 \times (2\pi \times 50) \times 0,0017 \times 20}{\sqrt{3} \times 300} = 0,0411 = 0,7071 - \cos(45^\circ + \ddot{u})$$

$$\cos(45^\circ + \ddot{u}) = 0,6660 \rightarrow \boxed{\ddot{u} = 3,24^\circ} \rightarrow t_{akt} = \frac{3,24^\circ}{360^\circ \times 50Hz} = \boxed{0,18ms = t_{akt} = 180 \mu s}$$

$$b) A_{\ddot{u}} = (2\pi \times 50Hz) \times 0,0017 H \times 20 A = 3,4\pi V \quad T_{vy} = 2\pi/3 \rightarrow \Delta V_{ydc} = \frac{3,4\pi}{2\pi/3} V = 5,1 V$$

$$V_{ydc}^{ideal} = \frac{3\sqrt{3} \times 300 V}{2\pi} \cos 45^\circ = 175,4 V \rightarrow 175,4 V - 5,1 V = \boxed{V_{ydc}^{gerçek} = 170,3 V}$$

2) Devre yükselticidir. Dönüşüm oranı $\frac{120 V}{24 V} = 5 = \frac{1}{1-D}$ formülü sınırdaki da geçerlidir. $\rightarrow D = 0,8$

$$I_{\zeta}^{ss} = \frac{120 V}{12 \Omega} = 10 A \text{ olması isteniyor.}$$

$$\rightarrow 10 A = \frac{24 V \times T_a}{2 \times 20 \times 10^{-6} H} \times 0,8 \times (1-0,8) \rightarrow T_a = 1,0417 \times 10^{-4} s$$

$$\rightarrow f_a = \frac{1}{1,0417 \times 10^{-4} s} = \boxed{f_a = 9600 Hz} \text{ Sınırdaki dalgalılık oranı formülü de geçerlidir ve sınırdaki } I_{\zeta} = 10 A$$

$$\frac{\Delta V_{\zeta}}{V_{\zeta}} = \frac{0,8 \times 1,0417 \times 10^{-4} s}{12 \Omega \times 100 \times 10^{-6} F} = 0,069 = \boxed{\frac{\Delta V_{\zeta}}{V_{\zeta}} = \%6,9}$$

3) Devre alçaltıcı-yükselticidir. $T_a = 1/(2000 Hz) = 5 \times 10^{-4} s$. $I_{\zeta} = 30 V/10 \Omega = 3 A$

Endüktans akımını önce sürekli varsayalım. Dönüşüm oranı $\frac{30 V}{15 V} = 2 = \frac{D'}{1-D'} \rightarrow D' = 2/3$

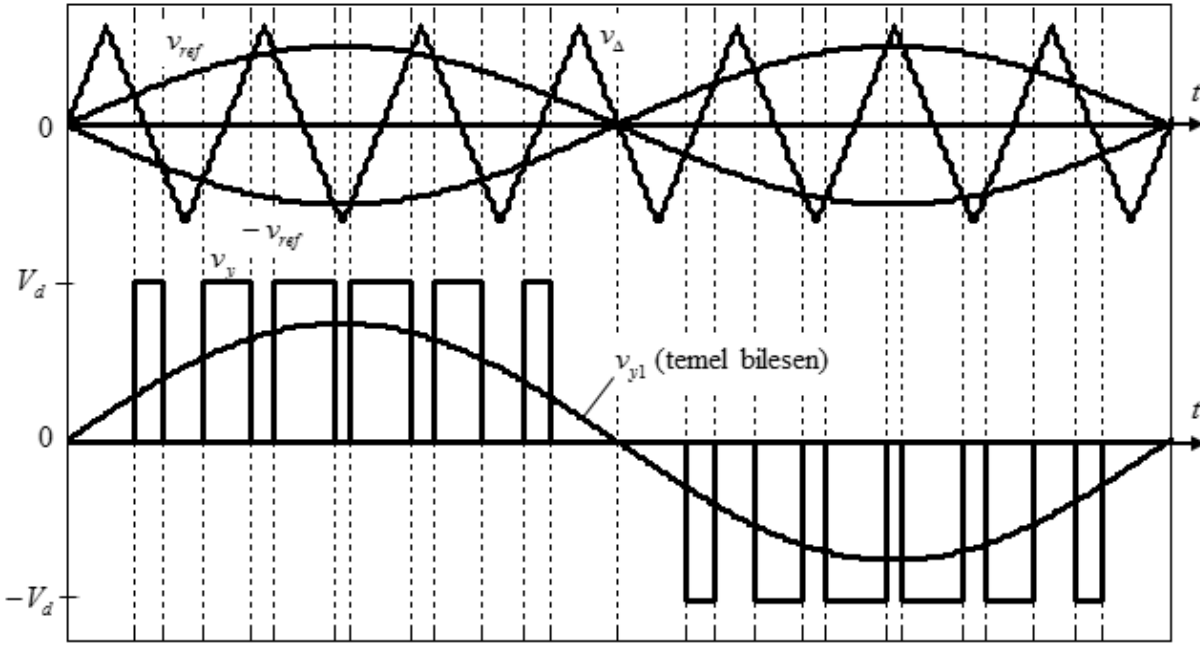
$$I_{\zeta}^{ss'} = \frac{15 V \times 5 \times 10^{-4} s}{2 \times 80 \times 10^{-6} H} \cdot \frac{2}{3} \cdot \left(1 - \frac{2}{3}\right) = 10,4 A > I_{\zeta} = 3 A \text{ olması bir çelişkidir. Demek ki endüktans akımını kesiklidir.}$$

Bu yüzden dalgalılık oranını bulmayacağız.

$$\Delta_1 = \frac{2 \times 80 \times 10^{-6} H \times 3 A}{5 \times 10^{-4} s \times 15 V \times D} = 0,0640/D \quad \text{Dönüşüm oranı: } 2 = \frac{D}{\Delta_1} = \frac{D^2}{0,0640} = 2 \rightarrow \boxed{D = 0,358}$$

4)

GE-F-2012-CA-2



v_y ile temel bileşeni yanda gösterilmiştir. Daha az harmonik için, tek kutuplu gerilim anahtarlamalı PWM yönteminde v_Δ 'in frekansının, v_{ref} 'in frekansının tam katı olması istenir. Bu seçim, v_y 'nin tek harmonik simetrisine sahip olmasını sağlar; yani v_y çift harmonik içermemiş olur.

5) a) Farklı bir şaseye göre tanımlamak v_A , v_B , v_C değerlerine aynı miktarın eklenmesine neden olur, buna c diyelim. Dönüşüm matrisinin sütunları toplamı sıfır olduğu için yine aynı değer bulunur:

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \end{bmatrix} &= k \cdot \begin{bmatrix} 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & -\sqrt{3}/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_A + c \\ v_B + c \\ v_C + c \end{bmatrix} = k \cdot \begin{bmatrix} 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & -\sqrt{3}/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_A \\ v_B \\ v_C \end{bmatrix} + k \cdot \overbrace{\begin{bmatrix} 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & -\sqrt{3}/2 \end{bmatrix}}^0 \begin{bmatrix} c \\ c \\ c \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \end{bmatrix} = k \cdot \begin{bmatrix} 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & -\sqrt{3}/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_A \\ v_B \\ v_C \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Görüldüğü gibi A, B, C faz voltajlarında c kadar fark olup olmaması v_α , v_β değerleri için önemsizdir.

b) Meselâ A ve B kollarının yukarı, C kolunun aşağı bağlı olduğu durumu ele alalım.

Şase olarak M_p noktasını alırsak $v_A = v_B = V_d/2$, $v_C = -V_d/2$ olur:

$$\begin{bmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \end{bmatrix}_{M_p} = k \cdot \begin{bmatrix} 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & -\sqrt{3}/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_d/2 \\ V_d/2 \\ -V_d/2 \end{bmatrix} = kV_d \cdot \begin{bmatrix} 1/2 \\ \sqrt{3}/2 \end{bmatrix}$$

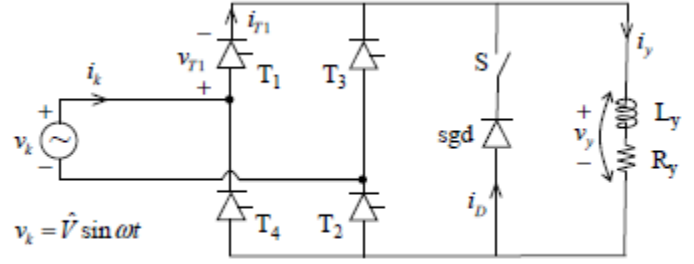
Şase olarak N noktasını alırsak $v_A = v_B = V_d$, $v_C = 0$ olur:

$$\begin{bmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \end{bmatrix}_{M_p} = k \cdot \begin{bmatrix} 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & -\sqrt{3}/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_d \\ V_d \\ 0 \end{bmatrix} = kV_d \cdot \begin{bmatrix} 1/2 \\ \sqrt{3}/2 \end{bmatrix}$$

Görüldüğü gibi aynı değer bulunmaktadır.

GÜÇ ELEKTRONİĞİ BÜTÜNLEME SINAVI SORULARI
20 Haziran 2012 Süre: 75 dakika (Her soru 25 puandır.)

1) Şekildeki doğrultucu devresinde S anahtarı açık, yük akımı $I_d = 20A$ değerinde tam süzölmüş ($L_y \approx \infty$), tristörler ideal olup, kaynakların iç dirençleri ihmal edilebilmekte ama her birinin $L_k = 1,7mH$ seri endüktansı vardır. $\hat{V} = 300V$, frekans ise $50Hz$ 'dir. Tristörler $\alpha = 45^\circ$ ile tetiklenirken,

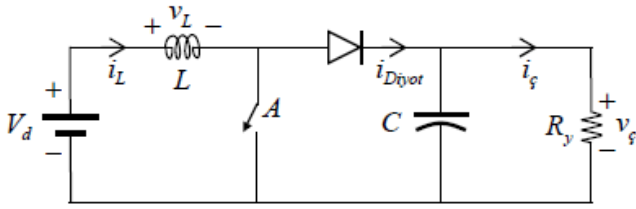


Tek fazlı tam denetimli köprü doğrultucu (K2)

a) Aktarım açısını(\ddot{u}) ve süresini(t_{akt}) bulunuz. $V_{ydc}^{ideal} = \frac{2\hat{V}}{\pi} \cos \alpha$

b) v_y geriliminin ortalama değerini bulunuz. $\cos \alpha - \cos(\alpha + \ddot{u}) = \frac{2\omega L_k I_d}{\hat{V}_{akt}}$ $A_{\ddot{u}} = 2\omega L_k I_d$

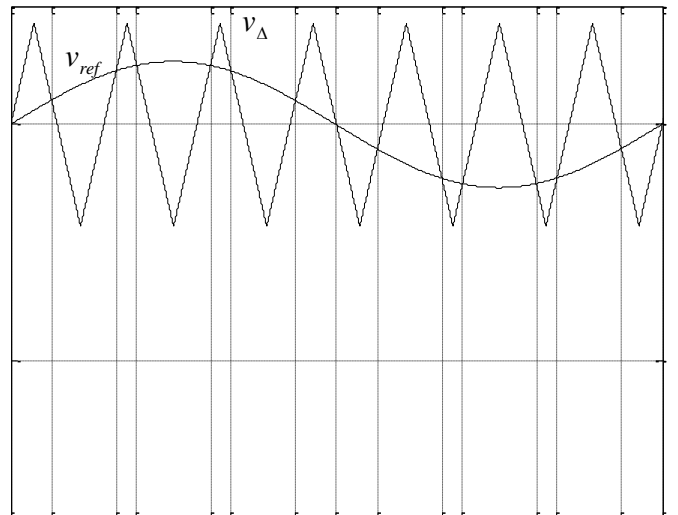
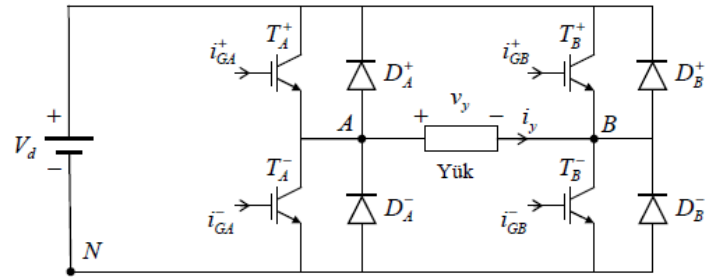
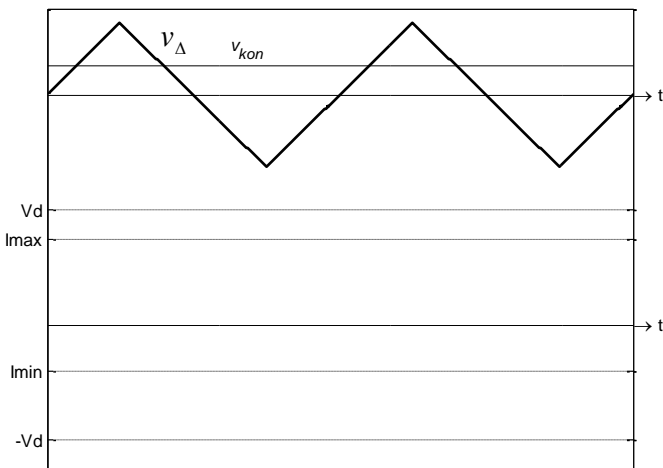
2) Aşağıdaki şekildeki DC/DC çeviricide elemanlar ideal, $V_d = 20V$, $L = 15\mu H$, $C = 68\mu F$, $R_y = 10\Omega$, anahtarlama frekansı $5kHz$ 'dir. Görev oranı $D = 0,3$ ile anahtarlaniyorsa ortalama çıkış gerilimi (V_ξ) ve gücü nedir? Endüktans akımı sürekli ise çıkış geriliminin dalgalılık oranını da bulunuz.



Derste anlatılan dc/dc çevirici formülleri

	I_ξ^{ss}	i_L sürekliyse		i_L kesikliyse	
		V_ξ/V_d	$\Delta v_\xi/V_\xi$	Δ_1	V_ξ/V_d
Alçaltıcı	$\frac{V_d T_a}{2L} D(1-D)$	D	$\frac{T_a^2(1-D)}{8LC}$	Δ_1	$\frac{D}{D + \Delta_1}$
Yükseltici		$\frac{1}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{2LI_\xi}{T_a V_d D}$
Alçaltıcı - Yükseltici		$\frac{D}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D}{\Delta_1}$

3) Aşağıdaki tam köprü devre DC/DC çevirici olarak kullanılıyor ve çift yönlü gerilim anahtarlama PWM uygulanıyor. Şekilde verilen kontrol işareti için çıkış gerilimini (v_y) çiziniz. Bu gerilim ile beslenen yük endüktif olup şekil üzerinde görülen maksimum ve minimum (I_{max} , I_{min}) sınırlar arasında değişim göstermektedir. Yük akımını (i_y) çiziniz. Bir periyot içinde v_y ile i_y 'den herhangi birinin her işaret değişimi için diyot ve IGBT'lerden hangisinin/hangilerinin iletimde olduğunu zaman aralıklarına göre belirtiniz.



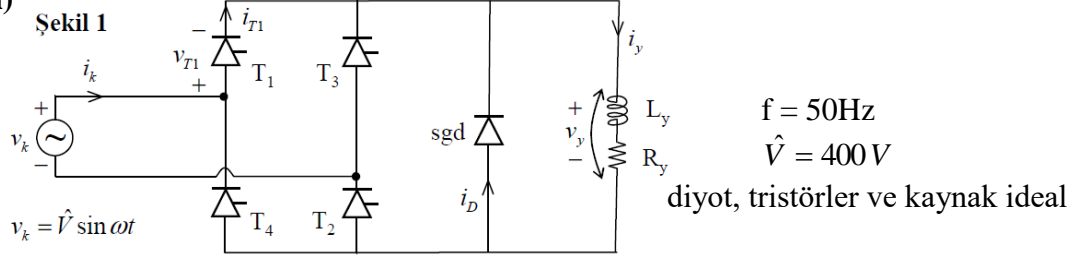
4) Yukarıdaki tam köprü eviricide şekildeki referans gerilimi için çift yönlü gerilim anahtarlama PWM uygulanmaktadır. Çıkış geriliminin dalga şeklini çiziniz. Üzerinde temel bileşenini yaklaşık olarak gösteriniz. Daha az harmonik için üçgen dalga frekansı ile referans sinyali frekansı arasındaki oran nasıl olmalıdır ve bu seçim hangi harmoniklerde nasıl bir etki yapar?

GÜÇ ELEKTRONİĞİ FİNAL SINAVI SORULARI

06 Haziran 2013 Süre: 80 dakika

Her soru 25 puandır. Sorulardan 4 tanesini çözmeniz beklenmektedir.

1) Şekil 1'deki devrede tristörler $\alpha = 90^\circ$ ateşleme açısıyla tetikleniyor. $R_y = 20 \Omega$ 'luk omik yükte ($L_y = 0$) bir süredir çalışılıyor. Primer akımının (i_k) dalga şeklini çiziniz (8puan) ve temel bileşeninin etkin değerini I_{k1}^{rms} hesaplayınız (17 puan)

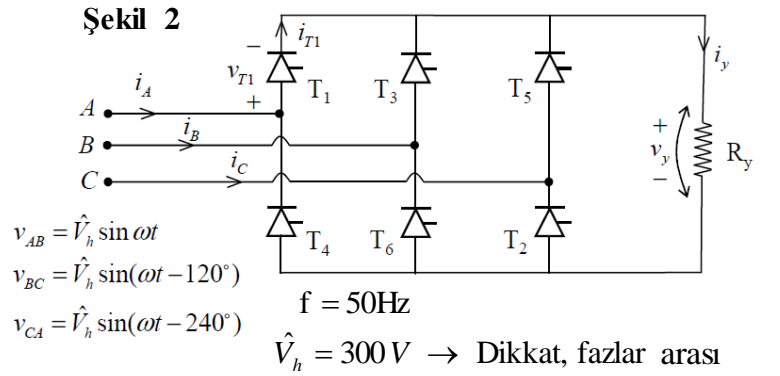


2) Şekil 1'deki devrede $i_y = I_d = 10A$ 'lik tam süzölmüş akımla ($L_y \approx \infty$) ve $\alpha = 90^\circ$ ateşleme açısıyla bir süredir çalışılıyor.

a) v_y , i_{T1} ve v_{T1} dalga şekillerini çiziniz. (7+5+8 puan) (v_{T1} çiziminde kılavuz çizgilerin fonksiyonlarını ne kabul ettiğinizi (v_k , $2v_k$, $v_k/2$ ya da eksilerinden hangileri olduğu) belirtmelisiniz.)

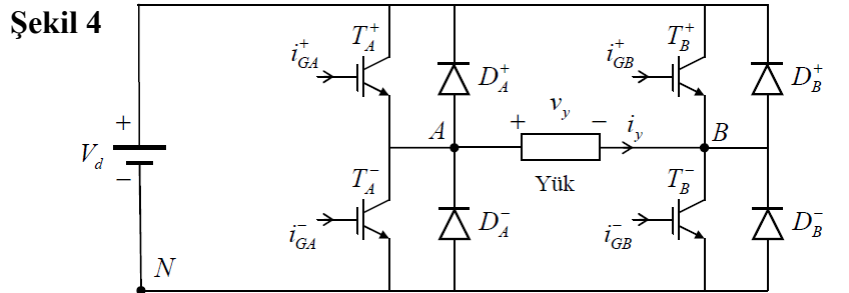
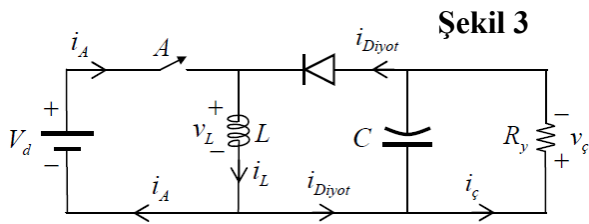
b) Bu çalışma şartları, akım tamamen dengeye gelecek kadar uzun bir süredir devam ediyorsa R_y üzerindeki ortalama güç ne olur? (5 puan) (R_y değeri bilinmiyor.)

3) Şekil 2'deki devrede tristörler ideal, A, B, C uçlarına bağlı sekonderi Y trafonun her bir faz sekonder sargısının kaçak reaktansı ise $L_k = 7mH$ 'dir. $\alpha = 30^\circ$ ateşleme açısıyla çalışılıyor. Aktarım anlarında yük akımı $i_y = I_d = 5A$ değerinde yaklaşık sabit kabul edilebiliyor. Buna göre aktarım açısını(\hat{u}), aktarım süresini(t_{akt}), aktarımın etkisi de dikkate alındığında yük üzerindeki ortalama gerilimi ($V_{ydc}^{gerçek}$) hesaplayınız. (9 + 4 + 12 puan)



4) Şekil 3'teki devrede $V_d = 24V$, $f_a = 1kHz$, $L = 5mH$, $C = 100\mu F$, $R_y = 20\Omega$ olup A anahtarı $D = 0,4$ görev oranıyla anahtarlanmaktadır. Çıkış gerilimini, gücünü ve giriş akımını bulunuz. i_L kesikli değilse $\Delta v_\zeta / V_\zeta$ 'yi de bulunuz.

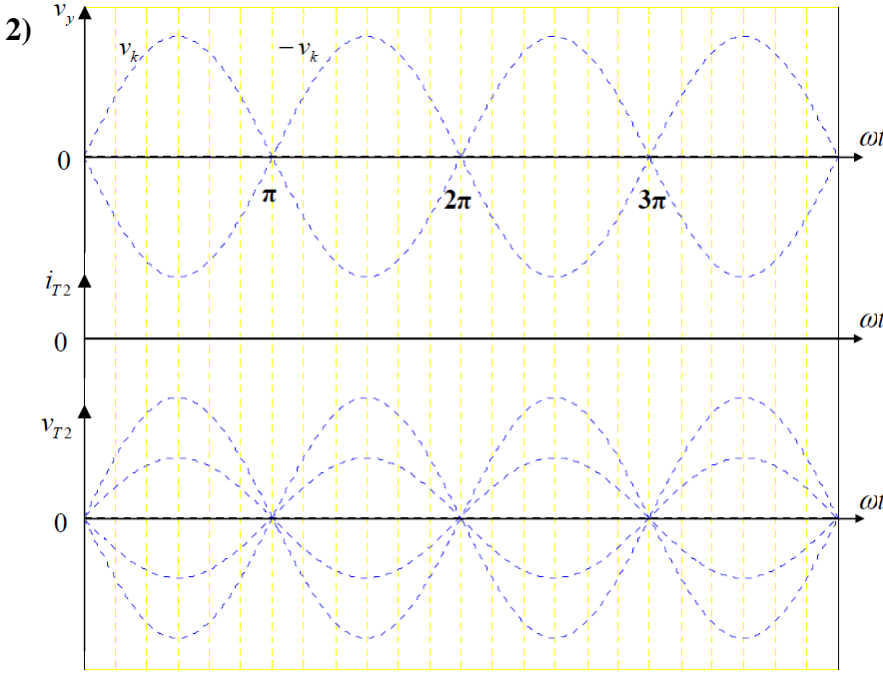
5) Şekil 3'teki devrede $L = 2mH$, $C = 470\mu F$, $R_y = 20\Omega$, $V_d = 24V$, $V_\zeta = 60V$, $f_a = 1kHz$ olduğuna göre çıkış akımını, çıkış gücünü, çalışma oranını (D) ve ortalama giriş akımını bulunuz. i_L kesikli değilse $\Delta v_\zeta / V_\zeta$ 'yi de bulunuz.



6) Şekil 4'teki devrede IGBT'ler, üçgen dalgayla tek yönlü gerilim anahtarlamalı PWM yöntemiyle anahtarlanmaktadır. Referans gerilimi (v_{ref}) veya ekseninin ($-v_{ref}$) üçgen dalgaya eşit olduğu anlar kesikli düşey çizgilerle belirtilmiştir. Yük geriliminin (v_y) dalga şeklini ve göz kararı bunun temel bileşenini çiziniz (15+3 puan) Üçgen dalga frekansının, v_{ref} frekansına oranı için nasıl değerler tercih edilir, neden? (7 puan)

Öğrenci No:		1	2	3	4	5	6	TOPLAM
Adı Soyadı								

1. sorunun cevabı için kılavuz çizgi verilmiyor. Kendiniz kolayca çizebilirsiniz.



K2 devresinde $V_{ydc} = \frac{\hat{V}}{\pi}(1 + \cos \alpha)$
(sgd varsa veya yük omikse)

3) K6 devresi için formüller:

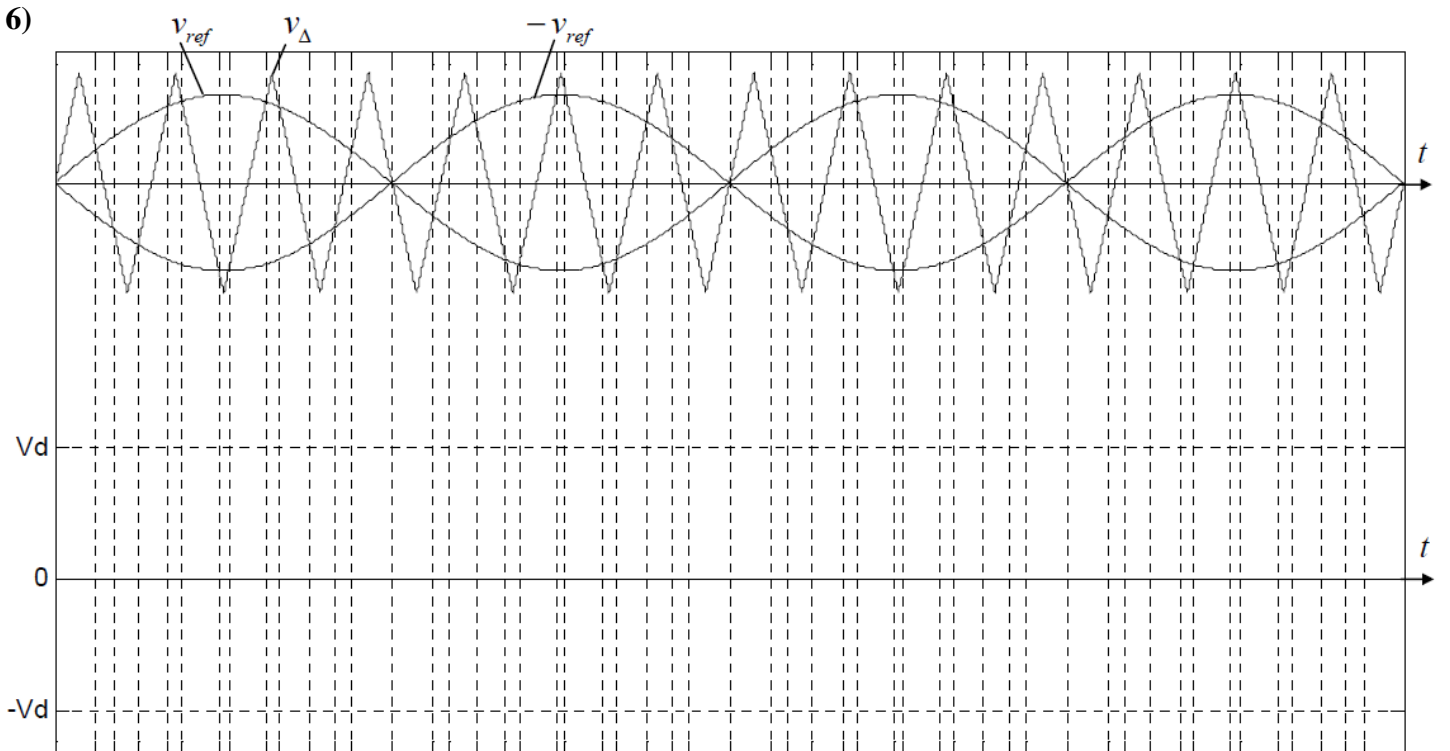
$$\cos \alpha - \cos(\alpha + \hat{i}) = \frac{2\omega L_k I_d}{\hat{V}_{akt}}$$

$$A_{\hat{i}} = \omega L_k I_d \quad \Delta V_{ydc} = \frac{A_{\hat{i}}}{T_{vy}}$$

$$\alpha < \pi/3 \Rightarrow V_{ydc}^{ideal} = \frac{3\hat{V}_h}{\pi} \cos \alpha$$

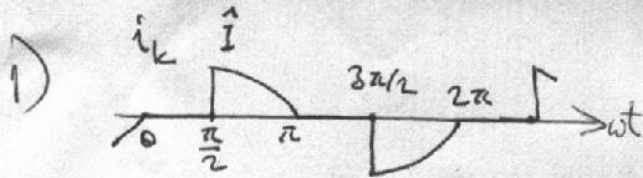
4-5) Derste anlatılan dc/dc çevirici formülleri

	I_{ξ}^{ss}	i_L süreklilyse		i_L kesikliyse	
		V_{ξ}/V_d	$\Delta v_{\xi}/V_{\xi}$	Δ_1	V_{ξ}/V_d
Alçaltıcı	$\frac{V_d T_a}{2L} D(1-D)$	D	$\frac{T_a^2(1-D)}{8LC}$	$\frac{2LI_{\xi}}{T_a V_d D}$	$\frac{D}{D + \Delta_1}$
Yükseltici		$\frac{1}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D + \Delta_1}{\Delta_1}$
Alçaltıcı - Yükseltici		$\frac{D}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$	$\frac{D}{\Delta_1}$	



GÜÇ ELEKTRONİĞİ FİNAL SINAVI CEVAP ANAHTARI

06 Haziran 2013 Süre: 80 dakika



$$\hat{I} = \hat{V} / R_g = 20 \text{ A}$$

$$a_1 = \frac{1}{\pi} \int_{\pi/2}^{\pi} \hat{I} \sin \omega t \cos \omega t d(\omega t) + \frac{1}{\pi} \int_{3\pi/2}^{2\pi} \hat{I} \sin \omega t \cos \omega t d(\omega t)$$

$\frac{1}{2} \sin 2\omega t$

$$a_1 = \frac{\hat{I}}{\pi} \left(-\frac{1}{4} \cos 2\omega t \right) \Big|_{\pi/2}^{\pi} + \frac{\hat{I}}{\pi} \left(-\frac{1}{4} \cos 2\omega t \right) \Big|_{3\pi/2}^{2\pi}$$

$$a_1 = \frac{\hat{I}}{\pi} \left(-\frac{1}{4} - \frac{1}{4} - \frac{1}{4} - \frac{1}{4} \right) = \frac{\hat{I}}{\pi} = -\frac{20 \text{ A}}{\pi} = -6,37 \text{ A}$$

$$b_1 = \frac{1}{\pi} \int_{\pi/2}^{\pi} \hat{I} \sin \omega t \cdot \sin \omega t d(\omega t) + \frac{1}{\pi} \int_{3\pi/2}^{2\pi} \hat{I} \sin^2 \omega t d(\omega t)$$

$\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos 2\omega t$

$$b_1 = \frac{\hat{I}}{\pi} \left(\frac{\omega t}{2} - \frac{1}{4} \sin 2\omega t \right) \Big|_{\pi/2}^{\pi} + \frac{\hat{I}}{\pi} \left(\frac{\omega t}{2} - \frac{1}{4} \sin 2\omega t \right) \Big|_{3\pi/2}^{2\pi}$$

$$b_1 = \frac{\hat{I}}{\pi} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{4} \right) = \frac{\hat{I}}{2} = \frac{20 \text{ A}}{2} = 10 \text{ A}$$

$$I_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{(20/\pi)^2 + 10^2}{2}} \quad \text{A} = 8,38 \text{ A}$$

2)

$$P = I_d V_{ydc} = \frac{I_d}{\pi} \int_{\pi/2}^{\pi} 400 \text{ V} \sin \omega t d(\omega t) = \frac{I_d}{\pi} \int_{\pi/2}^{\pi} 400 \text{ V} \cdot (-\cos \omega t) d(\omega t)$$

$$= \frac{4000 \text{ W}}{\pi} (1) = 1273 \text{ W}$$

3)

$$\cos 30^\circ - \cos(30^\circ + \ddot{u}) = \frac{2(2\pi 50) 7 \times 10^{-3} \times 5}{300} = 0,0733$$

$$\cos(30^\circ + \ddot{u}) = 0,7927$$

$37,56^\circ$

$$\ddot{u} = 7,56^\circ \rightarrow t_{\text{akt}} = \frac{7,56^\circ}{360^\circ \times 50 \text{ Hz}} = 0,42 \text{ ms}$$

$$A_{\ddot{u}} = (2\pi 50) \times 7 \times 10^{-3} \times 5 \text{ V} = 3,5 \pi \text{ V}$$

$$\Delta V_{ydc} = \frac{3,5 \pi}{\pi 43} = 10,5 \text{ V}$$

$$V_{ydc}^{\text{ideal}} = \frac{3 \times 300 \text{ V}}{\pi} \cos 30^\circ = 248,1 \text{ V}$$

$$V_{ydc}^{\text{gerçek}} = 248,1 \text{ V} - 10,5 \text{ V} = 237,6 \text{ V}$$

$$4) V_a' = \frac{0,4}{1-0,4} \cdot 24V = 16V \rightarrow I_a' = \frac{16V}{20\Omega} = 0,8A \quad T_a = \frac{1}{f_a} = 10^{-3} s$$

$$I_a^{ss} = \frac{24V \cdot 10^{-3} \cdot 0,4 \cdot 0,6}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3}} A = 0,576A < I_a' \rightarrow i_L \text{ sürekli}$$

$$I_a = I_a' = 0,8A \quad V_a = V_a' = 16V \quad P = 16V \cdot 0,8A = 12,8W$$

$$I_d = \frac{16V \cdot 0,8A}{24V} = 0,533A$$

$$\frac{\Delta V_a}{V_a} = \frac{0,4 \cdot 10^{-3}}{20\Omega \cdot 100 \cdot 10^{-6}} = 0,2 = \%20$$

$$5) \frac{60V}{24V} = 2,5 = \frac{D'}{1-D'} = 2,5 - 2,5D' = D' \rightarrow 2,5 = 3,5D' \rightarrow D' = 0,714$$

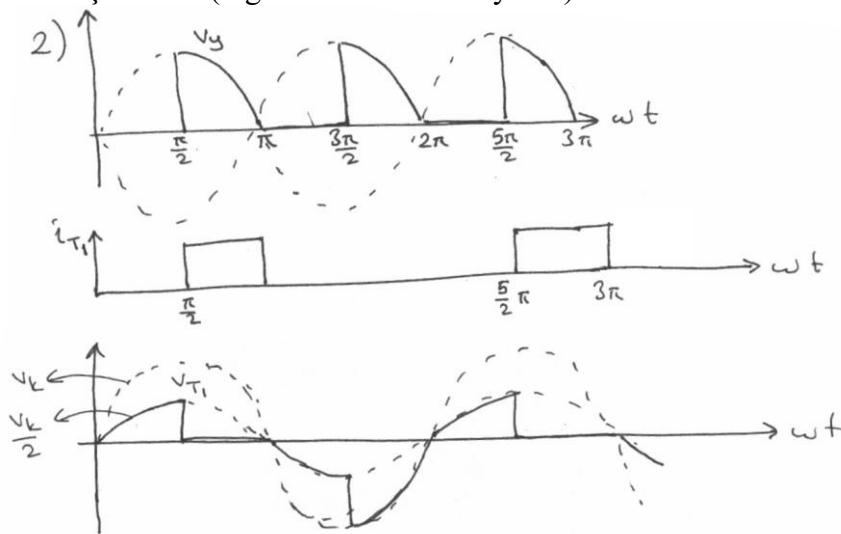
$$I_a = \frac{60V}{20\Omega} = 3A \quad I_a^{ss'} = \frac{24V \cdot 10^{-3} \cdot 0,714(1-0,714)}{2 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 1,22A$$

$$I_a > I_a^{ss'} \rightarrow i_L \text{ sürekli. } D = D' \quad I_a^{ss} = I_a^{ss'}$$

$$D = 0,714 \quad P = 60V \cdot 3A = 180W$$

$$I_d = \frac{180W}{24V} = 7,5A \quad \frac{\Delta V_a}{V_a} = \frac{0,714 \cdot 10^{-3}}{20\Omega \cdot 470 \cdot 10^{-6}} = \%7,6$$

2. soru çizimleri (diğer kısım önceki sayfada):



5) 2012 Final 4. sorunun cevabı gibidir.

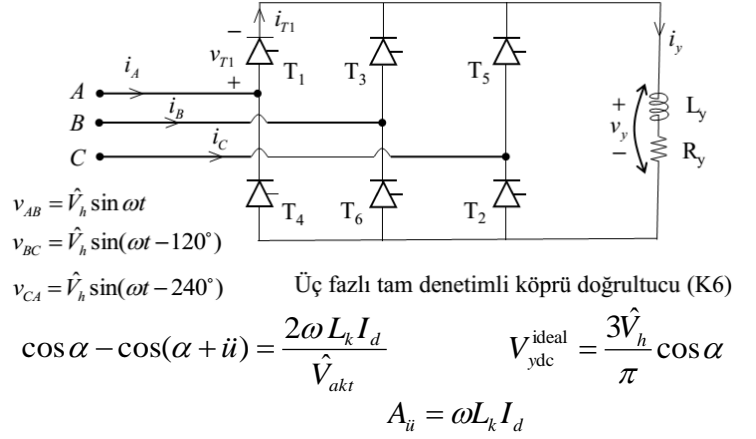
6) 2015 Final 4. sorunun cevabı gibidir.

Öğrenci No:	Numaranızı okunaklı yazınız	1	2	3	4	TOPLAM
Adı Soyadı						

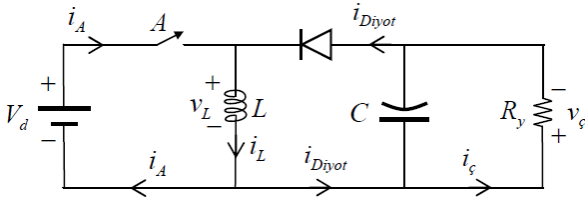
GÜÇ ELEKTRONİĞİ FİNAL SINAVI SORULARI

29 Mayıs 2014 Süre 75 dakika

1) Yandaki devrede tristörler ideal, A, B, C uçlarına bağlı sekonderi Y trafonun her bir faz sekonder sargısının kaçak reaktansı ise $L_k = 5mH$ 'dir. $\alpha = 75^\circ$ ateşleme açısıyla $I_d = 30A$ değerinde tam süzölmüş akımla ($L_y \approx \infty$) çalışılıyor. Şebeke frekansı 50Hz, $\hat{V}_h = 540V$ 'tur (fazlararası). Buna göre aktarım açısını(\hat{u}), aktarım süresini(t_{akt}), aktarımın etkisi de dikkate alındığında yük üzerindeki ortalama gerilimi ($V_{ydc}^{gerçek}$) hesaplayınız. (8+5+12 puan)



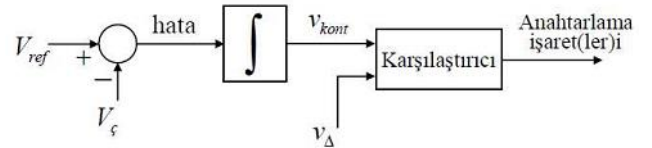
2) Aşağıdaki devrede $L = 3mH$, $C = 220\mu F$, $R_y = 20\Omega$, $V_d = 30V$, çalışma oranı $D = 0,6$, anahtarlama frekansı $f_a = 1kHz$ olduğuna göre giriş akımı, çıkış akımı, çıkış voltajı ve çıkış gücünü ortalama olarak bulunuz. i_L kesikli değilse $\Delta v_{\zeta} / V_{\zeta}$ 'yi de bulunuz.



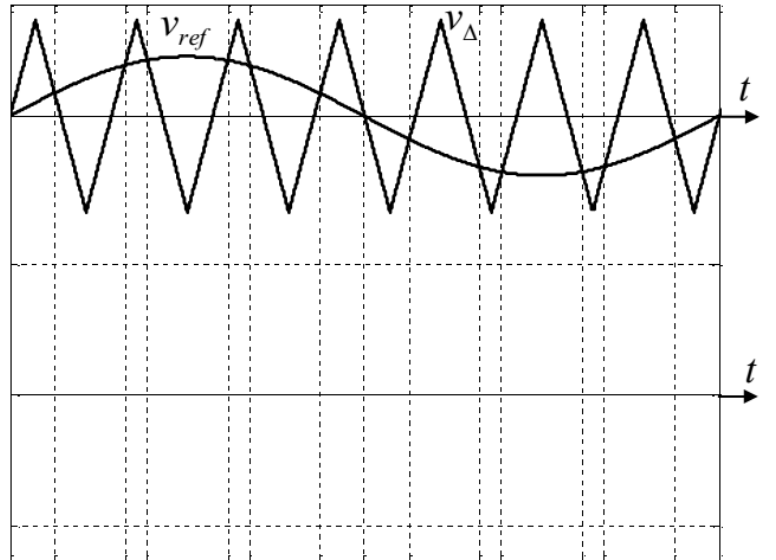
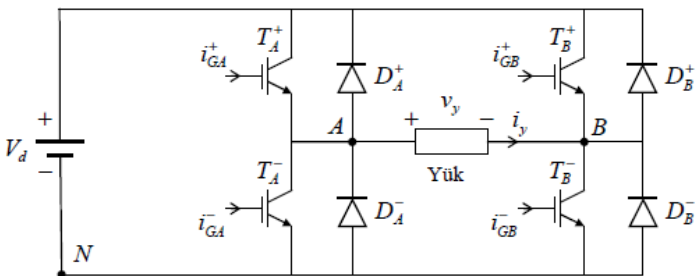
Derste anlatılan devreler için formüller	I_{ζ}^{ss}	i_L sürekliyse		i_L kesikliyse	
		V_{ζ} / V_d	$\Delta v_{\zeta} / V_{\zeta}$	Δ_1	V_{ζ} / V_d
Alçaltıcı	$\frac{V_d T_a}{2L} D(1-D)$	D	$\frac{T_a^2(1-D)}{8LC}$	$\frac{2LI_{\zeta}}{T_a V_d D}$	$\frac{D}{D + \Delta_1}$
Yükseltici		$\frac{1}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D + \Delta_1}{\Delta_1}$
Alçaltıcı - Yükseltici		$\frac{D}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$	$\frac{D}{\Delta_1}$	

3) Bir dc/dc çevirici yandaki blok şemada gösterildiği gibi denetleniyor. Burada V_{ref} çıkışta istenen voltaj, V_{ζ} çıkıştaki gerçek voltaj, v_{Δ} ise istenen anahtarlama frekansında uygun genlikte bir üçgen dalgadır. Sistemin çalışmasını grafikte ve

anahtarlama işaretlerinin ne zaman hangi yönde (iletim/kesim?) uygulandığını belirterek anlatınız.



4) Aşağıdaki tam köprü eviricide şekildeki referans gerilimi için çift yönlü gerilim anahtarlama PWM uygulanmaktadır (yarım köprü benzeri). Çıkış geriliminin dalga şeklini çiziniz. Üzerinde temel bileşenini yaklaşık olarak gösteriniz. Üçgen dalga frekansı ile referans sinyal frekansı arasındaki oran nasıl tercih edilir, neden?



BAŞARILAR ...

Yard. Doç. Dr. Ata SEVİNÇ

GÜÇ ELEKTRONİĞİ FİNAL CEVAP ANAHTARI

29 Mayıs 2014

1) $\hat{V}_{akt} = \hat{V}_h = 540V$

$$\cos 75^\circ - \cos(75^\circ + \ddot{u}) = \frac{2 \times (2\pi \times 50) \times 5 \times 10^{-3} \times 30}{540} = 0,1745$$

$$\cos(75^\circ + \ddot{u}) = 0,084286 \rightarrow \ddot{u} = 10,2^\circ$$

$$t_{akt} = \frac{10,2^\circ}{360^\circ \times 50 \text{ Hz}} = 565 \mu s$$

$$V_{ydc}^{ideal} = \frac{3 \times 540V}{\pi} \cos 75^\circ = 133,5V$$

$$A_{\ddot{u}} = (2\pi \times 50) \times 5 \times 10^{-3} \times 30V = 15\pi V$$

$$T_{\ddot{u}} = \pi/3 \rightarrow \Delta V_{ydc} = \frac{15\pi V}{\pi/3} = 45V$$

$\hookrightarrow 2\pi/6$
K6

$$V_{ydc}^{gercek} = 133,5V - 45V = \underline{\underline{88,5V}}$$

2) i_L sürekli varsayalım:
(Devre alçaltıcı/yükseltici)

$$V'_g = \frac{D}{1-D} V_d = \frac{0,6}{1-0,6} 30V$$

$$V'_g = 45V \rightarrow I'_g = \frac{45V}{20\Omega} = 2,25A \quad T_a = \frac{1}{1kHz} = 10^{-3}s$$

$$I_{gss} = \frac{30V \times 10^{-3}s}{2 \times 3 \times 10^{-3}H} 0,6 \times (1-0,6) = 1,2A < I'_g$$

yani i_L gerçekten sürekli. $V'_g = \boxed{V_g = 45V}$

$$I'_g = \boxed{I_g = 2,25A}$$

$$P_g = P_a = 45V \times 2,25A$$

$$\boxed{P_a = 101,25W} = V_d I_d \rightarrow I_d = \frac{101,25W}{30V}$$

$$\boxed{I_d = 3,375A}$$

$$\frac{\Delta V_g}{V_g} = \frac{0,6 \times 10^{-3}}{20 \times 220 \times 10^{-6}} = \underline{\underline{\%13,6}}$$

3. ve 4. soruların cevapları için http://atasevinc.net/ge/DC_DC_ceviriciler_ve_eviriciler.pdf dosyasına bakınız.

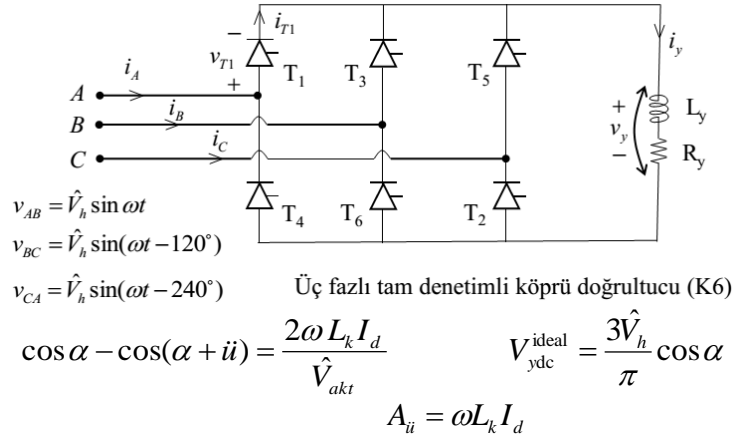
3. sorunun cevabı için o dosyada sayfa 8-9'a bakınız.

4. sorunun cevabı için o dosyada sayfa 14'e ve oradaki yönlendirmeye göre sayfa 13'e bakınız.

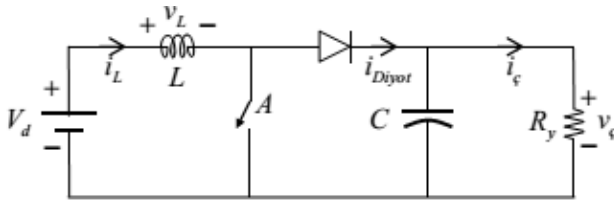
Öğrenci No:	Numaranızı okunaklı yazınız	1	2	3	4	TOPLAM
Adı Soyadı						

GÜÇ ELEKTRONİĞİ BÜTÜNLEME SINAVI SORULARI
12 Haziran 2014 Süre 75 dakika

1) Yandaki devrede tristörler ideal, A, B, C uçlarına bağlı sekonderi Y trafonun her bir faz sekonder sargısının kaçak reaktansı ise $L_k = 7mH$ 'dir. $\alpha = 60^\circ$ ateşleme açısıyla $I_d = 20A$ değerinde tam süzölmüş akımla ($L_y \approx \infty$) çalışılıyor. Şebeke frekansı 50Hz, $\hat{V}_h = 400V$ 'tur (fazlararası). Buna göre aktarım açısını(\ddot{u}), aktarım süresini(t_{akt}), aktarımın etkisi de dikkate alındığında yük üzerindeki ortalama gerilimi ($V_{ydc}^{gerçek}$) hesaplayınız. (8+5+12 puan)



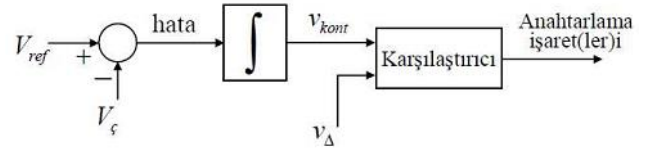
2) Aşağıdaki devrede $L = 2mH$, $C = 470\mu F$, $R_y = 50\Omega$, $V_d = 10V$ 'tur. $f_a = 1kHz$ anahtarlama frekansı ile çıkışta ortalama 25V elde etmek için gereken çalışma oranını (D) bulunuz. Bu çalışma için giriş akımı, çıkış akımı ve çıkış gücü ortalamalarını bulunuz. i_L kesikli değilse $\Delta v_c / V_c$ 'yi de bulunuz.



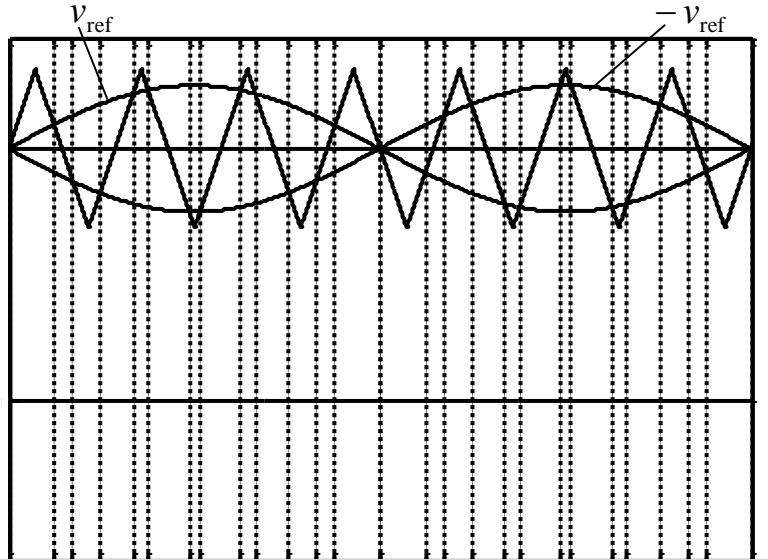
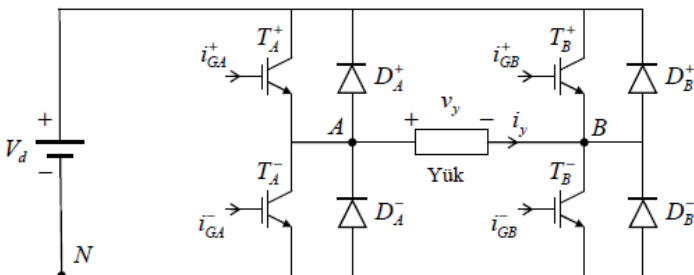
Derste anlatılan devreler için formüller	I_c^{ss}	i_L sürekliyse		i_L kesikliyse	
		V_c/V_d	$\Delta v_c/V_c$	Δ_1	V_c/V_d
Alçaltıcı	$\frac{V_d T_a}{2L} D(1-D)$	D	$\frac{T_a^2(1-D)}{8LC}$	$\frac{2LI_c}{T_a V_d D}$	$\frac{D}{D+\Delta_1}$
Yükseltici		$\frac{1}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D+\Delta_1}{\Delta_1}$
Alçaltıcı-Yükseltici		$\frac{D}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$	$\frac{D}{\Delta_1}$	

3) Bir dc/dc çevirici yandaki blok şemada gösterildiği gibi denetleniyor. Burada V_{ref} çıkışta istenen voltaj, V_c çıkıştaki gerçek voltaj, v_Δ ise istenen anahtarlama frekansında uygun genlikte bir üçgen dalgadır. Sistemin çalışmasını grafikte ve

anahtarlama işaretlerinin ne zaman hangi yönde (iletim/kesim?) uygulandığını belirterek anlatınız.



4) Aşağıdaki tam köprü eviricide şekildeki referans gerilimi için tek yönlü gerilim anahtarlama PWM uygulanmaktadır. Çıkış geriliminin dalga şeklini çiziniz. Üzerinde temel bileşenini yaklaşık olarak gösteriniz. Üçgen dalga frekansı ile referans sinyal frekansı arasındaki oran nasıl tercih edilir, neden?



BAŞARILAR ...

Yard. Doç. Dr. Ata SEVİNÇ

GÜÇ ELEKTRONİĞİ BÜTÜNLEME CEVAP ANAHTARI

12 Haziran 2014

$$1) \hat{V}_{akt} = \hat{V}_h = 400V$$

$$\cos 60^\circ - \cos(60^\circ + \ddot{u}) = \frac{2 \times (2\pi \times 50) \times (7 \times 10^{-3}) \times 20}{400} = 0,2199$$

$$\cos(60^\circ + \ddot{u}) = 0,2801 \rightarrow 60^\circ + \ddot{u} = 73,7^\circ \rightarrow \boxed{\ddot{u} = 13,7^\circ}$$

$$t_{akt} = \frac{13,7^\circ}{360^\circ \times 50Hz} = 763 \mu s$$

$$V_{ydc}^{ideal} = \frac{3 \times 400V}{\pi} \cos 60^\circ = 191,0V$$

$$A_{\ddot{u}} = (2\pi \times 50) \times (7 \times 10^{-3}) \times 20V = 14\pi V$$

$$T_{vy} = \frac{2\pi}{6} = \pi/3 \rightarrow \Delta V_{ydc} = \frac{14\pi}{\pi/3} = 42,0V$$

K6

$$V_{ydc}^{gerçek} = 191,0V - 42,0V = 149,0V$$

$$2) T_a = 1/1kHz = 1ms = 10^{-3}s. \text{ Devre yükseltici}$$

$$V_g/V_d = 25V/10V = 2,5 \rightarrow \text{Dönüştürme oranı}$$

$$i_L \text{ sürekli varsayılırsa } \frac{1}{1-D'} = 2,5 \rightarrow 1-D' = 0,4 \rightarrow D' = 0,6$$

$$I_a^{ss'} = \frac{10 \times 10^{-3}}{2 \times 2 \times 10^{-3}} \times 0,6 \times (1-0,6) = 0,6A$$

$$\text{Çıkış akımı} = \frac{25V}{50\Omega} = \boxed{0,5A = I_g} < I_a^{ss'} \rightarrow \boxed{i_L \text{ kesikli}}$$

$D \neq D'$, $I_a^{ss'} \neq I_a^{ss}$ ama I_a^{ss} 'yi yeniden hesaplamaya gerek yok.

$$\frac{V_g}{V_d} = 2,5 = \frac{D + \Delta_1}{\Delta_1}, \quad \Delta_1 = \frac{2 \times (2 \times 10^{-3}) \times 0,5}{10^{-3} \times 10 \times D} = \frac{0,2}{D}$$

$\Delta_1 = 0,3652$

$$\rightarrow 2,5 = \frac{D}{\Delta_1} + 1 = \frac{D}{0,2/D} + 1 = 1 + \frac{D^2}{0,2} = 2,5$$

$$D^2/0,2 = 1,5 \rightarrow D^2 = 0,3 \rightarrow \boxed{D = 0,548}$$

Giriş akımı bundan bağımsız, dönüşüm oranından

$$I_d/I_g = 2,5 \rightarrow I_d/0,5A = 2,5 \rightarrow \boxed{I_d = 1,25A}$$

$$\text{Çıkış gücü} = V_g I_g = 25V \times 0,5A = \boxed{12,5W = P_g}$$

GÜÇ ELEKTRONİĞİ FİNAL SINAVI SORULARI

03 Haziran 2015 Süre 75 dakika

5. soru zorunludur. İlk dört sorudan en az puan aldığınız dikkate alınmayacaktır.

1) Şekil 1'deki devrede tristörler idealdir. Kaynakların iç dirençleri de ihmal ediliyor. 50Hz'de, $\hat{V}_h = 700V$ 'tur.

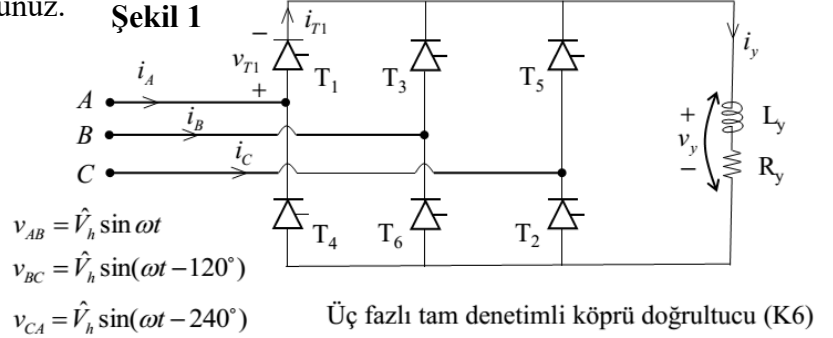
a) Kaynakların kaçak endüktanslarını ihmal ederek ortalama yük geriliminin 628V olması için gereken α ateşleme açısını bulunuz.

b) Kaynakların her birinin $L_k = 15,8mH$ seri kaçak endüktansını dikkate alarak ve $\alpha = 105^\circ$ ateşleme açısıyla sgd'siz olarak $I_d = 17A$ 'lık tam süzölmüş akımla ($L_y \approx \infty$) çalışıldığı durum için aktarım açısını (\ddot{u}) ve aktarım süresini bulunuz.

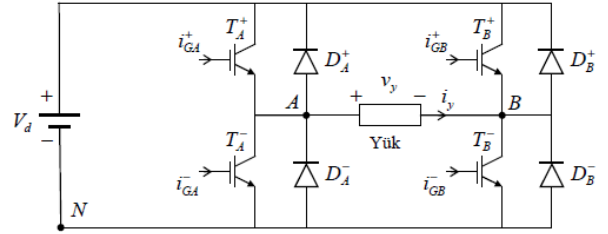
$$\cos \alpha - \cos(\alpha + \ddot{u}) = \frac{2\omega L_k I_d}{\hat{V}_{akt}}$$

$$V_{ydc} = \begin{cases} \frac{3\hat{V}_h}{\pi} \left(1 + \cos\left(\alpha + \frac{\pi}{3}\right)\right) & \alpha > \pi/3 \text{ iken "sgd varsa veya yük omikse"} \\ \frac{3\hat{V}_h}{\pi} \cos \alpha & \text{sgd'siz tam süzölmüş akımlıda veya } \alpha < \pi/3 \text{ ise} \end{cases}$$

Şekil 1



Şekil 2

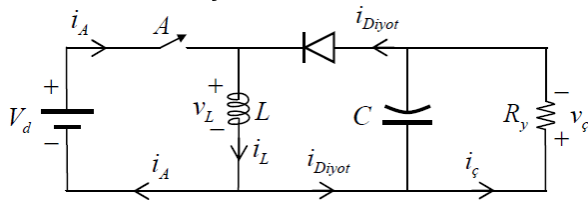


2) Şekil 2'deki tam köprü devre DC/DC çevirici olarak kullanılıyor ve çift yönlü gerilim anahtarlamalı PWM uygulanıyor. Şekil 6'da verilen üçgen dalga ve kontrol işareti için çıkış gerilimini (v_y) çiziniz. Bu gerilim ile beslenen yük

endüktif olup şekil üzerinde görülen maksimum ve minimum (I_{max} , I_{min}) sınırlar arasında değişim göstermektedir. Yük akımını (i_y) Şekil 6 üzerine çiziniz. Bir periyot içinde v_y ile i_y 'den herhangi birinin her işaret değişimi için diyot ve IGBT'lerden hangisinin/hangilerinin iletimde olduğunu zaman aralıklarına göre belirtiniz.

3) Şekil 3'teki devrede $L = 4mH$, $C = 220\mu F$, $R_y = 10\Omega$, $V_d = 50V$, çalışma oranı $D = 0,6$, anahtarlama frekansı $f_a = 1kHz$ olduğuna göre giriş akımı, çıkış akımı, çıkış voltajı ve çıkış gücünü ortalama olarak bulunuz. i_L kesikli değilse $\Delta v_\zeta / V_\zeta$ 'yi de bulunuz.

Şekil 3



Derste anlatılan devreler için formüller	I_ζ^{ss}	i_L sürekliyse		i_L kesikliyse	
		V_ζ / V_d	$\Delta v_\zeta / V_\zeta$	Δ_1	V_ζ / V_d
Alçaltıcı		D	$\frac{T_a^2(1-D)}{8LC}$		$\frac{D}{D + \Delta_1}$
Yükseltici	$\frac{V_d T_a}{2L} D(1-D)$	$\frac{1}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$	$\frac{2LI_\zeta}{T_a V_d D}$	$\frac{D + \Delta_1}{\Delta_1}$
Alçaltıcı - Yükseltici		$\frac{D}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D}{\Delta_1}$

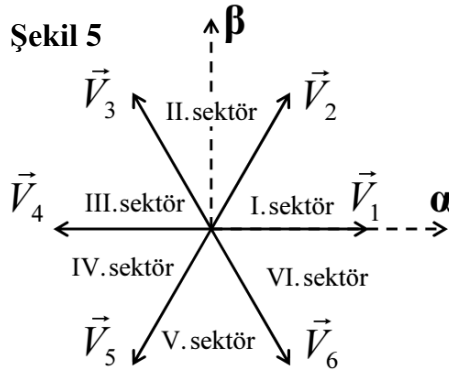
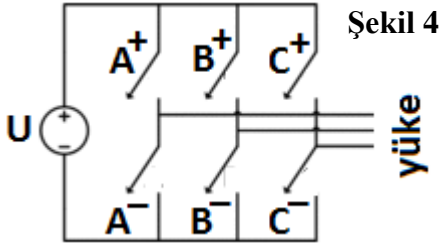
4) Şekil 2'deki tam köprü devre evirici olarak kullanılıyor ve Şekil 7'deki referans ve üçgen dalga kullanılarak tek yönlü gerilim anahtarlamalı PWM uygulanıyor. Çıkış gerilimini Şekil 7 üzerine çiziniz. Üzerinde temel bileşenini yaklaşık olarak gösteriniz. Üçgen dalga frekansı ile referans sinyal frekansı arasındaki oran nasıl tercih edilir, neden?

5) Şekil 4'te basitleştirilerek çizilmiş üç fazlı köprü eviriciye uzay vektörlü PWM uygulanıyor. Şekil 5'te de 2 fazlı $a\beta$ düzleminde temel vektörler isimlendirilerek gösterilmiştir.

a) Referans (talep) vektörünün IV. sektörde olması halinde temel vektörlerin hangi sırayla uygulanacağını belirtiniz. (Keyfi bir durumdan başlayıp ardışık 15 durum için vektörleri sıralayınız. ..., \vec{V}_k , \vec{V}_m , \vec{V}_n , ... gibi.)

b) \vec{V}_5 vektörünün uygulandığı bir anda Şekil 4'teki anahtarlardan hangilerinin iletimde olduğunu yazınız.

Öğrenci No:	GÜÇ ELEKTRONİĞİ FİNAL SINAVI	1	2	3	4	TOPLAM
Adı Soyadı	ÇİZİM KÂĞIDI 03.06.2015					



\vec{V}_0 : A⁻, B⁻, C⁻ iletimde

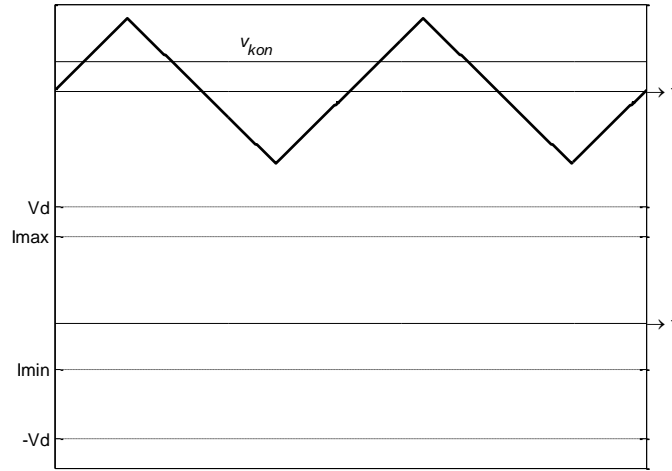
\vec{V}_7 : A⁺, B⁺, C⁺ iletimde

$\vec{V}_1, \dots, \vec{V}_6$ vektörlerinin büyüklüğü $2U/3$

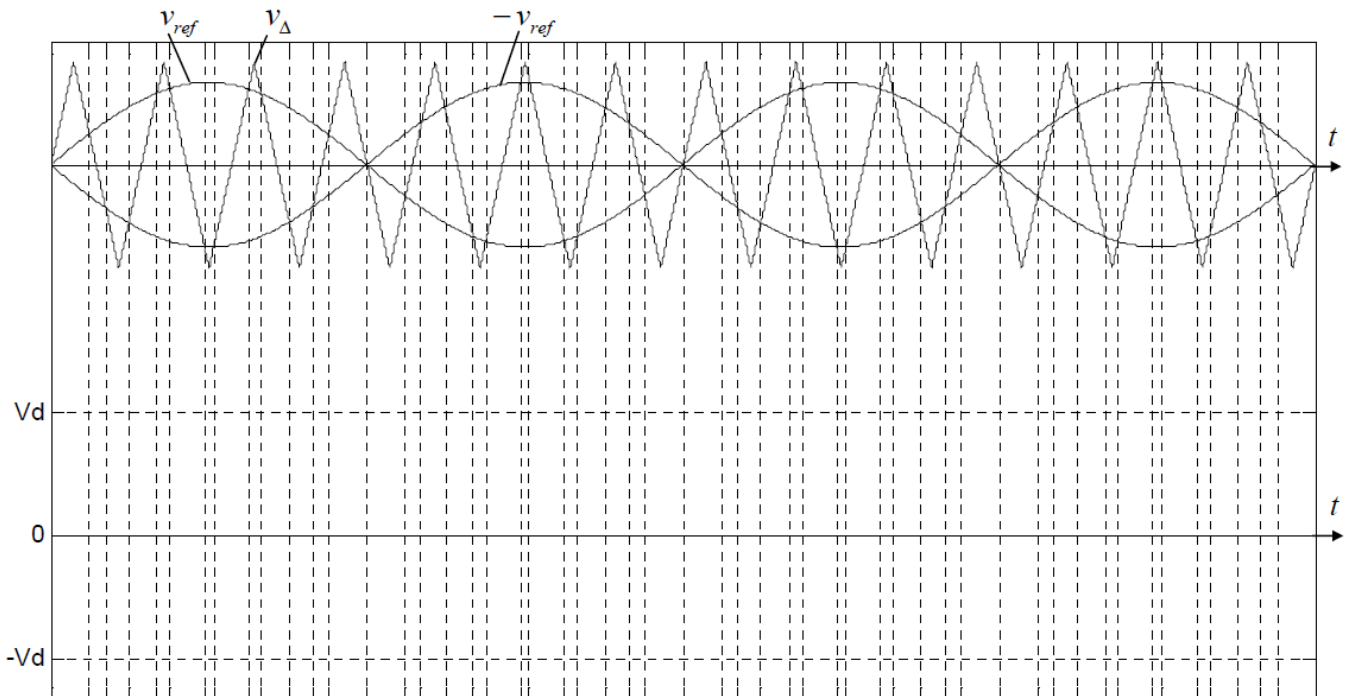
$$\begin{bmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2/3 & -1/3 & -1/3 \\ 0 & 1/\sqrt{3} & -1/\sqrt{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_A \\ v_B \\ v_C \end{bmatrix}$$

Cevabınız bu Clarke dönüşümü ile uyumlu olmalıdır.

Şekil 6



Şekil 7



GÜÇ ELEKTRONİĞİ FİNAL SINAVI CEVAP ANAHTARI

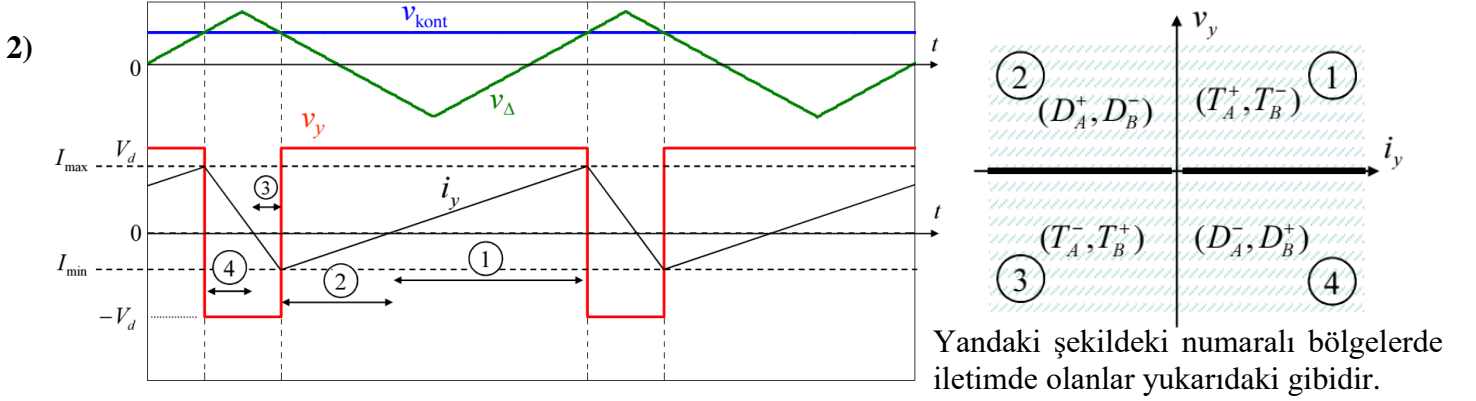
03 Haziran 2015

1) a) $\frac{3\hat{V}_h}{\pi} = \frac{3 \times 700 V}{\pi} = 668,45 V$ Yani $\frac{628 V}{668,45 V} = 0,9395$ ya $1 + \cos(\alpha + 60^\circ)$ 'dir, ya da $\cos \alpha$ 'dır. Birinci

ihhtimale göre $\cos(\alpha + 60^\circ) = -0,0605$ yani $\alpha = 33,5^\circ$ bulunur ki bu $\alpha > 60^\circ$ için geçerli formülle elde edildiği için çelişkilidir. Diğer ihtimale göre ise α açısı $20,0^\circ$ bulunur. Bunun formülü $\alpha < 60^\circ$ olan her durumda geçerli olduğu için sonuç tutarlıdır. $\alpha = 20,0^\circ$

b) $\hat{V}_{akt} = \hat{V}_h = 700 V$ (zaten fazlararası verildiği için ayrıca $\sqrt{3}$ ile çarpmıyoruz.)

$\cos 105^\circ - \cos(105^\circ + \ddot{u}) = 0,241 \rightarrow \ddot{u} = 15,0^\circ \rightarrow t_{akt} = \frac{\ddot{u}}{\omega} = \frac{15,0^\circ}{360^\circ \times 50 Hz} = t_{akt} = 0,833 ms$



3) Devre alçaltıcı-yükselticidir. Anahtarlama periyodu: $T_a = 1/f_a = 1/1 kHz = 1 ms$

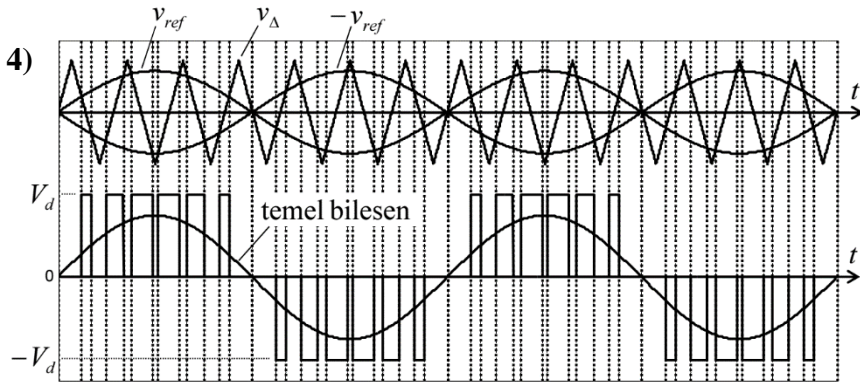
Önce i_L 'nin sürekli olduğunu varsayalım. $\frac{V_\zeta'}{V_d} = \frac{D}{1-D} = \frac{0,6}{0,4} = 1,5 = \frac{V_\zeta'}{50 V} \rightarrow V_\zeta' = 75 V \rightarrow I_\zeta' = \frac{75 V}{10 \Omega} = 7,5 A$

i_L 'nin sürekliliği için sınır akım: $I_\zeta^{ss} = \frac{50 V \times 10^{-3} s}{2 \times 4 \times 10^{-3} H} \cdot 0,6 \cdot (1 - 0,6) = 1,5 A = I_\zeta^{ss} < I_\zeta'$ Demek ki varsayımımız

doğru, i_L sürekli. $V_\zeta' = V_\zeta = 75 V$ $I_\zeta' = I_\zeta = 7,5 A$ Çıkış gücü: $V_\zeta \cdot I_\zeta = 75 V \cdot 7,5 A = P_\zeta = 562,5 W$

Giriş gücü de aynı (kayıpsız) olduğu için ortalama giriş akımını $I_d = \frac{P_\zeta}{V_d} = \frac{562,5 W}{50 V} = I_d = 11,25 A$

Dalgalılık oranı: $\Delta v_\zeta / V_\zeta = (DT_a) / (R_y C) = (0,6 \cdot 10^{-3}) / (10 \times 220 \times 10^{-6}) = 0,273 = \Delta v_\zeta / V_\zeta = \%27,3$



Tek yönlü gerilim anahtarlama PWM yönteminde v_y 'nin tek harmonik simetrisinin sağlanması için üçgen dalga frekansının v_{ref} frekansının tam katı olması yeterlidir ve bu yüzden tam katı tercih edilir.

5) a) ..., $\vec{V}_0, \vec{V}_5, \vec{V}_4, \vec{V}_7, \vec{V}_4, \vec{V}_5, \vec{V}_0, \vec{V}_5, \vec{V}_4, \vec{V}_7, \vec{V}_4, \vec{V}_5, \vec{V}_0, \vec{V}_5, \vec{V}_4, \dots$ Bu sıralama, her anahtarlama durumu $\underbrace{\vec{V}_0, \vec{V}_5, \vec{V}_4, \vec{V}_7, \vec{V}_4, \vec{V}_5, \vec{V}_0, \vec{V}_5, \vec{V}_4, \vec{V}_7, \vec{V}_4, \vec{V}_5, \vec{V}_0, \vec{V}_5, \vec{V}_4, \dots}_{1 \text{ anahtarlama periyodu}}$ değişiminde yalnız bir modülün anahtarlarının değiştirilmesiyle en az anahtarlama kaybı mantığına göre belirlenir.

b) A⁻, B⁻, C⁺ iletimdedir, diğer anahtarlar kesimdedir. (Bu durumda kaynağın negatif ucuna göre $v_A = v_B = 0$, $v_C = U$ olur. Clarke dönüşümünün $v_\alpha = -U/3, v_\beta = -U/\sqrt{3}$ vermesinden, bu temel vektörün $v_\alpha + jv_\beta = (2U/3)\angle(-120^\circ)$ kutupsal karşılığında \vec{V}_5 olduğu doğrulanabilir.)

GÜÇ ELEKTRONİĞİ BÜTÜNLEME SINAVI SORULARI

24 Haziran 2015 Süre 75 dakika

5. soru zorunludur. İlk dört sorudan en az puan aldığınız dikkate alınmayacaktır.

1) Şekil 1'deki devrede tristörler idealdir. Kaynakların iç dirençleri de ihmal ediliyor. $L_y \approx \infty$ ve 50Hz'de,

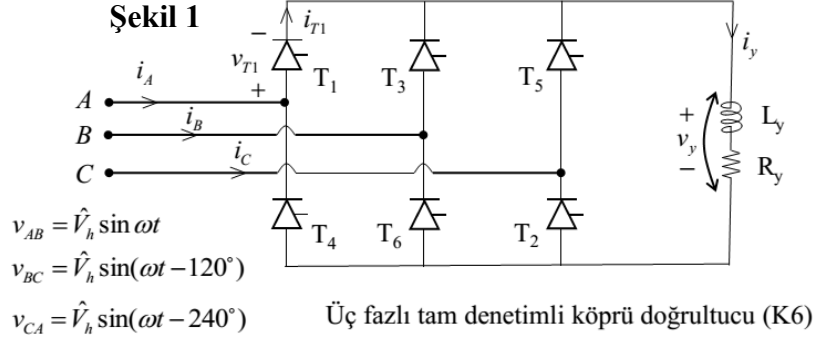
$\hat{V}_h = 540V$ 'tur.

a) Kaynakların kaçak endüktanslarını ihmal ederek ortalama yük geriliminin 455V olması için gereken α ateşleme açısını bulunuz.

b) Kaynakların her birinin $L_k = 5mH$ seri kaçak endüktansını dikkate alarak ve $\alpha = 45^\circ$ ateşleme açısıyla $I_d = 20A$ 'lik akımla çalışıldığı durum için aktarım açısını (\ddot{u}) ve aktarım süresini bulunuz.

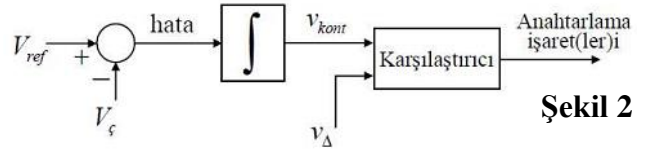
$$\cos \alpha - \cos(\alpha + \ddot{u}) = \frac{2\omega L_k I_d}{\hat{V}_{akt}}$$

$$V_{ydc} = \begin{cases} \frac{3\hat{V}_h}{\pi} \left(1 + \cos\left(\alpha + \frac{\pi}{3}\right)\right) & \alpha > \pi/3 \text{ iken "sgd varsa veya yük omikse"} \\ \frac{3\hat{V}_h}{\pi} \cos \alpha & \text{sgd'siz tam sızulmuş akımlıda veya } \alpha < \pi/3 \text{ ise} \end{cases}$$



2) Bir DC/DC çevirici Şekil 2'deki blok şemada gösterildiği gibi denetleniyor. Burada V_{ref} çıkışta

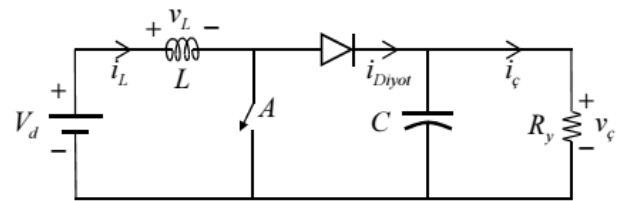
istenilen voltaj, V_ζ çıkıştaki gerçek voltaj, v_Δ ise istenen anahtarlama frekansında uygun genlikte bir üçgen dalgadır. Sistemin çalışmasını grafiklerle ve anahtarlama işaretlerinin ne zaman hangi yönde (iletim/kesim?) uygulandığını belirterek anlatınız.



3) Şekil 3'teki devrede $L = 470 \mu H$, $C = 100 \mu F$, $R_y = 40 \Omega$, $V_d = 20V$, anahtarlama frekansı $f_a = 1 kHz$ olduğuna göre çıkışta 60V alınması için gereken çalışma oranı (*duty cycle*) nedir? Bu çalışma için giriş ve çıkış akımı ile çıkış gücü ortalamalarını bulunuz. i_L kesikli değilse $\Delta v_\zeta / V_\zeta$ 'yi de bulunuz.

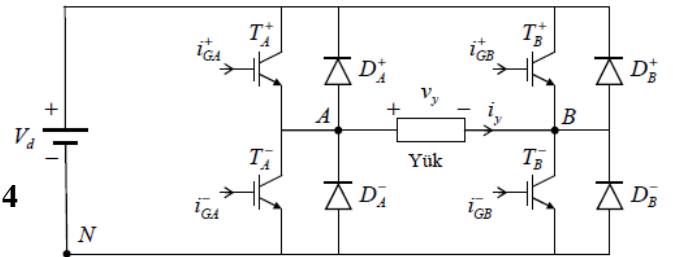
Derste anlatılan devreler için formüller	I_ζ^{ss}	i_L süreklilyse		i_L kesikliyse	
		V_ζ / V_d	$\Delta v_\zeta / V_\zeta$	Δ_1	V_ζ / V_d
Alçaltıcı	$\frac{V_d T_a}{2L} D(1-D)$	D	$\frac{T_a^2 (1-D)}{8LC}$	$\frac{D}{D + \Delta_1}$	$\frac{D}{D + \Delta_1}$
Yükseltici		$\frac{1}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$	$\frac{2LI_\zeta}{T_a V_d D}$	$\frac{D + \Delta_1}{\Delta_1}$
Alçaltıcı - Yükseltici		$\frac{D}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D}{\Delta_1}$

Şekil 3



4) Şekil 4'teki tam köprü devre evirici olarak kullanılıyor ve Şekil 7'deki referans ve üçgen dalga kullanılarak tek yönlü gerilim anahtarlama PWM uygulanıyor. Çıkış gerilimini Şekil 7 üzerine çiziniz. Üzerinde temel bileşenini yaklaşık olarak gösteriniz. Üçgen dalga frekansıyla referans sinyal frekansı arasındaki oran nasıl tercih edilir, neden?

Şekil 4

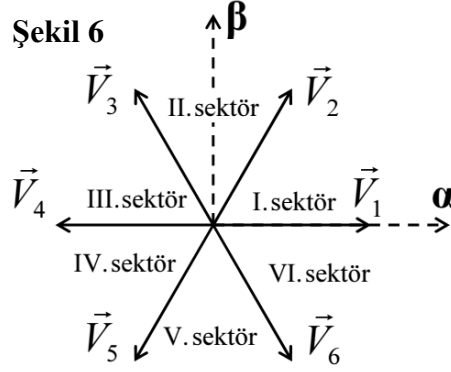
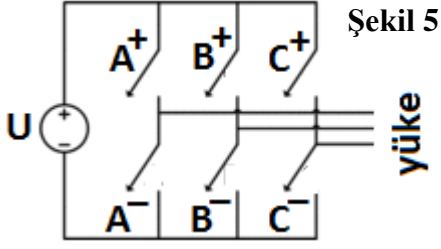


5) Şekil 5'te basitleştirilerek çizilmiş üç fazlı köprü eviriciye uzay vektörlü PWM uygulanıyor. Şekil 6'da 2 fazlı $\alpha\beta$ düzleminde temel vektörler isimlendirilerek gösterilmiştir.

a) Referans (talep) vektörünün II. sektörde olması halinde temel vektörlerin hangi sırayla uygulanacağını belirtiniz. (Keyfi bir durumdan başlayıp ardışık 15 durum için vektörleri sıralayınız. ..., \vec{V}_k , \vec{V}_m , \vec{V}_n , ... gibi.)

b) A^- , B^- , C^+ anahtarlarının iletimde, diğer anahtarların kesimde olduğu durum, hangi temel vektöre karşılık gelir? Nedenini Clarke dönüşümünü kullanarak belirtiniz.

Öğrenci No:		1	2	3	4	5	TOPLAM
Adı Soyadı							



\vec{V}_0 : A⁻, B⁻, C⁻ iletimde

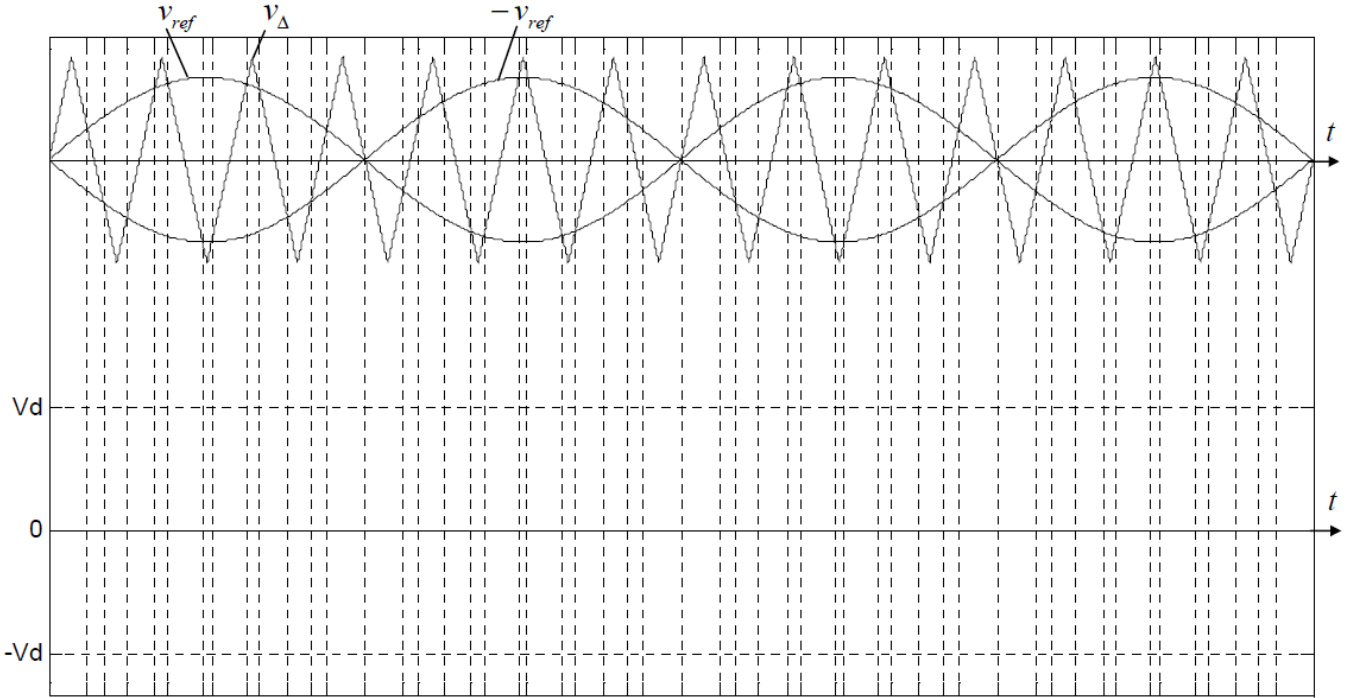
\vec{V}_7 : A⁺, B⁺, C⁺ iletimde

$\vec{V}_1, \dots, \vec{V}_6$ vektörlerinin büyüklüğü = $2U/3$

Clarke dönüşümü:

$$\begin{bmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2/3 & -1/3 & -1/3 \\ 0 & 1/\sqrt{3} & -1/\sqrt{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_A \\ v_B \\ v_C \end{bmatrix}$$

Şekil 7

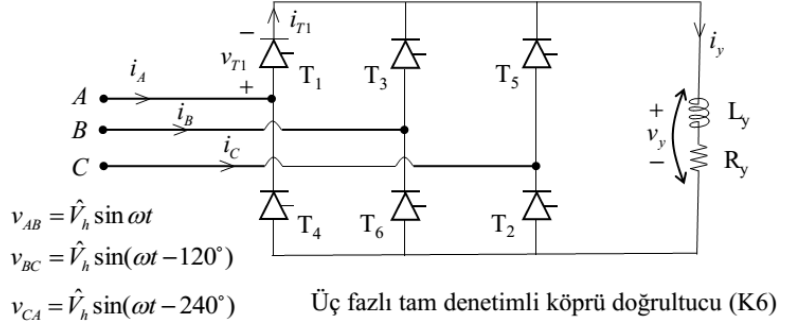


Öğrenci No:	Numaranızı okunaklı yazınız	1	2	3	4	TOPLAM
Adı Soyadı						

GÜÇ ELEKTRONİĞİ FİNAL SINAVI SORULARI

26 Mayıs 2016 Süre 75 dakika

1) Yandaki devrede tristörler ideal, A, B, C uçlarına bağlı sekonderi Y trafonun her bir faz sekonder sargısının kaçak reaktansı ise $L_k = 7mH$ 'dir. $\alpha = 75^\circ$ ateşleme açısıyla $I_d = 27A$ değerinde tam süzölmüş akımla ($L_y \approx \infty$) çalışılıyor. Şebeke frekansı 50Hz, $\hat{V}_h = 690V$ 'tur (fazlararası). Buna göre aktarım açısını(\hat{u}), aktarım süresini(t_{akt}), aktarımın etkisi de dikkate alındığında yük üzerindeki ortalama gerilimi ($V_{ydc}^{gerçek}$) hesaplayınız. (8+5+12 puan)



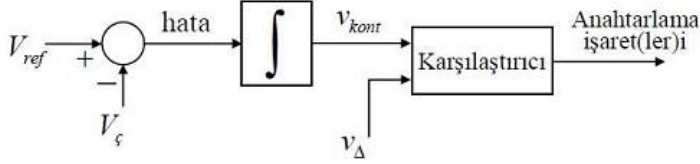
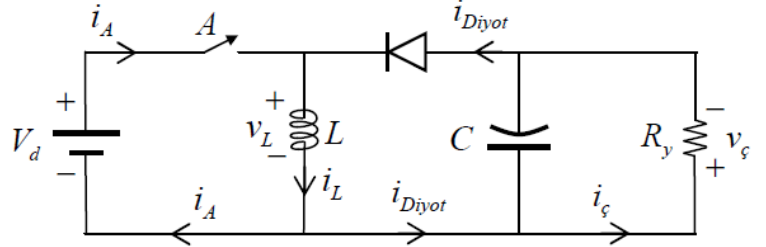
$$v_{AB} = \hat{V}_h \sin \omega t$$

$$v_{BC} = \hat{V}_h \sin(\omega t - 120^\circ)$$

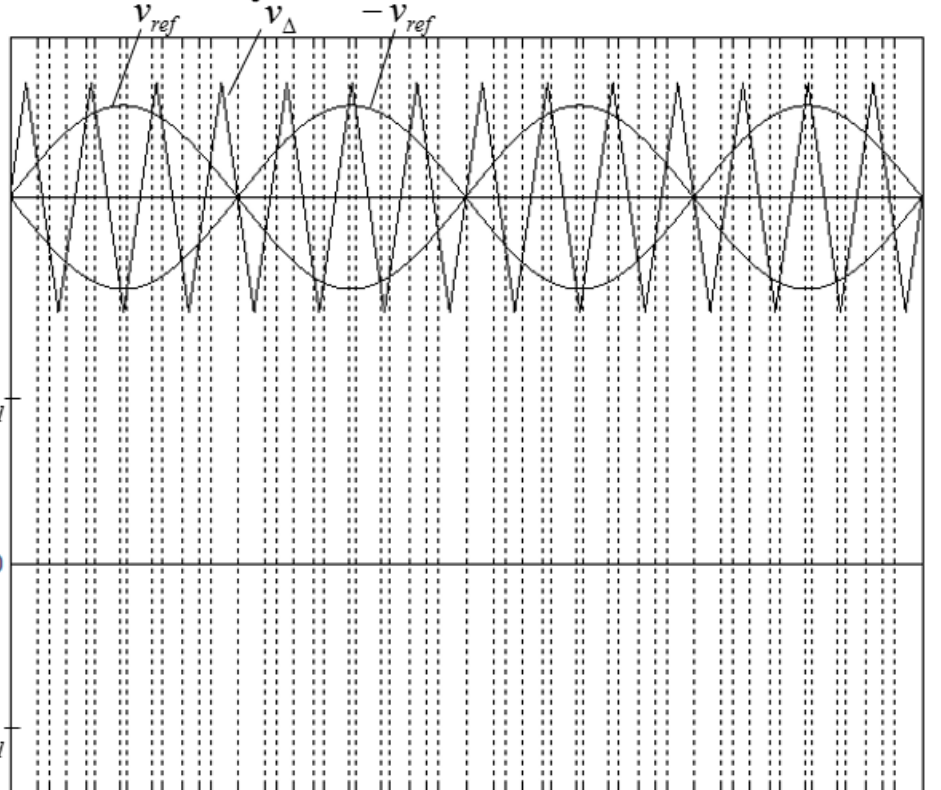
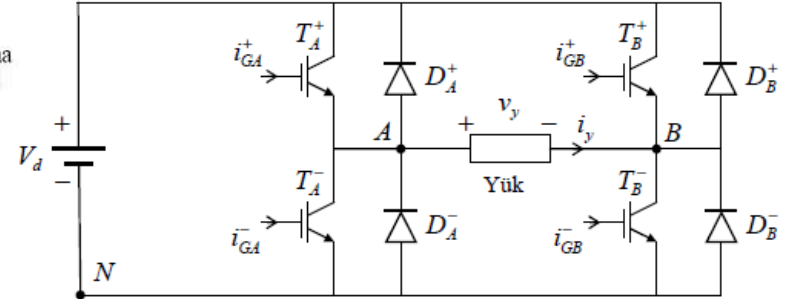
$$v_{CA} = \hat{V}_h \sin(\omega t - 240^\circ)$$

$$\cos \alpha - \cos(\alpha + \hat{u}) = \frac{2\omega L_k I_d}{\hat{V}_{akt}} \quad A_{ii} = \omega L_k I_d \quad V_{ydc}^{ideal} = \frac{3\hat{V}_h}{\pi} \cos \alpha$$

2) Yandaki devrede $L = 150 \mu H$, $C = 220 \mu F$, $R_y = 10 \Omega$, $V_d = 12V$ 'tur. $f_a = 2kHz$ anahtarlama frekansı ve $D=0,7$ çalışma oranı ile çalışıyor. Çıkış geriliminin ve gücünün ortalamalarını bulunuz. Endüktans akımını sürekli bulursanız $\Delta v_\zeta / V_\zeta$ 'yi de bulunuz.



3) Bir dc/dc çevirici yukarıdaki blok şemada gösterildiği gibi denetleniyor. Burada V_{ref} çıkışta istenen voltaj, V_ζ çıkıştaki gerçek voltaj, v_Δ ise istenen anahtarlama frekansında uygun genlikte bir üçgen dalgadır. Sistemin çalışmasını grafiklerle ve anahtarlama işaretlerinin ne zaman hangi yönde (iletim/kesim?) uygulandığını belirterek anlatınız.



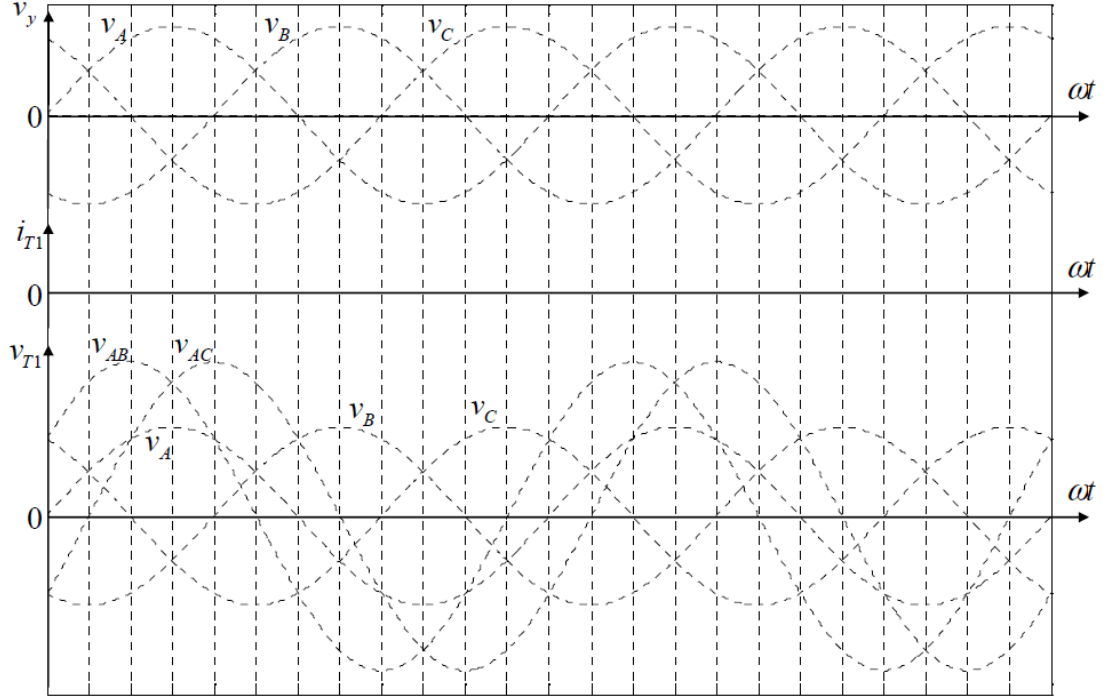
4) Yukarıda sağdaki tam köprü eviricide, yandaki şekildeki referans gerilimi için tek yönlü gerilim anahtarlama PWM uygulanıyor. Çıkış geriliminin dalga şeklini çiziniz. Üzerinde temel bileşenini yaklaşık olarak gösteriniz. Üçgen dalga frekansı ile referans sinyal frekansı arasındaki oran nasıl tercih edilir, neden?

Derste anlatılan devreler için formüller	I_{ζ}^{ss}	i_L sürekliyse		i_L kesikliyse	
		V_{ζ}/V_d	$\Delta v_{\zeta}/V_{\zeta}$	Δ_1	V_{ζ}/V_d
Alçaltıcı	$\frac{V_d T_a}{2L} D(1-D)$	D	$\frac{T_a^2(1-D)}{8LC}$	$\frac{2LI_{\zeta}}{T_a V_d D}$	$\frac{D}{D+\Delta_1}$
Yükseltici		$\frac{1}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D+\Delta_1}{\Delta_1}$
Alçaltıcı - Yükseltici		$\frac{D}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D}{\Delta_1}$

GÜÇ ELEKTRONİĞİ BÜTÜNLEME SINAVI SORULARI

16 Haziran 2016 Süre: 60 dakika

1) Aşağıdaki şekilde verilen O3 doğrultucu devresi, değerinde tam süzölmüş I_d akımıyla ($L_y \approx \infty$) ve $\alpha = 120^\circ$ ateşleme açısıyla kısa bir süredir çalışmaktadır. Tristörler idealdir. Şekildeki trafo sekonder sargıları da bu soruda ideal kabul ediliyor. v_y , v_{T1} ve i_{T1} dalga şekillerini çiziniz. (10+10+5 puan)



$$\cos \alpha - \cos(\alpha + \ddot{u}) = \frac{2\omega L_k I_d}{\hat{V}_{akt}}$$

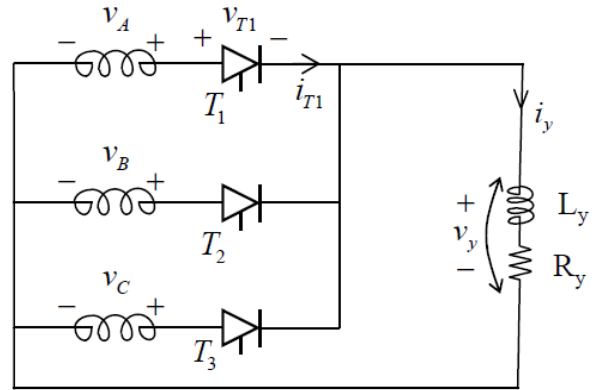
$$V_{ydc}^{ideal} = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} \hat{V} \cos \alpha$$

$$A_{\ddot{u}} = \omega L_k I_d$$

$$v_A = \hat{V} \sin \omega t$$

$$v_B = \hat{V} \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$v_C = \hat{V} \sin(\omega t - 240^\circ)$$



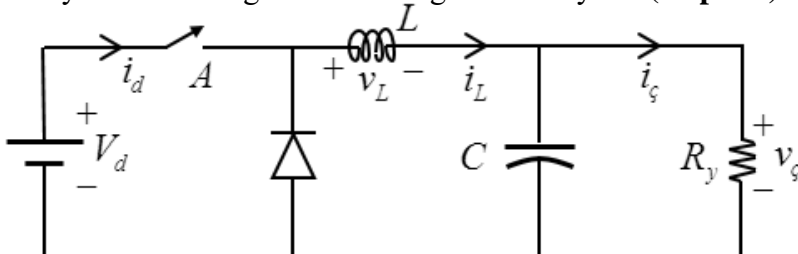
2) İlk sorudaki devre tam süzölmüş $I_d = 8A$ akımla, $\alpha = 120^\circ$ ateşleme açısıyla, 50Hz'de $\hat{V} = 155V$ gerilimle çalışıyor. Ancak bu soruda trafo sekonder sargısının kaçak endüktansı her bir faz için $L_k = 8mH$ 'dir.

a) Aktarım açısını (\ddot{u}) ve aktarım süresini (t_{akt}) bulunuz. (8+5 puan)

b) Aktarım etkisiyle birlikte v_y geriliminin ortalamasını bulunuz. (12 puan)

3) Aşağıdaki şekildeki devre, anahtarlama frekansı $f_a = 1kHz$, $V_d = 50V$, $R_y = 10\Omega$ ve $V_\zeta = 10V$ şartlarındayken i_L 'nin süreklilik/kesiklilik sınırında olması ve çıkış gerilimindeki dalgalılık oranının $\frac{\Delta v_\zeta}{V_\zeta} = \%2$

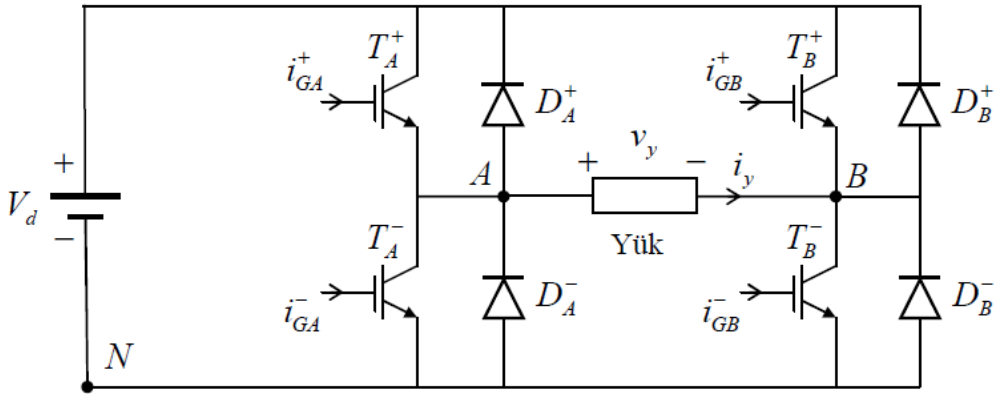
olması isteniyor. L ve C değerlerini buna göre belirleyiniz (25 puan).



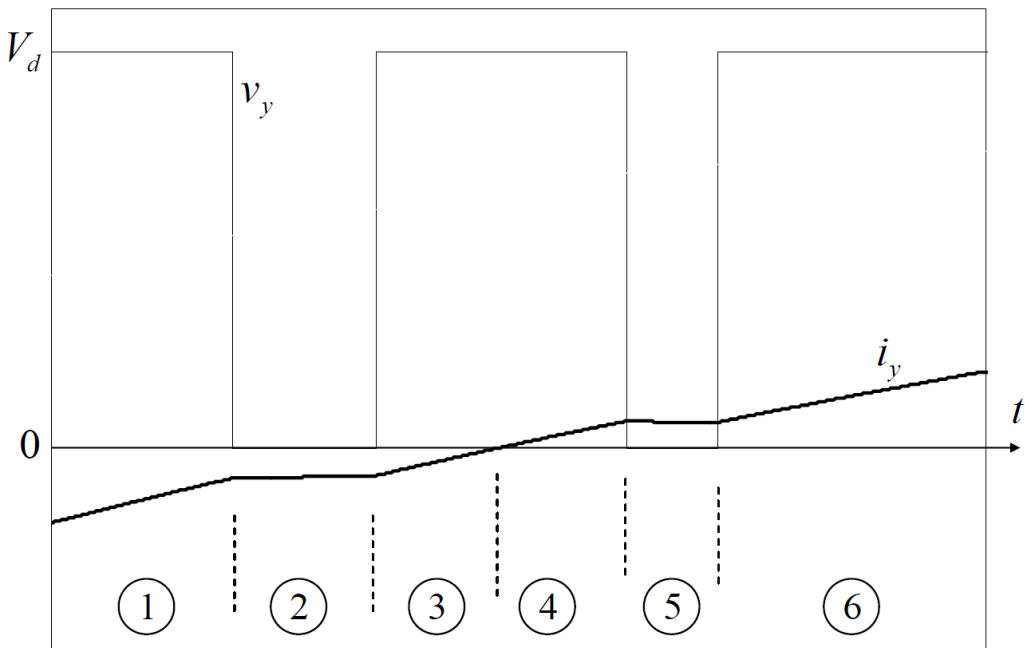
(... devamı arka sayfada)

Derste anlatılan dc/dc çevirici formülleri	I_{ξ}^{ss}	i_L sürekliyse		i_L kesikliyse	
		V_{ξ}/V_d	$\Delta v_{\xi}/V_{\xi}$	Δ_1	V_{ξ}/V_d
Alçaltıcı	$\frac{V_d T_a}{2L} D(1-D)$	D	$\frac{T_a^2(1-D)}{8LC}$	$\frac{2LI_{\xi}}{T_a V_d D}$	$\frac{D}{D+\Delta_1}$
Yükseltici		$\frac{1}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D+\Delta_1}{\Delta_1}$
Alçaltıcı - Yükseltici		$\frac{D}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D}{\Delta_1}$

4) Aşağıdaki H köprüsünde IGBT'ler, tek kutuplu gerilim anahtarlamalı PWM yöntemiyle anahtarlanmaktadır. Özel bir çalışmada, belirli bir zaman aralığında yük gerilimi (v_y) ve yük akımı (i_y) grafikleri daha aşağıda görüldüğü gibi olmaktadır. Bu grafiklerde numaralandırılmış 6 zaman aralığının her birinde diyot ve IGBT'lerden hangi ikisinin iletimde olduğunu yazınız. (25 puan)



Tam köprü (H köprüsü) DC/DC çevirici



GÜÇ ELEKTRONİĞİ FİNAL SINAVI SORULARI

02 Haziran 2017 Süre 75 dakika

Her soru 25 puanlıktır. En iyi 4 cevabınız dikkate alınacaktır.

1) Şekil 1'deki devrede tristörler idealdir. Kaynakların iç dirençleri de ihmal ediliyor. $L_y \approx \infty$ ve 50Hz'de,

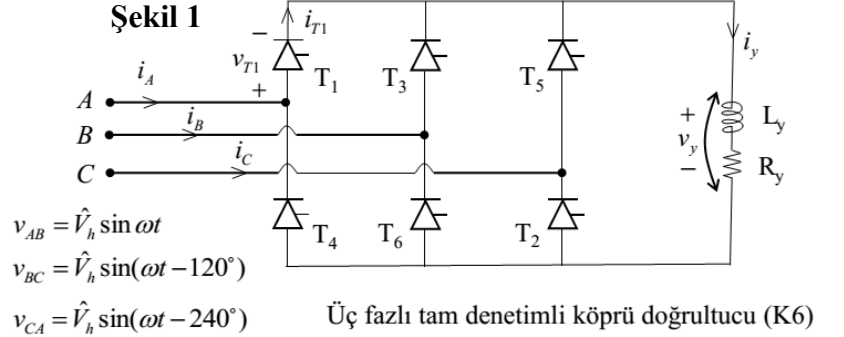
$\hat{V}_h = 320V$ 'tur.

a) Kaynakların kaçak endüktanslarını ihmal ederek ortalama yük geriliminin 200V olması için gereken α ateşleme açısını bulunuz.

b) Kaynakların her birinin $L_k = 8mH$ seri kaçak endüktansını dikkate alarak ve $\alpha = 75^\circ$ ateşleme açısıyla $I_d = 4A$ 'lik akımla çalışıldığı durum için aktarım açısını (\ddot{u}) ve aktarım süresini bulunuz.

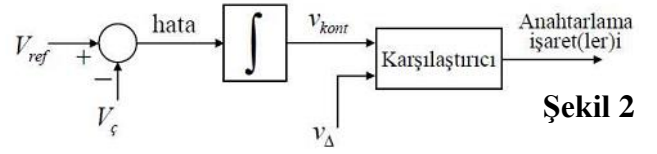
$$\cos \alpha - \cos(\alpha + \ddot{u}) = \frac{2\omega L_k I_d}{\hat{V}_{akt}}$$

$$V_{ydc} = \begin{cases} \frac{3\hat{V}_h}{\pi} \left(1 + \cos\left(\alpha + \frac{\pi}{3}\right)\right) & \alpha > \pi/3 \text{ iken "sgd varsa veya yük omikse"} \\ \frac{3\hat{V}_h}{\pi} \cos \alpha & \text{sgd'siz tam sızulmuş akımlıda veya } \alpha < \pi/3 \text{ ise} \end{cases}$$



2) Bir DC/DC çevirici Şekil 2'deki blok şemada gösterildiği gibi denetleniyor. Burada V_{ref} çıkışta

istenen voltaj, V_ζ çıkıştaki gerçek voltaj, v_Δ ise istenen anahtarlama frekansında uygun genlikte bir üçgen dalgadır. Sistemin çalışmasını grafiklerle ve anahtarlama işaretlerinin ne zaman hangi yönde (iletim/kesim?) uygulandığını belirterek anlatınız.

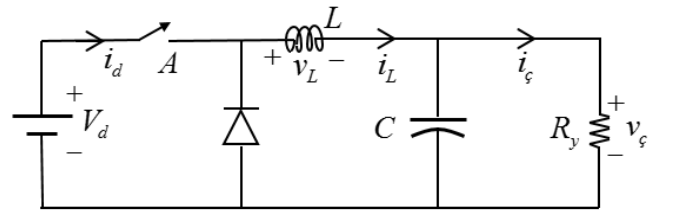


3) Şekil 3'teki devrede $L = 6,5 mH$, $C = 47\mu F$, $R_y = 40 \Omega$ 'dur. Devre, $f_a = 2 kHz$ anahtarlama frekansıyla ve $D = 0,25$ görev oranıyla çalışırken çıkışta 20V alınması için gereken V_d kaynak voltajı nedir?

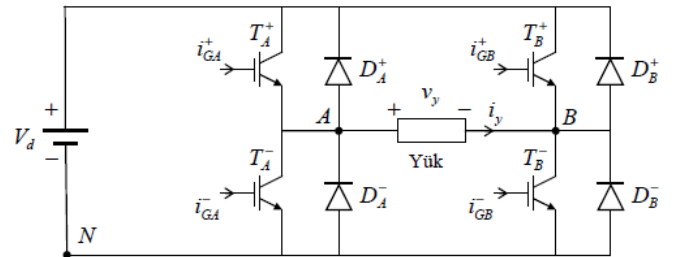
Derste anlatılan devreler için formüller	I_ζ^{ss}	i_L süreklilyse		i_L kesikliyse	
		V_ζ / V_d	$\Delta v_\zeta / V_\zeta$	Δ_1	V_ζ / V_d
Alçaltıcı		D	$\frac{T_a^2 (1-D)}{8LC}$		$\frac{D}{D + \Delta_1}$
Yükseltici	$\frac{V_d T_a}{2L} D(1-D)$	$\frac{1}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$	$\frac{2LI_\zeta}{T_a V_d D}$	$\frac{D + \Delta_1}{\Delta_1}$
Alçaltıcı - Yükseltici		$\frac{D}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D}{\Delta_1}$

4) Şekil 4'teki tam köprü devre evirici olarak kullanılıyor ve Şekil 7'deki referans ve üçgen dalga kullanılarak tek yönlü gerilim anahtarlama PWM uygulanıyor. Çıkış gerilimini Şekil 7 üzerine çiziniz. Üzerinde temel bileşenini yaklaşık olarak gösteriniz. Üçgen dalga frekansıyla referans sinyal frekansı arasındaki oran nasıl tercih edilir, neden?

Şekil 3



Şekil 4

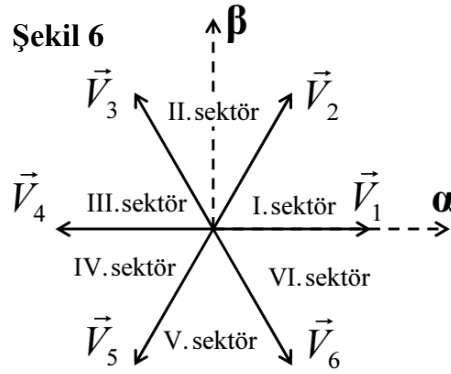
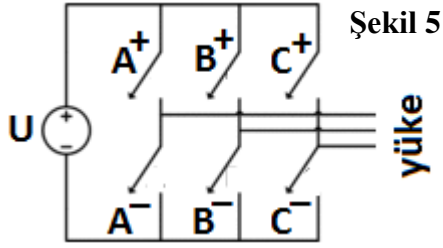


5) Şekil 5'te basitleştirilerek çizilmiş üç fazlı köprü eviriciye uzay vektörlü PWM uygulanıyor. Şekil 6'da 2 fazlı $\alpha\beta$ düzleminde temel vektörler isimlendirilerek gösterilmiştir.

a) Referans (talep) vektörünün IV. sektörde olması halinde temel vektörlerin hangi sırayla uygulanacağını belirtiniz. (Keyfi bir durumdan başlayıp ardışık 15 durum için vektörleri sıralayınız. ..., \vec{V}_k , \vec{V}_m , \vec{V}_n , ... gibi.)

b) A^+ , B^- , C^+ anahtarlarının iletimde, diğer anahtarların kesimde olduğu durum, hangi temel vektöre karşılık gelir? Nedenini Clarke dönüşümünü kullanarak belirtiniz.

Öğrenci No:		1	2	3	4	5	TOPLAM
Adı Soyadı							



\vec{V}_0 : A⁻, B⁻, C⁻ iletimde

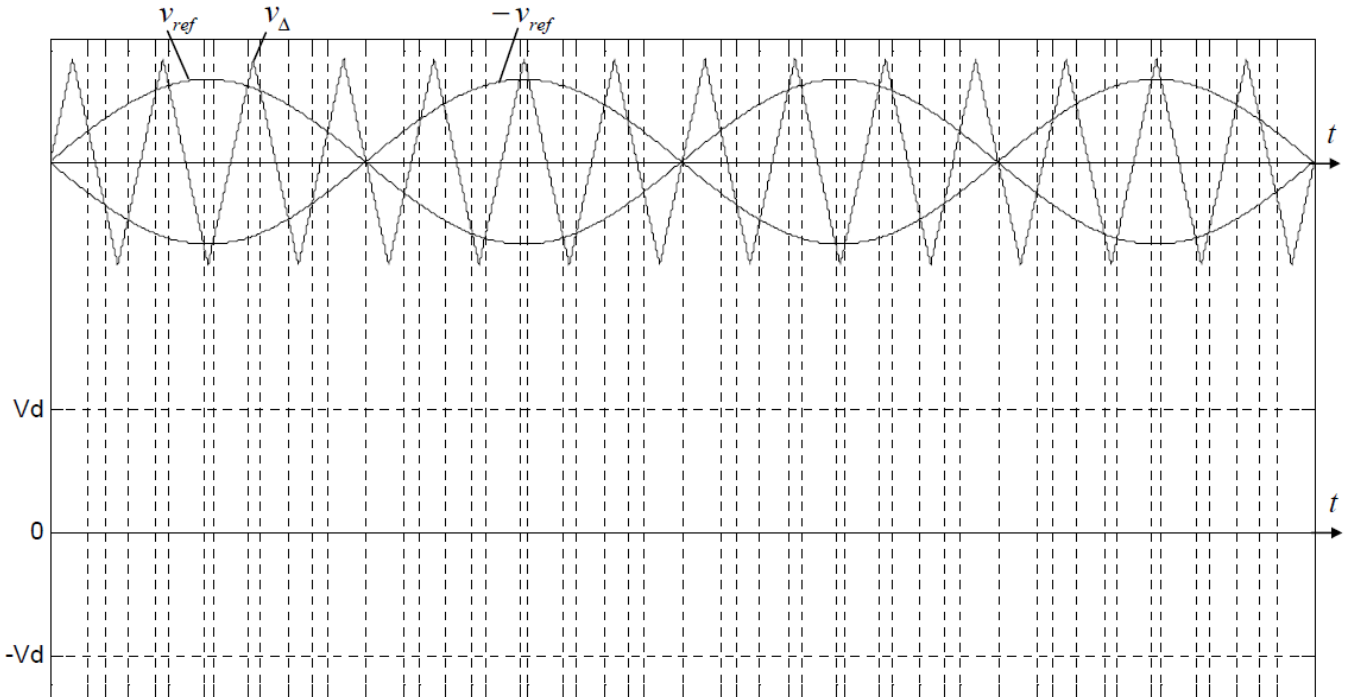
\vec{V}_7 : A⁺, B⁺, C⁺ iletimde

$\vec{V}_1, \dots, \vec{V}_6$ vektörlerinin büyüklüğü = $2U/3$

Clarke dönüşümü:

$$\begin{bmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2/3 & -1/3 & -1/3 \\ 0 & 1/\sqrt{3} & -1/\sqrt{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_A \\ v_B \\ v_C \end{bmatrix}$$

Şekil 7



GÜÇ ELEKTRONİĞİ BÜTÜNLEME SINAVI SORULARI

22 Haziran 2017 Süre 75 dakika

Her soru 25 puanlıktır.

1) Şekil 1'deki devrede tristörler idealdir. Kaynakların iç dirençleri de ihmal ediliyor. $L_y \approx \infty$ ve 50Hz'de,

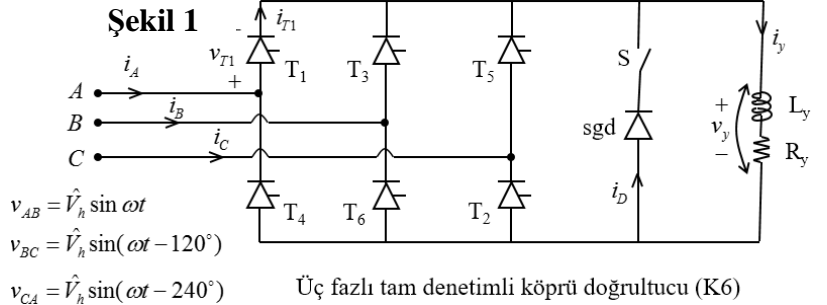
$\hat{V}_h = 600V$ 'tur.

a) Kaynakların kaçak endüktanslarını ihmal ederek, **S anahtarı kapalıyken** ortalama yük geriliminin 405V olması için gereken α ateşleme açısını bulunuz.

b) **S anahtarı açıkken** Kaynakların her birinin $L_k = 6mH$ seri kaçak endüktansını dikkate alarak ve $\alpha = 60^\circ$ ateşleme açısıyla $I_d = 12A$ 'lik akımla çalışıldığı durum için aktarım açısını (\ddot{u}) ve aktarım süresini bulunuz.

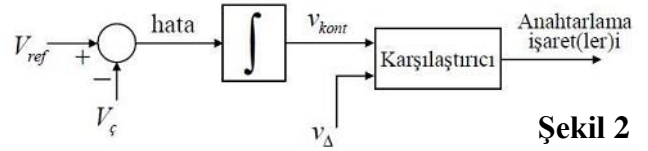
$$\cos \alpha - \cos(\alpha + \ddot{u}) = \frac{2\omega L_k I_d}{\hat{V}_{akt}}$$

$$V_{ydc} = \begin{cases} \frac{3\hat{V}_h}{\pi} \left(1 + \cos\left(\alpha + \frac{\pi}{3}\right)\right) & \alpha > \pi/3 \text{ iken "sgd varsa veya yük omikse"} \\ \frac{3\hat{V}_h}{\pi} \cos \alpha & \text{sgd'siz tam sızulmuş akımlıda veya } \alpha < \pi/3 \text{ ise} \end{cases}$$



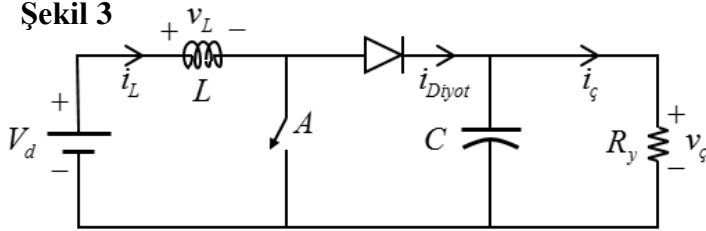
2) Bir DC/DC çevirici Şekil 2'deki blok şemada gösterildiği gibi denetleniyor. Burada V_{ref} çıkışta

istenen voltaj, V_c çıkıştaki gerçek voltaj, v_Δ ise istenen anahtarlama frekansında uygun genlikte bir üçgen dalgadır. Sistemin çalışmasını grafiklerle ve anahtarlama işaretlerinin ne zaman hangi yönde (iletim/kesim?) uygulandığını belirterek anlatınız.



3) Şekil 3'teki devrede $L = 225 \mu H$, $C = 225 \mu F$, $R_y = 15 \Omega$ 'dur. Devre, $f_a = 2 kHz$ anahtarlama frekansıyla ve $D = 0,12$ görev oranıyla çalışırken çıkışta 30V alınması için gereken V_d kaynak voltajı nedir?

Şekil 3

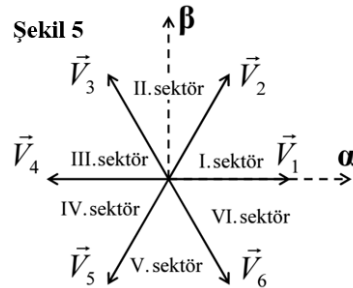
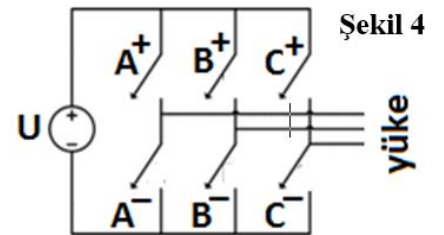


Derste anlatılan devreler için formüller	I_c^{ss}	i_L sürekliyse		i_L kesikliyse	
		V_c/V_d	$\Delta v_c/V_c$	Δ_1	V_c/V_d
Alçaltıcı	$\frac{V_d T_a}{2L} D(1-D)$	D	$\frac{T_a^2 (1-D)}{8LC}$	$\frac{2LI_c}{T_a V_d D}$	$\frac{D}{D + \Delta_1}$
Yükseltici		$\frac{1}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D + \Delta_1}{\Delta_1}$
Alçaltıcı - Yükseltici		$\frac{D}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$	$\frac{D}{\Delta_1}$	

4) Şekil 4'te basitleştirilerek çizilmiş üç fazlı köprü eviriciye uzay vektörlü PWM uygulanıyor. Şekil 5'te 2 fazlı $\alpha\beta$ düzleminde temel vektörler isimlendirilerek gösterilmiştir.

a) Referans (talep) vektörünün III. sektörde olması halinde temel vektörlerin hangi sırayla uygulanacağını belirtiniz. (Keyfi bir durumdan başlayıp ardışık 15 durum için vektörleri sıralayınız. ..., \vec{V}_k , \vec{V}_m , \vec{V}_n , ... gibi.)

b) A^- , B^+ , C^+ anahtarlarının iletimde, diğer anahtarların kesimde olduğu durum, hangi temel vektöre karşılık gelir? Nedenini Clarke dönüşümünü kullanarak belirtiniz.



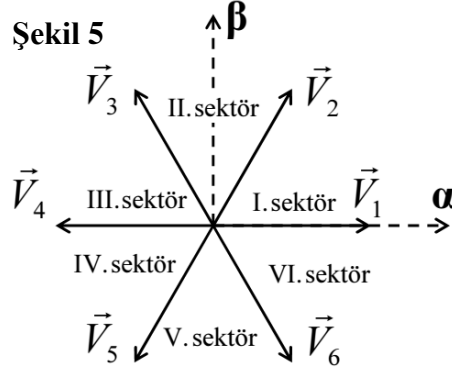
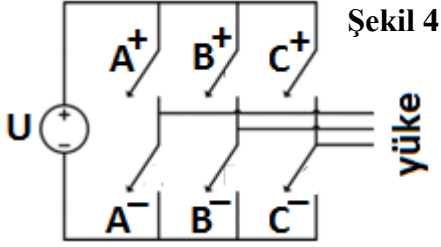
\vec{V}_0 : A^- , B^- , C^- iletimde
 \vec{V}_7 : A^+ , B^+ , C^+ iletimde

$\vec{V}_1, \dots, \vec{V}_6$ vektörlerinin büyüklüğü = $2U/3$

Clarke dönüşümü:

$$\begin{bmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2/3 & -1/3 & -1/3 \\ 0 & 1/\sqrt{3} & -1/\sqrt{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_A \\ v_B \\ v_C \end{bmatrix}$$

Öğrenci No:		1	2	3	4	5	TOPLAM
Adı Soyadı							



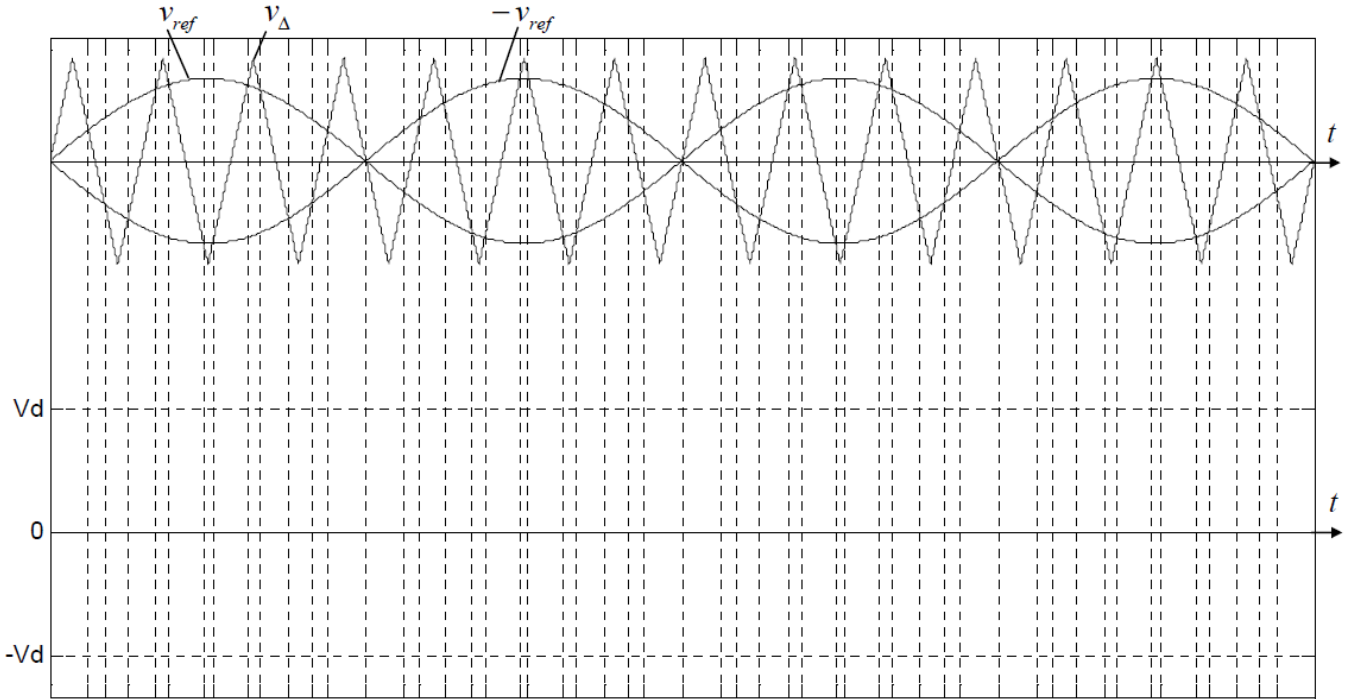
\vec{V}_0 : A⁻, B⁻, C⁻ iletimde

\vec{V}_7 : A⁺, B⁺, C⁺ iletimde

$\vec{V}_1, \dots, \vec{V}_6$ vektörlerinin büyüklüğü = $2U/3$

Clarke dönüşümü:
$$\begin{bmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2/3 & -1/3 & -1/3 \\ 0 & 1/\sqrt{3} & -1/\sqrt{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_A \\ v_B \\ v_C \end{bmatrix}$$

Şekil 7



GÜÇ ELEKTRONİĞİ FİNAL SINAVI SORULARI
31 Mayıs 2018 Süre 75 dakika
Her soru 20 puanlıktır. En iyi 5 cevabınız dikkate alınır.

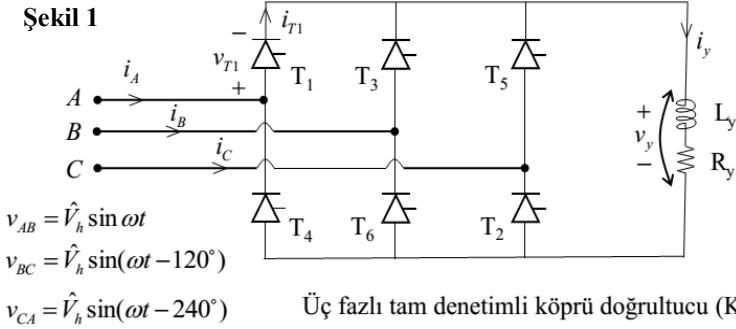
1) Şekil 1'deki doğrultucu $\hat{V}_h = 270 V$ gerilim, $\alpha=30^\circ$ ateşleme açısı ve 12A'lık tam süzölmüş akımla uzun bir süredir çalışmaktadır. Yıldız bağlı kaynağın faz başına 3,6mH kaçak endüktansı olup tristörler idealdir. $f = 50Hz$

a) Aktarım açısını (\hat{u}) ve aktarım süresini bulunuz. (12puan)

b) Aktarım çentiklerini **ihmal ederek** v_y dalgasını Şekil 6 üzerine çiziniz (en az $\omega t = 2\pi$ 'ye kadar). (8 puan)

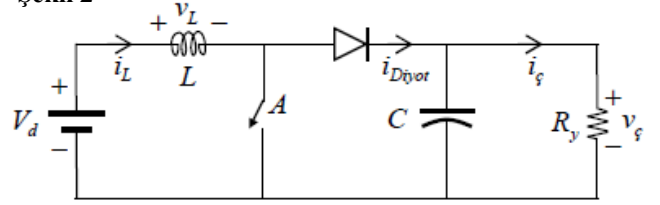
$$\cos \alpha - \cos(\alpha + \hat{u}) = \frac{2\omega L_k I_d}{\hat{V}_{akt}}$$

Şekil 1



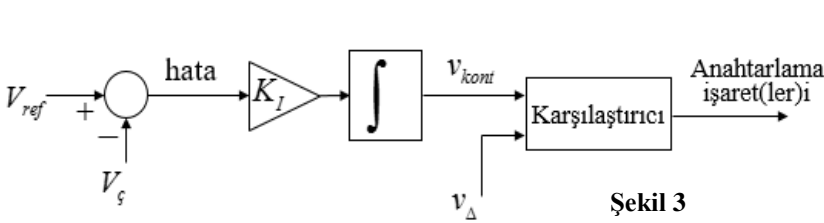
Üç fazlı tam denetimli köprü doğrultucu (K6)

Şekil 2

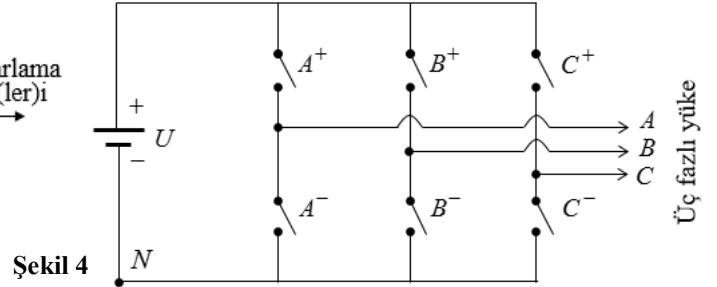


2) Şekil 2'deki DC/DC çeviricide $V_d = 40 V$, $L = 4mH$, $C = 680\mu F$, $R_y = 8 \Omega$ 'dur. A anahtarı $D = 0,3$ görev oranı (*duty cycle*) ve $f_a = 1kHz$ frekansla anahtarlanırken çıkış gerilimi ve giriş akımı (i_L) ortalama değerleri ne olur? i_L 'yi sürekli bulursanız çıkış gerilimindeki dalgalılık oranını ($\Delta v_c/V_c$) da bulunuz.

3) Bir DC/DC çevirici Şekil 3'teki blok şemada gösterildiği gibi denetleniyor. Burada V_{ref} çıkışta istenen voltaj, V_c çıkıştaki gerçek voltaj, v_Δ istenen anahtarlama frekansında uygun genlikte bir üçgen dalga, K_I ise bir kazanç katsayısıdır. Sistemin çalışmasını grafiklerle ve anahtarlama işaretlerinin ne zaman hangi yönde (iletim/kesim?) uygulandığını belirterek anlatınız.



Şekil 3



Şekil 4

4) Üç fazlı eviricinin basitleştirilmiş hali Şekil 4'te gösterilmiştir. Evirici, üçgen dalga (v_Δ) ile PWM yöntemiyle Şekil 7'de gösterilen v_A^{ref} , v_B^{ref} , v_C^{ref} referans sinyallerine göre anahtarlanarak çalıştırılıyor. Şekil 7 üzerinde V_{BC} gerilimini çiziniz ve temel bileşenini üzerinde yaklaşık olarak gösteriniz.

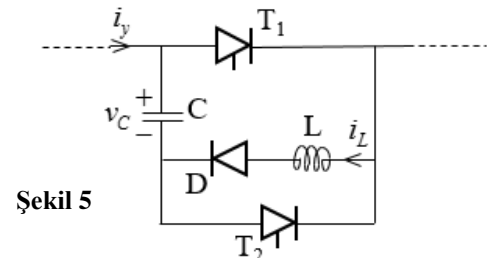
5) Şekil 4'teki üç fazlı eviricinin anahtarlama seçenekleri Şekil 8'de $\alpha\beta$ düzleminde temel vektörlerle gösterilmiştir.

a) Evirici uzay vektörlü PWM ile anahtarlanıyorsa referans vektörü II. sektörde iken uygulanan temel vektör dizisini en az 15 adım için yazınız. (10 puan)

b) Anahtarlardan A^- , B^+ , C^- kapalı, diğerleri açık ise bu hangi temel vektörün uygulandığı anlamına gelir? Clarke dönüşümünü kullanarak gösteriniz. (10 puan)

Clarke dönüşümü:
$$\begin{bmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2/3 & -1/3 & -1/3 \\ 0 & 1/\sqrt{3} & -1/\sqrt{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_A \\ v_B \\ v_C \end{bmatrix}$$

6) Şekil 5'te, T_1 tristörünün doğru akım altında çalıştırılırken kesime götürülmesi için, bir devre T_1 'e paralel bağlanmıştır. Bu devrenin çalışmasını bir periyot için anlatınız. (T_1 'i kesime götürmek için T_2 tristörü tetiklenmektedir.)

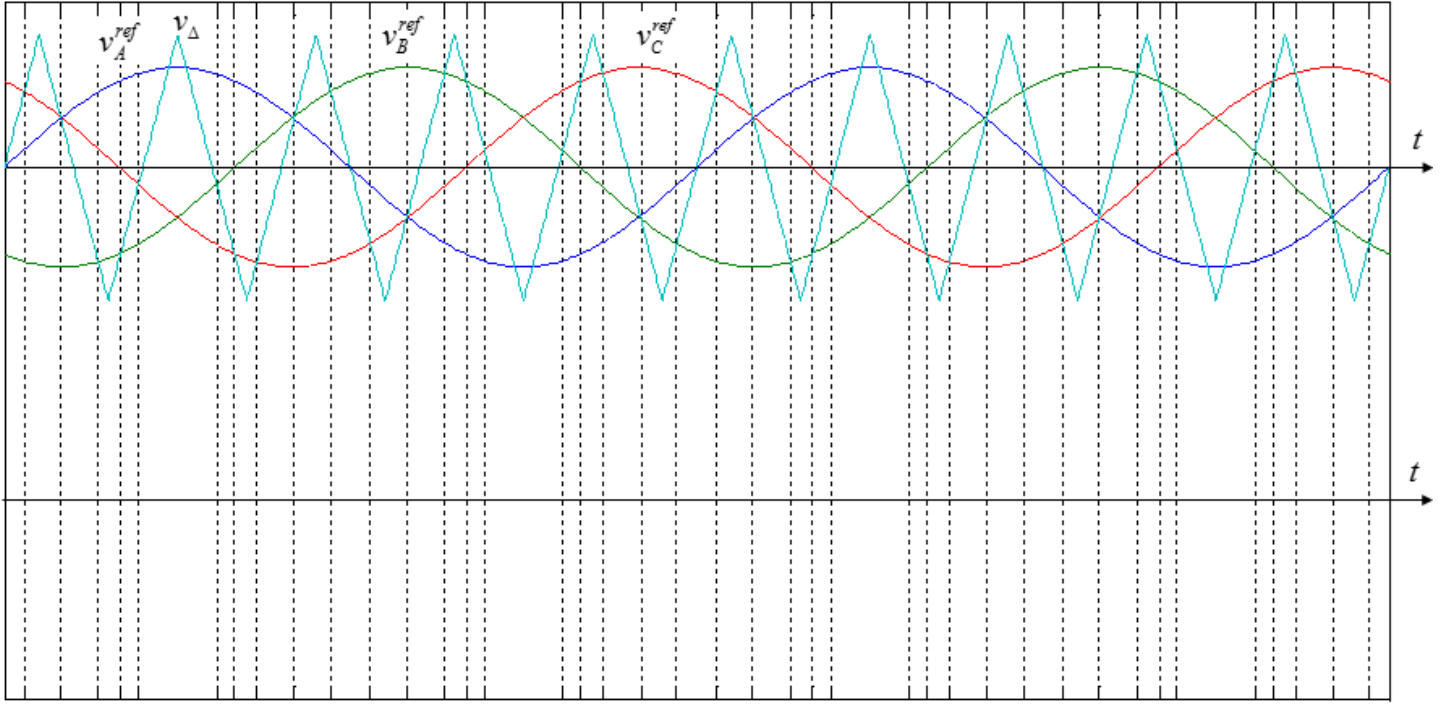
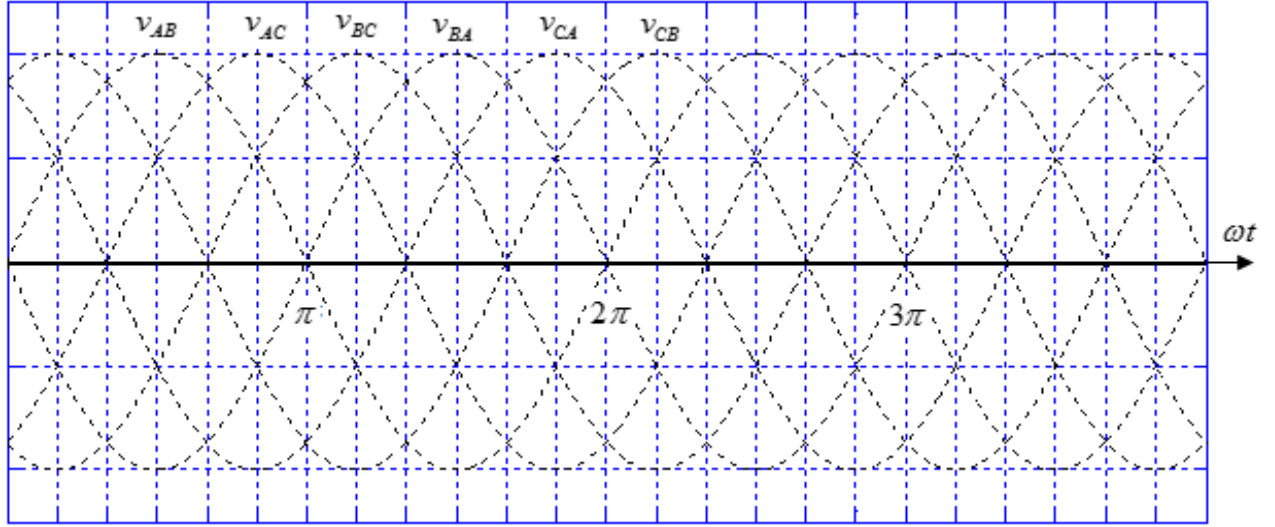


Şekil 5

BAŞARILAR ...

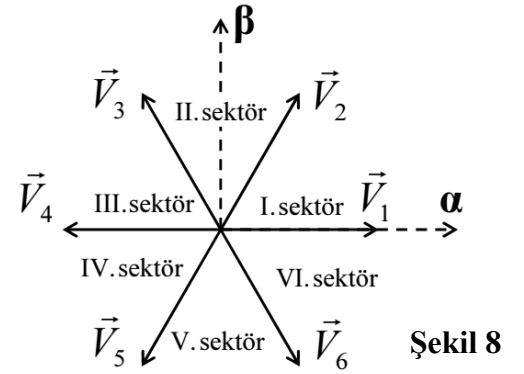
Öğrenci No:		1	2	3	4	5	6	TOPLAM
Adı Soyadı								

Şekil 6



Şekil 7

Derste anlatılan devreler için formüller	I_{ζ}^{ss}	i_L sürekliyse		i_L kesikliyse	
		V_{ζ}/V_d	$\Delta v_{\zeta}/V_{\zeta}$	Δ_1	V_{ζ}/V_d
Alçaltıcı	$\frac{V_d T_a}{2L} D(1-D)$	D	$\frac{T_a^2(1-D)}{8LC}$	$\frac{2LI_{\zeta}}{T_a V_d D}$	$\frac{D}{D+\Delta_1}$
Yükseltici		$\frac{1}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D+\Delta_1}{\Delta_1}$
Alçaltıcı - Yükseltici		$\frac{D}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D}{\Delta_1}$



Şekil 8

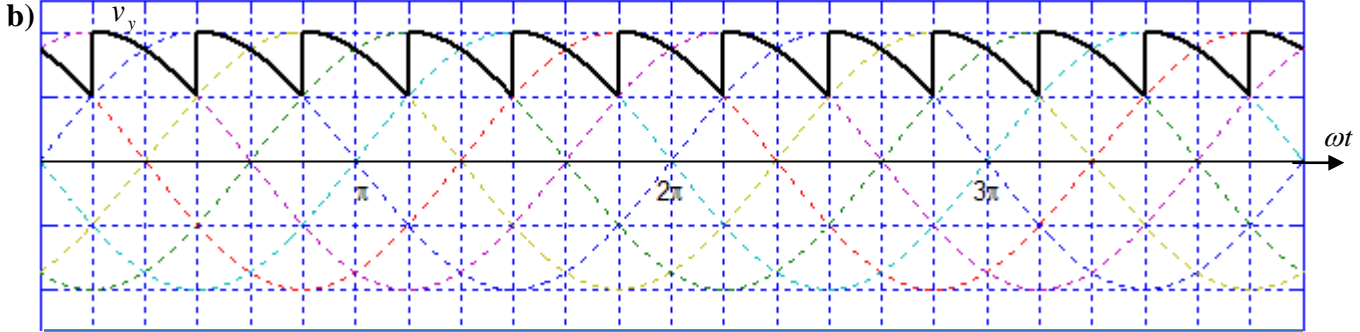
\vec{V}_0 : A^- , B^- , C^- iletimde demek

\vec{V}_7 : A^+ , B^+ , C^+ iletimde demek

$\vec{V}_1, \dots, \vec{V}_6$ büyüklüğü $2U/3$

GÜÇ ELEKTRONİĞİ FİNAL SINAVI CEVAP ANAHTARI
31 Mayıs 2018

1) a) $\hat{V}_{akt} = \hat{V}_h = 270 V \rightarrow \cos 30^\circ - \cos(30^\circ + \ddot{u}) = \frac{2 \times (2\pi \cdot 50) \times 0,0036 \times 12}{270} \rightarrow \cos(30^\circ + \ddot{u}) = 0,7655$
 $\rightarrow 30^\circ + \ddot{u} = 40,0^\circ \rightarrow \ddot{u} = 10,0^\circ$
 $t_{akt} = \frac{\ddot{u}}{\omega} = \frac{10,0^\circ}{360^\circ \times 50Hz} \rightarrow t_{akt} = 0,56ms$



2) $T_a = 1/f_a = 1/(1000Hz) = 0,001s$

i_L 'yi sürekli varsayarsak $V'_\zeta = \frac{40V}{1-0,3} = 57,1V \rightarrow I'_\zeta = \frac{57,1V}{8\Omega} = 7,14A$

$I_\zeta^{ss} = \frac{40 \times 0,001 \times 0,3 \times (1-0,3)}{2 \times 0,004} A = 1,05A < I'_\zeta$

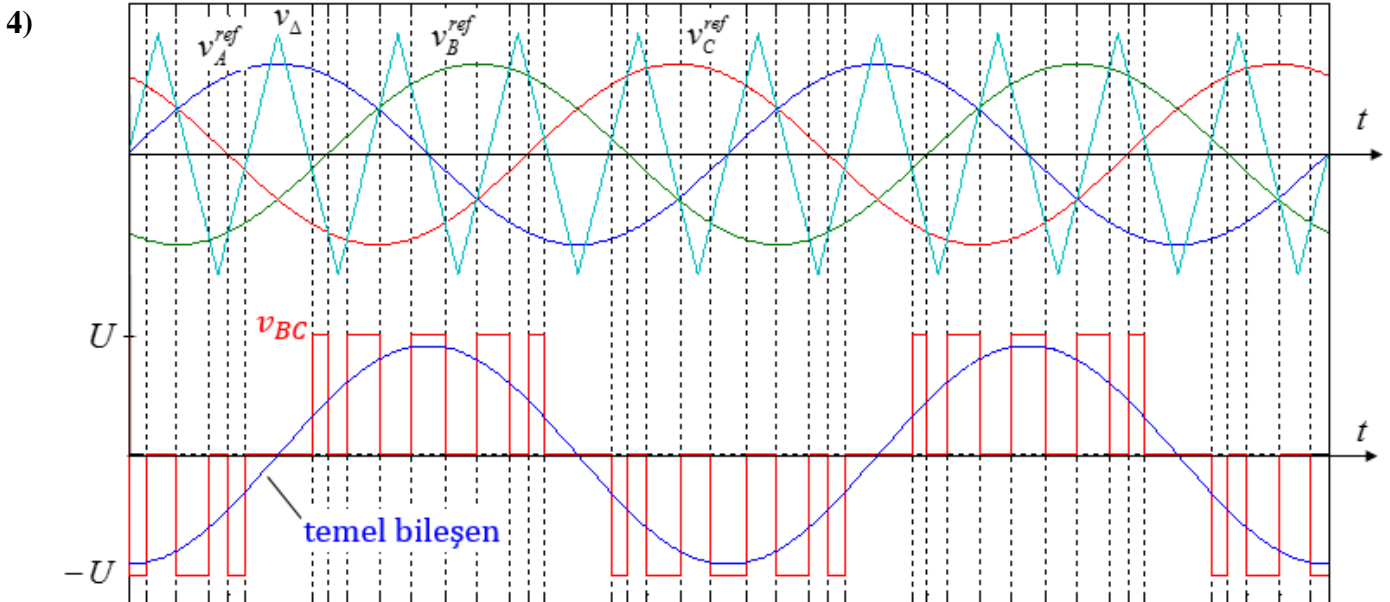
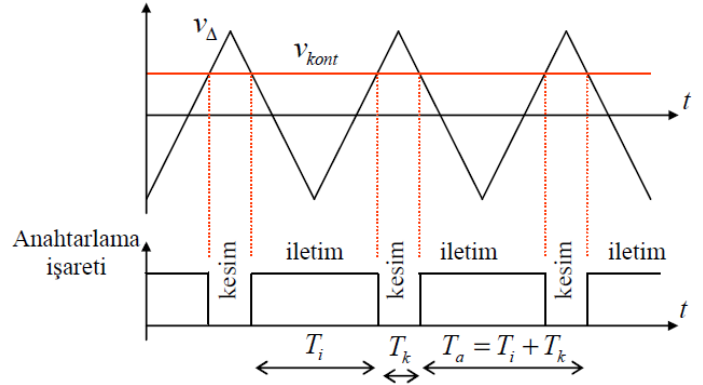
Yani varsayım doğrudur (i_L sürekli). Ortalama çıkış akımı ve gerilimi: $I_\zeta = I'_\zeta = 7,14A$ ve $V_\zeta = V'_\zeta = 57,1V$

Ortalama giriş akımı $I_L = \frac{I_\zeta}{(1-D)} = \frac{7,14}{1-0,3} = 10,2A$

(Veya giriş ve çıkış güçlerinin eşitliğinden $V_d I_L = V_\zeta I_\zeta \rightarrow I_L = \frac{57,14 \times 7,14}{40} A = 10,2A$ bulunabilir.)

Çıkış gerilimi dalgalılık oranı $\Delta v_\zeta / V_\zeta = 0,3 \times 0,001 / (8 \times 680 \times 10^{-6}) = 0,055 = \%5,5$

3) $V_\zeta < V_{ref}$ ise hata > 0 olur ve kontrol sinyali v_{kont} artar. Karşılaştırıcı da buna göre şekildeki gibi görev oranını artırır ve çıkış artarak referansa yaklaşır; hata azalır. $V_\zeta > V_{ref}$ ise hata < 0 olur ve v_{kont} azalır, karşılaştırıcı görev oranını azaltır ve çıkış azalarak referansa yaklaşır; hata yine sifira yaklaşır. Hata = 0 olduğunda ise v_{kont} ve dolayısıyla çıkış sabit kalır, ki hatanın sıfır olması zaten çıkışın istenen voltajda olması demektir.



5) a) $\dots, \vec{V}_0, \vec{V}_3, \vec{V}_2, \vec{V}_7, \vec{V}_7, \vec{V}_2, \vec{V}_3, \vec{V}_0, \vec{V}_0, \vec{V}_3, \vec{V}_2, \vec{V}_7, \vec{V}_7, \vec{V}_2, \vec{V}_3, \vec{V}_0, \dots$

b) A^- , B^+ , C^- kapalı, diğerleri açık iken N noktasına göre $v_A = 0$, $v_B = U$, $v_C = 0$ olur. Bunlar Clarke dönüşüm formülünde yerine yazılırsa,

$v_\alpha = -U/3$, $v_\beta = U/\sqrt{3}$ olur. Bunu karmaşık sayı veya fazör olarak

$$v_\alpha + jv_\beta = \left(-\frac{1}{3} + j\frac{1}{\sqrt{3}}\right)U = (2U/3) \angle 120^\circ$$

yazılabilir. Yani bu anahtarlama seçeneği, 120° hizasında olan \vec{V}_3 vektörü uygulandığı anlamına gelir.

6) T_1 iletimde iken C, $v_C < 0$ yönünde kuruludur. T_1 'i kesime götürmek isteyince T_2 tetiklenir. $v_C < 0$ etkisiyle doğru kutuplanmış T_2 iletime geçerek $v_C < 0$ geriliminin T_1 'i ters kutuplamasını sağlar ve T_1 kesime gider. Ancak i_y akımı hemen kesilmez, C ve T_2 üzerinden bir süre daha akarken C'yi $v_C > 0$ yönünde doldurur. Bu dolmuş doyuma ulaşınca i_y tamamen kesilir (T_2 de kesime gider).

T_1 'e iletim sinyali verilince $v_C > 0$ etkisiyle C, T_1 , L ve D üzerinden $i_L > 0$ çevre akımı dolaşır. Bu akım ile C'nin enerjisi önce L'ye aktarılır, sonra L'nin enerjisi azalarak C'ye aktarılır. Yani v_C önce azalır sıfırlanır, sonra devam eden i_L ile $v_C < 0$ yönünde dolar. L'nin enerjisi bitince i_L de kesilir. Böylece başlangıçta varsayılan $v_C < 0$ şartı kurulmuş olur. (Bir periyot tamamlanmış olur.)

GÜÇ ELEKTRONİĞİ BÜTÜNLEME SINAVI SORULARI

20 Haziran 2018 Süre 75 dakika

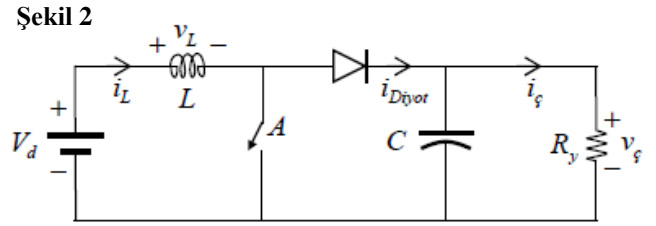
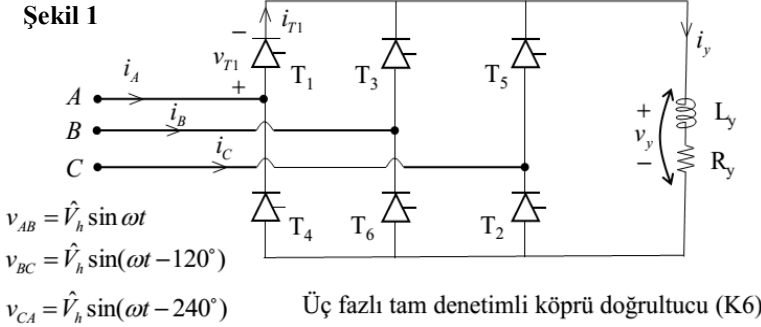
Her soru 20 puanlıktır. En iyi 5 cevabınız dikkate alınır.

1) Şekil 1'deki doğrultucu $\hat{V}_h = 270 V$ gerilim, $\alpha=30^\circ$ ateşleme açısı ve 12A'lık tam süzölmüş akımla uzun bir süredir çalışmaktadır. Yıldız bağlı kaynağın faz başına 3,6mH kaçak endüktansı olup tristörler idealdir. $f = 50Hz$

a) Aktarımı **ihmal etmeden** ortalama çıkış gerilimini ($V_{ydc}^{gerçek}$) bulunuz. (12puan)

$$A_{ii} = \omega L_k I_d \quad \Delta V_{ydc} = \frac{A_{ii}}{T_{yy}} \quad \alpha < \pi/3 \Rightarrow V_{ydc}^{ideal} = \frac{3\hat{V}_h}{\pi} \cos \alpha$$

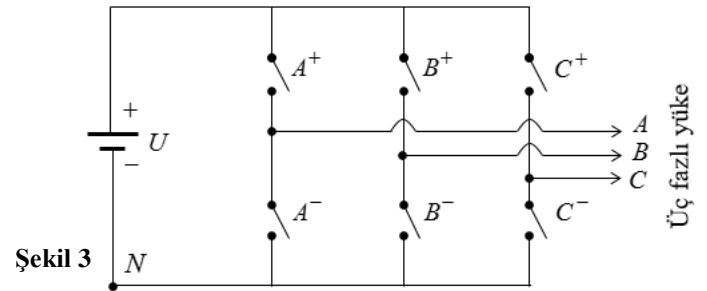
b) Aktarım çentiklerini **ihmal etmeden** v_y dalgasını Şekil 5 üzerine çiziniz (en az $\omega t = 2\pi$ 'ye kadar). \ddot{u} sorulmuyor, $\ddot{u} \approx 10^\circ$ olarak çiziniz. (8 puan)



2) Şekil 2'deki DC/DC çeviricide $V_d = 12 V$, $L = 680\mu H$, $C = 470\mu F$, $R_y = 20 \Omega$ 'dur. A anahtarı $f_a = 800Hz$ frekansla anahtarlanırken çıkış gerilimi 40 V olmaktadır. Görev oranı (*duty cycle*) ne olur? i_L 'yi sürekli bulursanız çıkış gerilimindeki dalgalılık oranını ($\Delta v_C/V_C$) da bulunuz.

3) H köprüsünün tam devresini çiziniz (Yük üzerindeki akım(i_y) ve gerilim(v_y) ile kaynak gerilimi yön tanımlarını gösteriniz. Her bir transistör ve diyoda farklı isimler veriniz). Daha sonra yatay eksenini i_y , düşey eksenini v_y olan düzlemi çizip 4 çeyrek bölgesinin her birindeki çalışma için bu transistör ve diyotların hangilerinin iletimde olduğunu o düzlemdeki ilgili bölge üzerine yazınız. (Gerilimin sıfır olduğu çalışmalar sorulmuyor.)

4) Üç fazlı eviricinin basitleştirilmiş hali Şekil 3'te gösterilmiştir. Evirici, üçgen dalga (v_Δ) ile PWM yöntemiyle Şekil 7'de gösterilen v_A^{ref} , v_B^{ref} , v_C^{ref} referans sinyallerine göre anahtarlanarak çalıştırılıyor.



Şekil 7 üzerinde V_{CB} gerilimini çiziniz ve temel bileşenini üzerinde yaklaşık olarak gösteriniz.

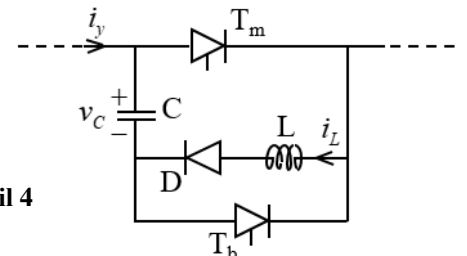
5) Şekil 3'teki üç fazlı eviricinin anahtarlama seçenekleri Şekil 7'de $\alpha\beta$ düzleminde temel vektörlerle gösterilmiştir.

a) Evirici uzay vektörlü PWM ile anahtarlanıyorsa, referans vektörü V. sektörde iken uygulanan temel vektör dizisini en az 15 adım için yazınız. (10 puan)

b) Anahtarlardan A^- , B^+ , C^+ kapalı, diğerleri açık ise bu hangi temel vektörün uygulandığı anlamına gelir? Clarke dönüşümünü kullanarak gösteriniz. (10 puan)

Clarke dönüşümü:
$$\begin{bmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2/3 & -1/3 & -1/3 \\ 0 & 1/\sqrt{3} & -1/\sqrt{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_A \\ v_B \\ v_C \end{bmatrix}$$

6) Şekil 4'te, T_m tristörünün doğru akım altında çalıştırılırken kesime götürülmesi için, bir devre T_m 'ye paralel bağlanmıştır. Bu devrenin çalışmasını bir periyot için anlatınız. (T_m 'yi kesime götürmek için T_b tristörü tetiklenmektedir.)

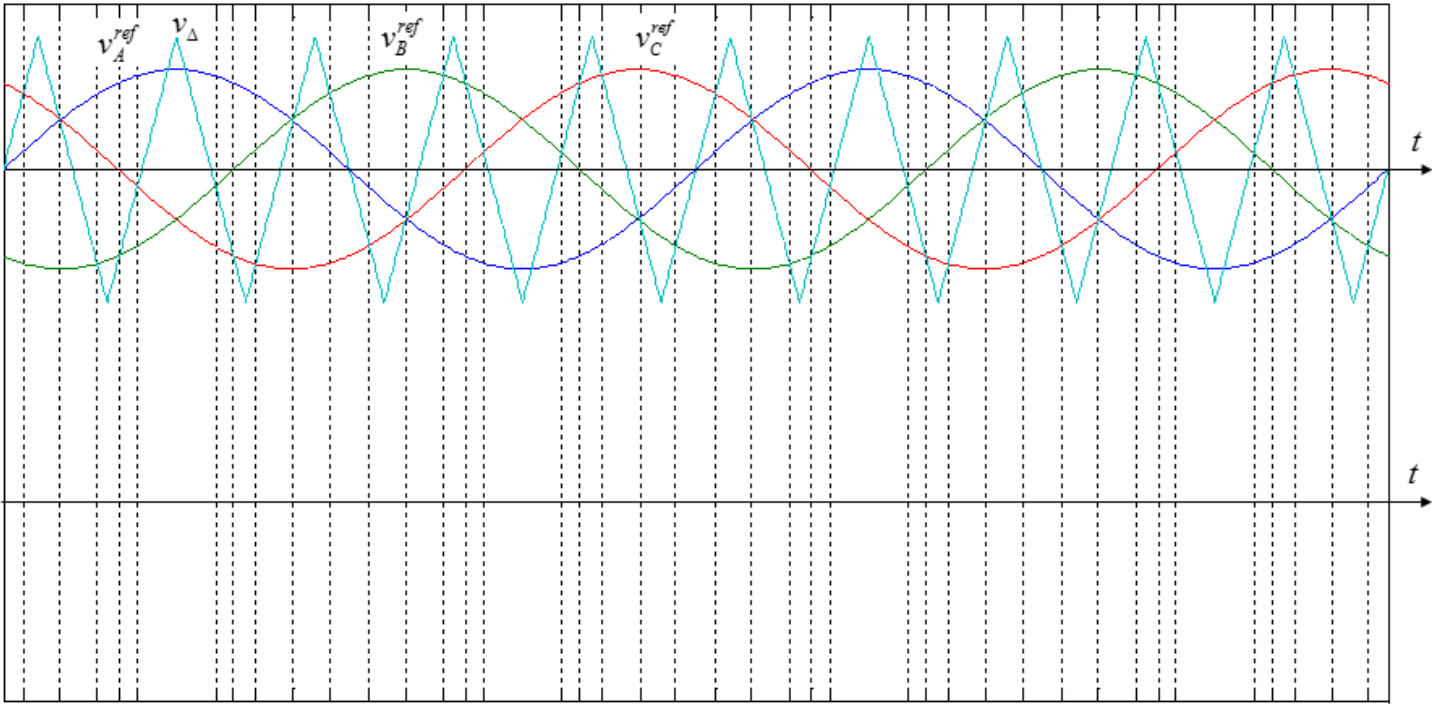
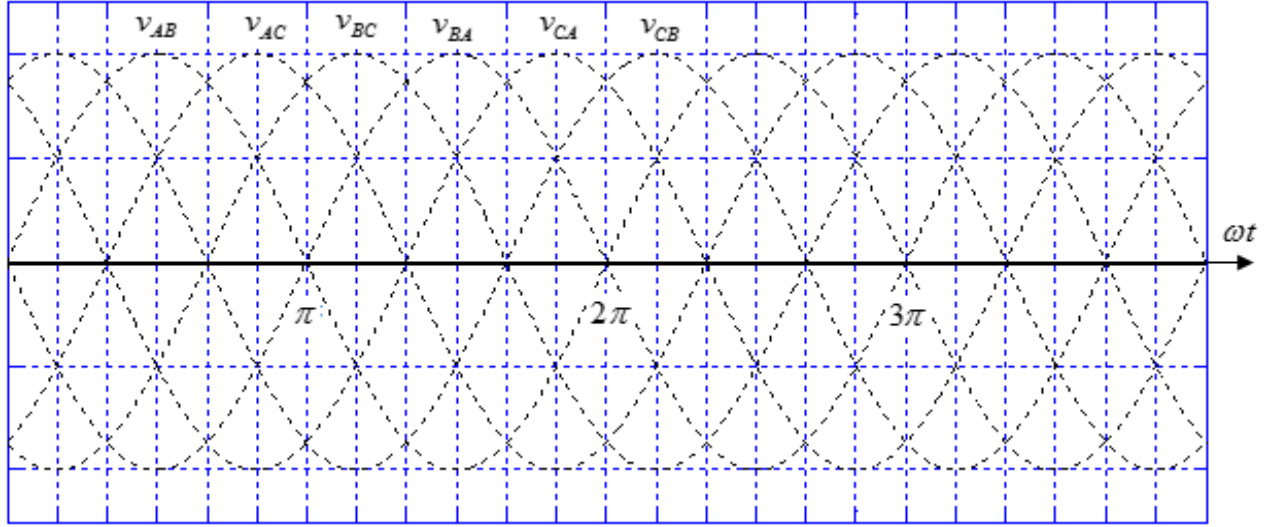


(Tristörlerin adlarını karıştırmamanız önemlidir!)

BAŞARILAR ...

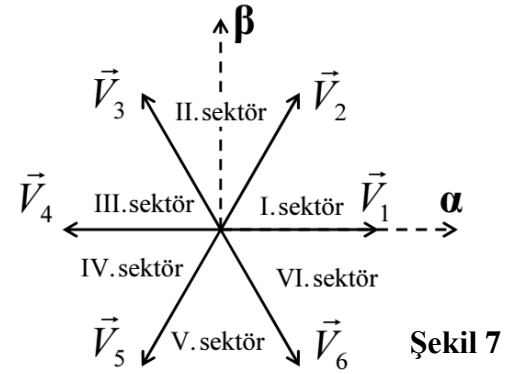
Öğrenci No:		1	2	3	4	5	6	TOPLAM
Adı Soyadı								

Şekil 5



Şekil 6

Derste anlatılan devreler için formüller	I_{ζ}^{ss}	i_L sürekliyse		i_L kesikliyse	
		V_{ζ}/V_d	$\Delta v_{\zeta}/V_{\zeta}$	Δ_1	V_{ζ}/V_d
Alçaltıcı	$\frac{V_d T_a}{2L} D(1-D)$	D	$\frac{T_a^2(1-D)}{8LC}$	$\frac{2LI_{\zeta}}{T_a V_d D}$	$\frac{D}{D+\Delta_1}$
Yükseltici		$\frac{1}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D+\Delta_1}{\Delta_1}$
Alçaltıcı - Yükseltici		$\frac{D}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D}{\Delta_1}$



Şekil 7

\vec{V}_0 : A^- , B^- , C^- iletimde demek

\vec{V}_7 : A^+ , B^+ , C^+ iletimde demek

$\vec{V}_1, \dots, \vec{V}_6$ büyüklüğü $2U/3$

GÜÇ ELEKTRONİĞİ FİNAL SINAVI SORULARI
19 Haziran 2019 Süre 75 dakika
Her soru 20 puanlıktır. En iyi 5 cevabınız dikkate alınır.

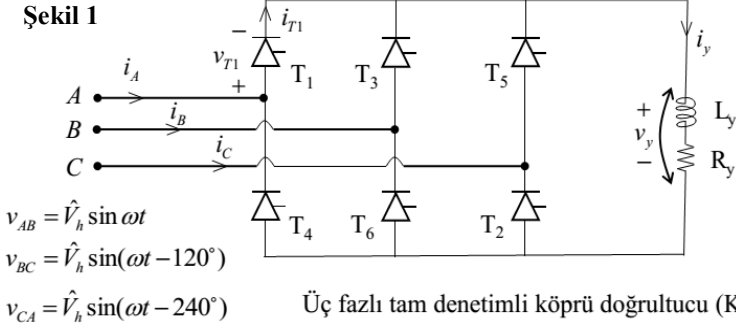
1) Şekil 1'deki doğrultucu $\hat{V}_h = 380 V$ gerilim, $\alpha=90^\circ$ ateşleme açısı ve 15A'lık tam süzölmüş akımla uzun bir süredir çalışmaktadır. Yıldız bağlı kaynağın faz başına 6mH kaçak endüktansı olup tristörler idealdir. $f = 50Hz$

a) Aktarım açısını (\hat{u}) ve aktarım süresini bulunuz. (12puan)

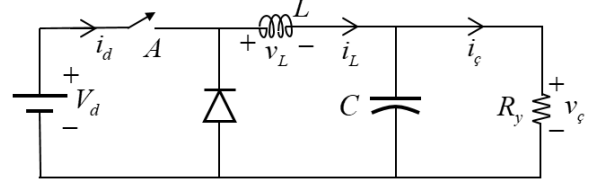
b) Aktarım çentiklerini **ihmal ederek** v_y dalgasını Şekil 6 üzerine çiziniz (en az $\omega t = 2\pi$ 'ye kadar). (8 puan)

$$\cos \alpha - \cos(\alpha + \hat{u}) = \frac{2\omega L_k I_d}{\hat{V}_{akt}}$$

Şekil 1

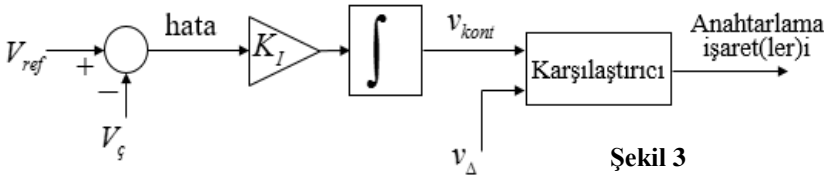


Şekil 2

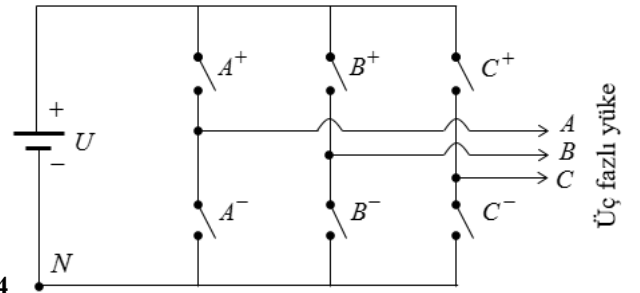


2) Şekil 2'deki DC/DC çeviricide $V_d = 40 V$, $L = 4mH$, $C = 330\mu F$, $R_y = 8 \Omega$ 'dur. A anahtarı $D = 0,3$ görev oranı (*duty cycle*) ve $f_a = 2kHz$ frekansla anahtarlanırken çıkış gerilimi ve giriş akımı (i_d) ortalama değerleri ne olur? i_L 'yi sürekli bulursanız çıkış gerilimindeki dalgalılık oranını ($\Delta v_C/V_C$) da bulunuz.

3) Bir DC/DC çevirici Şekil 3'teki blok şemada gösterildiği gibi denetleniyor. Burada V_{ref} çıkışta istenen voltaj, V_C çıkıştaki gerçek voltaj, v_Δ istenen anahtarlama frekansında uygun genlikte bir üçgen dalga, K_I ise bir kazanç katsayısıdır. Sistemin çalışmasını grafiklerle ve anahtarlama işaretlerinin ne zaman hangi yönde (iletim/kesim?) uygulandığını belirterek anlatınız.



Şekil 4



4) Üç fazlı eviricinin basitleştirilmiş hali Şekil 4'te gösterilmiştir. Evirici, üçgen dalga (v_Δ) ile PWM yöntemiyle Şekil 7'de gösterilen v_A^{ref} , v_B^{ref} , v_C^{ref} referans sinyallerine göre anahtarlanarak çalıştırılıyor. Şekil 7 üzerinde v_{AC} gerilimini çiziniz ve temel bileşenini üzerinde yaklaşık olarak gösteriniz.

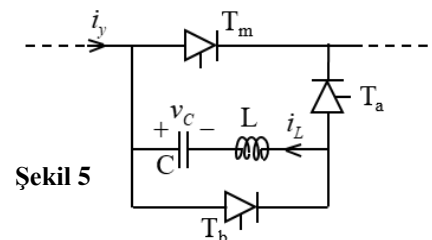
5) Şekil 4'teki üç fazlı eviricinin anahtarlama seçenekleri Şekil 8'de $\alpha\beta$ düzleminde temel vektörlerle gösterilmiştir.

a) Evirici uzay vektörlü PWM ile anahtarlanıyorsa referans vektörü VI. sektörde iken uygulanan temel vektör dizisini en az 15 adım için yazınız. (10 puan)

b) Anahtarlardan A^+ , B^- , C^+ kapalı, diğerleri açık ise bu hangi temel vektörün uygulandığı anlamına gelir? Clarke dönüşümünü kullanarak gösteriniz. (10 puan)

$$\text{Clarke dönüşümü: } \begin{bmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2/3 & -1/3 & -1/3 \\ 0 & 1/\sqrt{3} & -1/\sqrt{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_A \\ v_B \\ v_C \end{bmatrix}$$

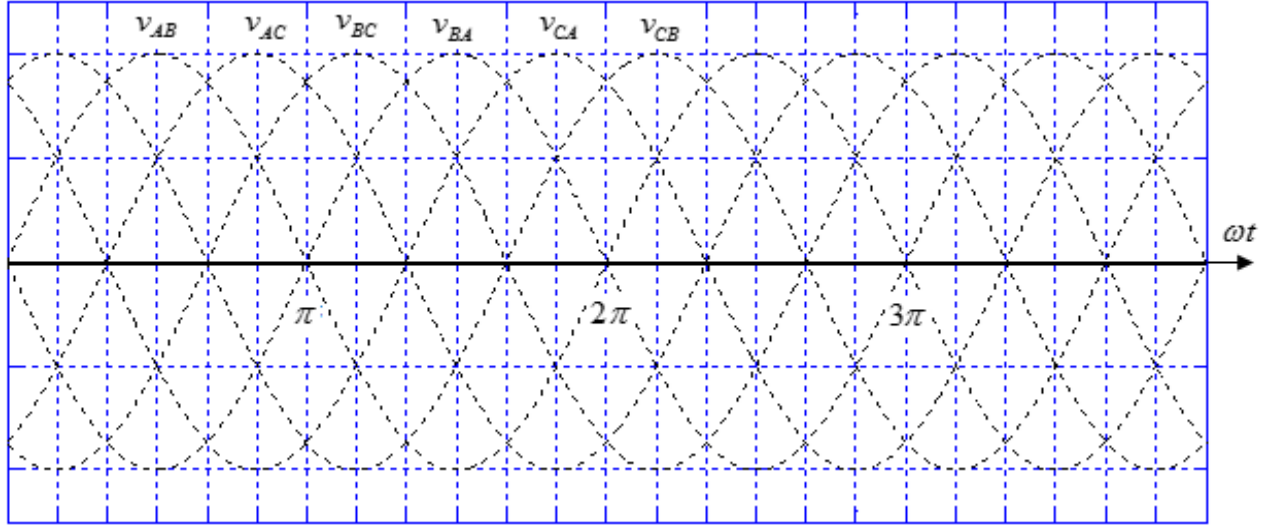
6) Şekil 5'te, T_m tristörünün doğru akım altında çalıştırılırken kesime götürülmesi için, bir devre T_m 'ye paralel bağlanmıştır. Bu devrenin çalışmasını bir periyot için anlatınız. (T_m 'yi kesime götürmek için T_a tristörü tetiklenmektedir, T_b 'nin hangi amaçla tetikleneceğini de siz belirtiniz.)



BAŞARILAR ...

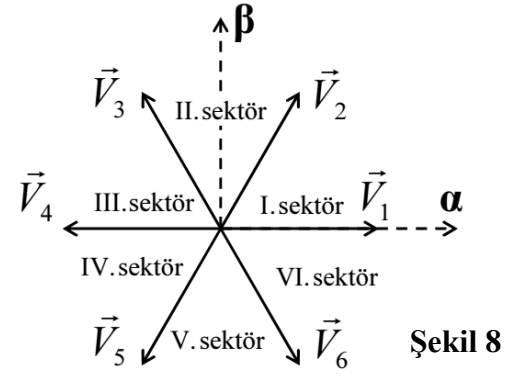
Öğrenci No:		1	2	3	4	5	6	TOPLAM
Adı Soyadı								

Şekil 6



Derste anlatılan devreler için formüller

	I_{ζ}^{ss}	i_L sürekliyse		i_L kesikliyse	
		V_{ζ}/V_d	$\Delta v_{\zeta}/V_{\zeta}$	Δ_1	V_{ζ}/V_d
Alçaltıcı	$\frac{V_d T_a}{2L} D(1-D)$	D	$\frac{T_a^2(1-D)}{8LC}$	$\frac{2LI_{\zeta}}{T_d V_d D}$	$\frac{D}{D+\Delta_1}$
Yükseltici		$\frac{1}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_s C}$		$\frac{D+\Delta_1}{\Delta_1}$
Alçaltıcı - Yükseltici		$\frac{D}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_s C}$		$\frac{D}{\Delta_1}$



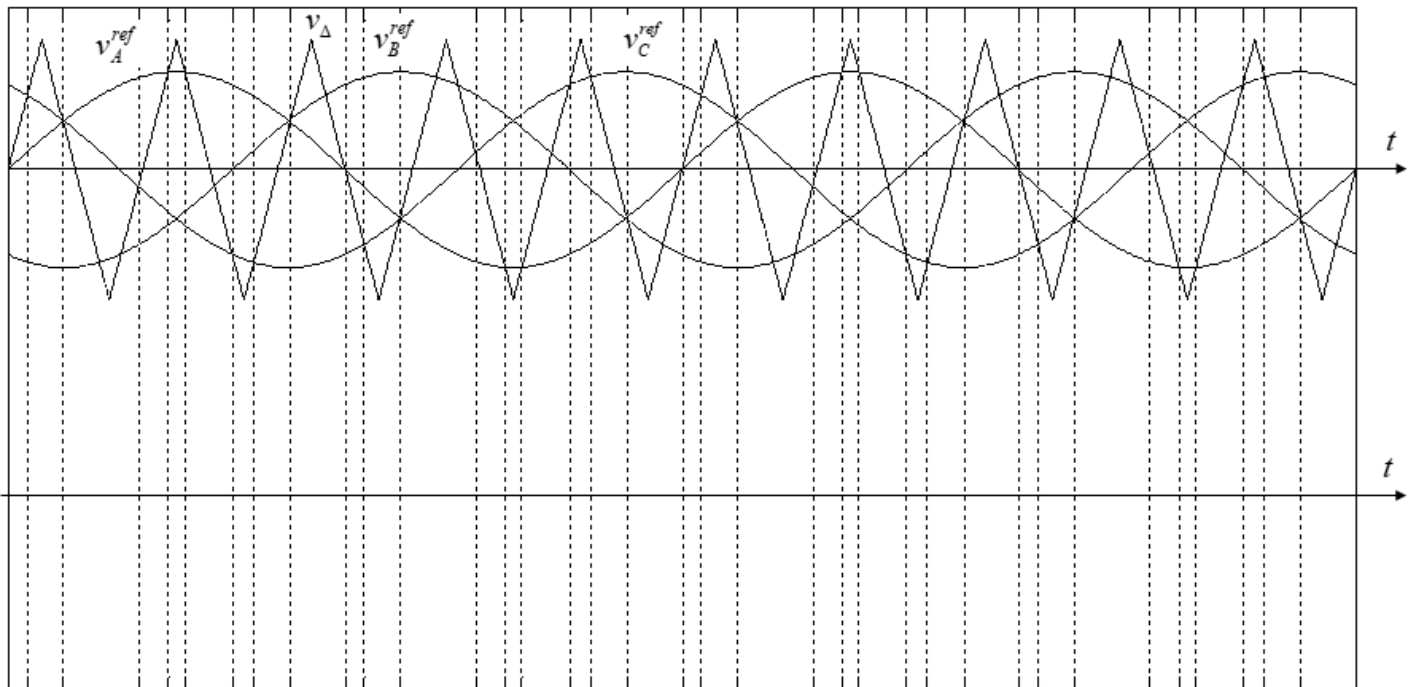
Şekil 8

\vec{V}_0 : A^- , B^- , C^- iletimde demek

\vec{V}_7 : A^+ , B^+ , C^+ iletimde demek

$\vec{V}_1, \dots, \vec{V}_6$ büyüklüğü $2U/3$

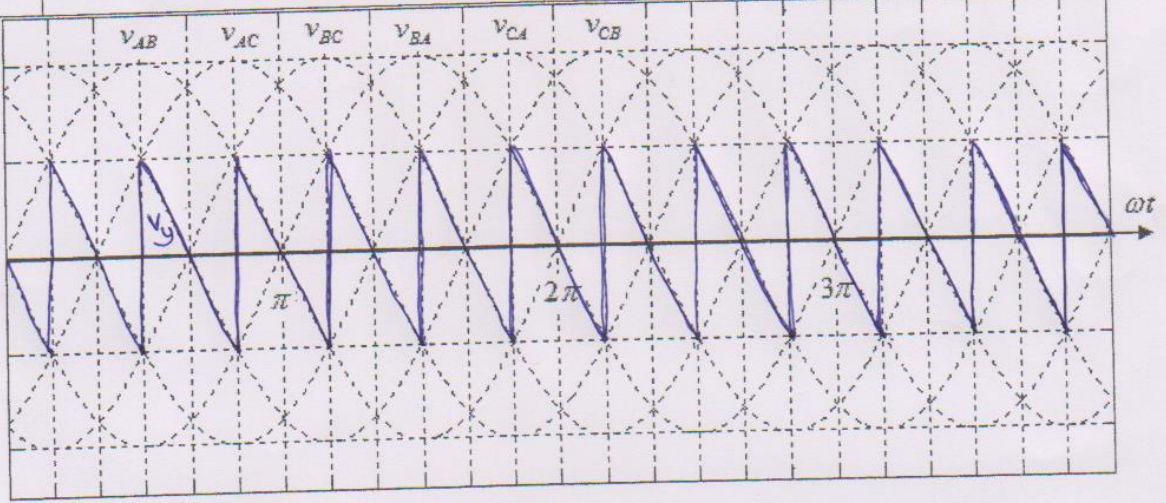
Şekil 7



GÜÇ ELEKTRONİĞİ FINAL CEVAP ANAHTARI
19 Haziran 2019

Öğrenci No:		1	2	3	4	5	6	TOPLAM
Adı Soyadı	CEVAP ANAHTARI							

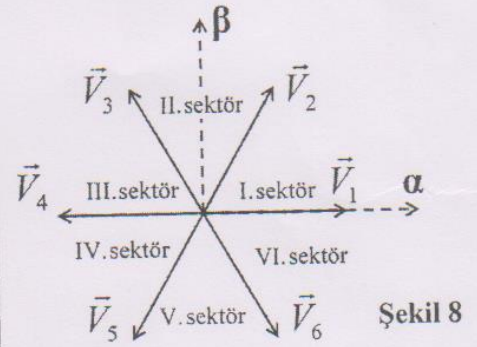
Şekil 6



Şekil 7

Derste anlatılan devreler için formüller

	I_c^{ss}	i_L sürekliyse		i_L kesikliyse	
		V_c/V_d	$\Delta v_c/V_c$	Δ_1	V_c/V_d
Alçaltıcı	$\frac{V_d T_a}{2L} D(1-D)$	D	$\frac{T_a^2(1-D)}{8LC}$	$\frac{2LI_c}{T_a V_d D}$	$\frac{D}{D+\Delta_1}$
Yükseltici		$\frac{1}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D+\Delta_1}{\Delta_1}$
Alçaltıcı - Yükseltici		$\frac{D}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D}{\Delta_1}$



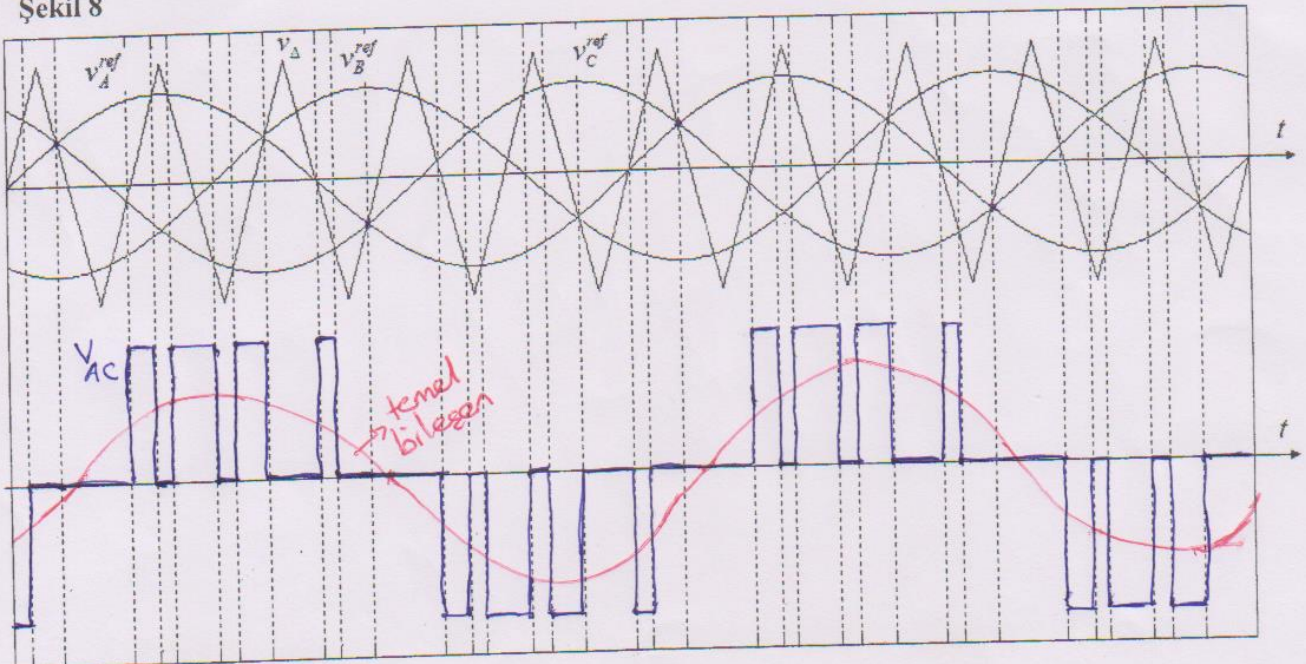
Şekil 8

\vec{V}_0 : A^- , B^- , C^- iletimde demek

\vec{V}_7 : A^+ , B^+ , C^+ iletimde demek

$\vec{V}_1, \dots, \vec{V}_6$ büyüklüğü $2U/3$

Şekil 8



$$1) a) \underbrace{\cos 90^\circ}_{0^\circ} - \cos(90^\circ + \hat{u}) = \frac{2 \times (2\pi \times 50) \times 0,006 \times 15}{380} = 0,1488 \quad \hat{V}_{\text{akt}} = 380V \text{ (tepe de\u011feri)}$$

$$\hat{u} = 8,56^\circ \quad t_{\text{akt}} = \frac{8,56^\circ}{360^\circ \times 50\text{Hz}} = 475 \mu\text{s} = 0,475\text{ms}$$

$$2) i_L \text{ s\u00fcrekli varsayılırsa: (Devre al\u00e7altıcıdır.)}$$

$$V'_c = DV_d = 0,3 \times 40V = 12V = V'_c \quad T_a = \frac{1}{2\text{kHz}} = 0,5\text{ms}$$

$$I'_c = \frac{12V}{8\Omega} = 1,50A \quad I_{ss}' = \frac{40 \times 5 \times 10^{-4}}{2 \times 4 \times 10^{-3}} \times 0,3 \times (1-0,3)A$$

$$= 0,525A = I_{ss}' < I'_c$$

Demek ki ger\u00e7ekten i_L s\u00fcrekli.

$$V_c = V'_c = \boxed{12V = V_c} \quad I_c = I'_c = 1,50A$$

$$\text{Ortalama g\u00fcr\u00fc\u015f akımı} = I_d = \frac{12V \times 1,50A}{40V} = \boxed{0,45A = I_d}$$

$$\frac{\Delta V_c}{V_c} = \frac{(5 \times 10^{-4})^2 \times (1-0,3)}{8 \times 4 \times 10^{-3} \times 330 \times 10^{-6}} = 0,0166 = \boxed{\frac{\Delta V_c}{V_c} = \%1,6}$$

$$5) a) s_A s_B s_C \text{ sırasıyla } \vec{V}_1 \rightarrow 100, \vec{V}_6 \rightarrow 101$$

$$\vec{V}_0 \rightarrow 000, \vec{V}_7 \rightarrow 111$$

Bu y\u00fcden sıralı akı\u015f:

$$\vec{V}_0, \vec{V}_1, \vec{V}_6, \vec{V}_7, \vec{V}_7, \vec{V}_6, \vec{V}_1, \vec{V}_0, \vec{V}_0, \vec{V}_1, \vec{V}_6, \vec{V}_7, \vec{V}_7, \vec{V}_6, \vec{V}_1, \vec{V}_0, \dots$$

$$b) N \text{ noktasına g\u00f6re } v_A = U, v_B = 0, v_C = U \text{ olur.}$$

$$\begin{bmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2/3 & -1/3 \\ 0 & 1/\sqrt{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U \\ 0 \\ U \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U/3 \\ -U/\sqrt{3} \end{bmatrix}$$

$$v_\alpha + jv_\beta = \frac{U}{3} (1 - j\sqrt{3}) = \frac{2U}{3} \angle -60^\circ \rightarrow \underline{\underline{\vec{V}_6}} \text{ anlamına gelir.}$$

6) $v_c < 0$ iken T_a tetiklenince $i_L < 0$ y\u00f6n\u00fcnde i_y akımı bir s\u00fcre daha T_m kesime giderken doldurur. C dolunca i_y ve i_L kesilir. $v_c > 0$ iken T_b tetiklenince $i_L > 0$ cevre akımıyla enerji \u00f6nce bobine sonra tekrar ama bu kez $v_c < 0$ y\u00f6n\u00fcnde kondansat\u00f6re aktarılır ve i_L kesilir.

GÜÇ ELEKTRONİĞİ BÜTÜNLEME SINAVI SORULARI

05 Temmuz 2019 Süre 75 dakika

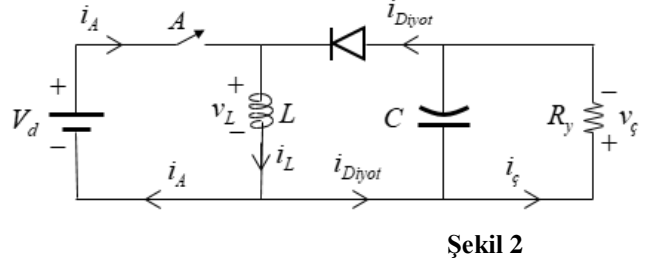
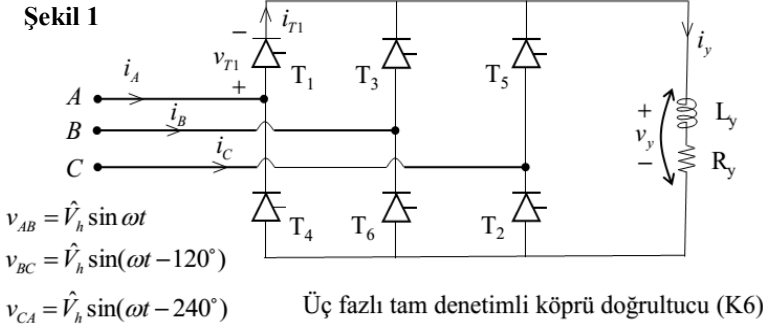
Her soru 20 puanlıktır. En iyi 5 cevabınız dikkate alınır.

1) Şekil 1'deki doğrultucu $\hat{V}_h = 400 V$ gerilim, $\alpha=30^\circ$ ateşleme açısı ve 20A'lık tam süzölmüş akımla uzun bir süredir çalışmaktadır. Yıldız bağlı kaynağın faz başına 3,6mH kaçak endüktansı olup tristörler idealdir. $f = 50Hz$

a) Aktarımı **ihmal etmeden** ortalama çıkış gerilimini ($V_{ydc}^{gerçek}$) bulunuz. (12puan)

$$A_{ii} = \omega L_k I_d \quad \Delta V_{ydc} = \frac{A_{ii}}{T_{vy}} \quad \alpha < \pi/3 \Rightarrow V_{ydc}^{ideal} = \frac{3\hat{V}_h}{\pi} \cos \alpha$$

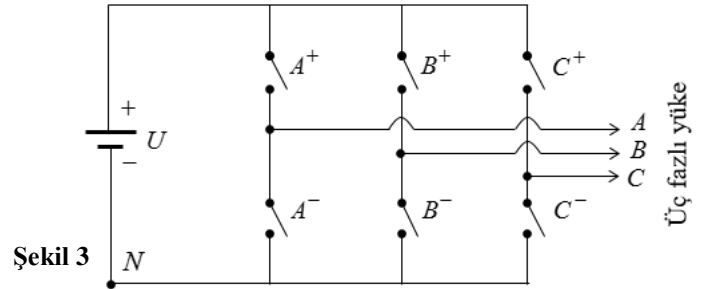
b) Aktarım çentiklerini **ihmal etmeden** v_y dalgasını Şekil 5 üzerine çiziniz (en az $\omega t = 2\pi$ 'ye kadar). \ddot{u} sorulmuyor, $\ddot{u} \approx 15^\circ$ olarak çiziniz. (8 puan)



2) Şekil 2'deki DC/DC çeviricide $V_d = 20 V$, $L = 1mH$, $C = 470\mu F$, $R_y = 10 \Omega$ 'dur. A anahtarı $f_a = 800Hz$ frekansla anahtarlanırken çıkış gerilimi 40 V olmaktadır. Görev oranı (*duty cycle*) ne olur? i_L 'yi sürekli bulursanız çıkış gerilimindeki dalgalılık oranını ($\Delta v_c/V_c$) da bulunuz.

3) H köprüsünün tam devresini çiziniz (Yük üzerindeki akım(i_y) ve gerilim(v_y) ile kaynak gerilimi yön tanımlarını gösteriniz. Her bir transistör ve diyoda farklı isimler veriniz). Daha sonra gerilim sıfır iken i_y akımının artı ve eksi ihtimallerinde olabilecek her bir durum için ayrı ayrı bu transistör ve diyotların hangilerinin iletimde olduğunu belirtiniz.

4) Üç fazlı eviricinin basitleştirilmiş hali Şekil 3'te gösterilmiştir. Evirici, üçgen dalga (v_Δ) ile PWM yöntemiyle Şekil 7'de gösterilen v_A^{ref} , v_B^{ref} , v_C^{ref} referans sinyallerine göre anahtarlanarak çalıştırılıyor.



Şekil 7 üzerinde V_{CB} gerilimini çiziniz ve temel bileşenini üzerinde yaklaşık olarak gösteriniz.

5) Şekil 3'teki üç fazlı eviricinin anahtarlama seçenekleri Şekil 7'de $\alpha\beta$ düzleminde temel vektörlerle gösterilmiştir.

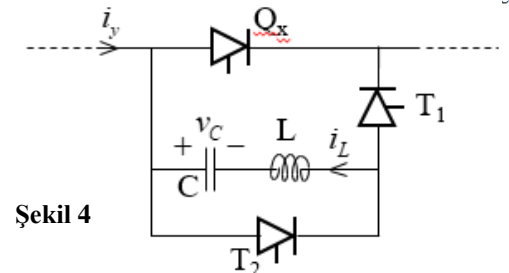
a) Evirici uzay vektörlü PWM ile anahtarlanıyorsa, referans vektörü III. sektörde iken uygulanan temel vektör dizisini en az 15 adım için yazınız. (10 puan)

b) Anahtarlardan A^- , B^- , C^+ kapalı, diğerleri açık ise bu hangi temel vektörün uygulandığı anlamına gelir? Clarke dönüşümünü kullanarak gösteriniz. (10 puan)

Clarke dönüşümü:
$$\begin{bmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2/3 & -1/3 & -1/3 \\ 0 & 1/\sqrt{3} & -1/\sqrt{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_A \\ v_B \\ v_C \end{bmatrix}$$

6) Şekil 4'te, Q_x tristörünün doğru akım altında çalıştırılırken kesime götürülmesi için, bir devre Q_x 'ye paralel bağlanmıştır. Bu devrenin çalışmasını bir periyot için anlatınız.

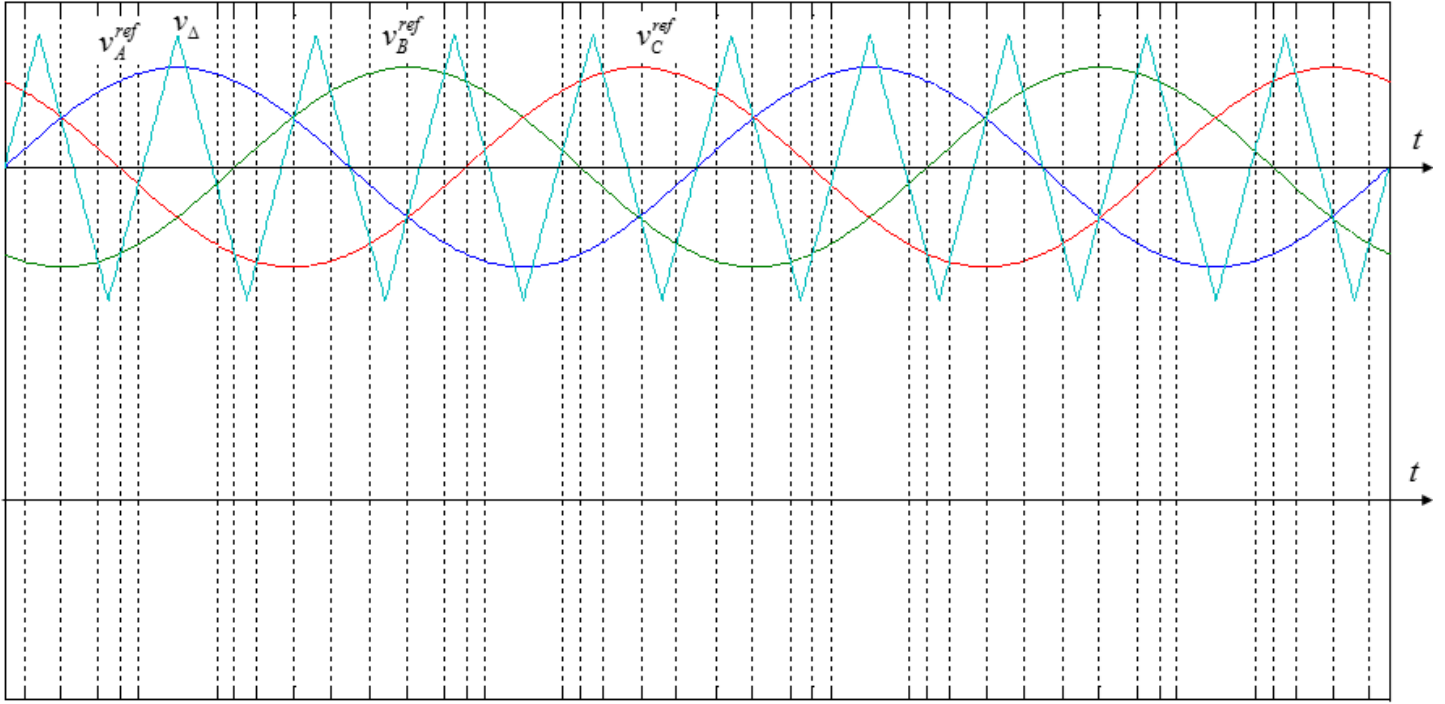
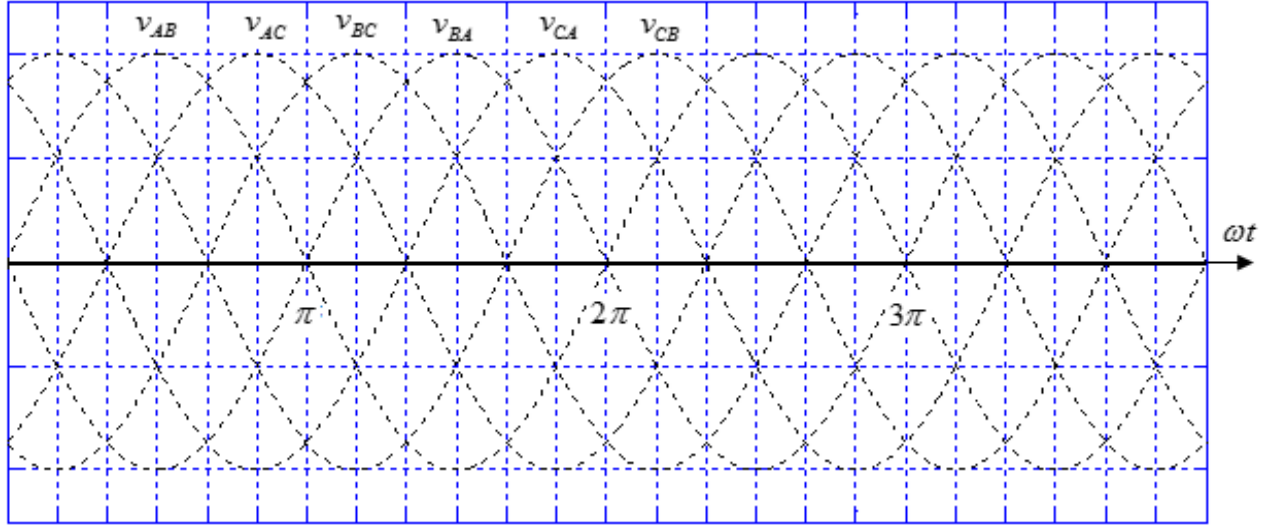
(Tristörlerin adlarını karıştırmamanız önemlidir!)



BAŞARILAR ...

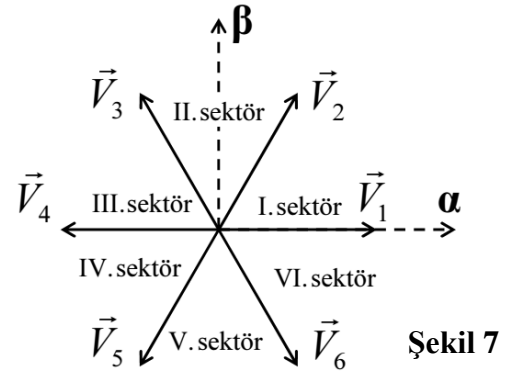
Öğrenci No:		1	2	3	4	5	6	TOPLAM
Adı Soyadı								

Şekil 5



Şekil 6

Derste anlatılan devreler için formüller	I_{ζ}^{ss}	i_L sürekliyse		i_L kesikliyse	
		V_{ζ}/V_d	$\Delta v_{\zeta}/V_{\zeta}$	Δ_1	V_{ζ}/V_d
Alçaltıcı	$\frac{V_d T_a}{2L} D(1-D)$	D	$\frac{T_a^2(1-D)}{8LC}$	$\frac{2LI_{\zeta}}{T_a V_d D}$	$\frac{D}{D+\Delta_1}$
Yükseltici		$\frac{1}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D+\Delta_1}{\Delta_1}$
Alçaltıcı - Yükseltici		$\frac{D}{1-D}$	$\frac{DT_a}{R_y C}$		$\frac{D}{\Delta_1}$



Şekil 7

\vec{V}_0 : A^- , B^- , C^- iletimde demek

\vec{V}_7 : A^+ , B^+ , C^+ iletimde demek

$\vec{V}_1, \dots, \vec{V}_6$ büyüklüğü $2U/3$