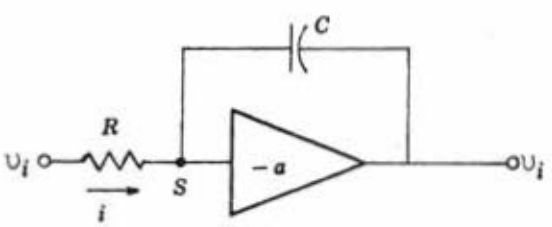
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
Fen - Edebiyat Fakültesi

FENCİLER ve MÜHENDİSLER İÇİN ELEKTRONİK PROBLEMLERİ

Yazan : R. Ralph BENEDICT



Prof. Dr. Fevzi KÖKSAL Yrd. Doç. Dr. Muharrem DİNÇER
(Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü)

SAMSUN — 1988

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ YAYINLARI
Yayın No: 36

ÖNSÖZ

Çağımızda elektroniğin, özellikle fen ve mühendislikte önemi çok artmıştır. Bu nedenle fenci veya mühendis yetiştiren kurumlarda elektronik derslerinin artırılması ve araçların iyi bir öğretim gerçekleştirecek düzeye getirilmesi gerekmektedir. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünde bu ihtiyacı karşılamak üzere "Fenciler ve Mühendisler için Elektronik" isimli bir kitap Türkçe'ye çevrilmiştir. Bu kitap ise adı geçen ders kitabındaki problemler için hazırlanmıştır. Çoğu kez ders kitabına bakmak ve birlikte kullanmak gerekli ise de problemler burada yeniden yazılmış ve böylece bu esere kendi başına öğretici özellik kazandırılmıştır. Bazı problemler tartışmayı gerektirdiğinden sadece metinleri verilmiştir.

Bu kitabın, ders kitabı ile bir bütün oluşturacağı ve okuyanlara daha çok yararlı olacağı kanısındayız. Kitabın hazırlanmasında emeği geçen, dikkatli ve sabırlı yazıcılar Gönül Özyıldırım ve Meral Turan'a teşekkürü borç biliriz.

Prof.Dr.Fevzi Köksal

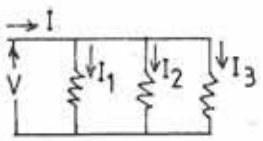
İÇİNDEKİLER

Bölüm 1. Temel Devre Teorisinin Gözden Geçirilmesi.....(1)
Bölüm 2. Elektrik Devreleri.....(6)
Bölüm 3. Yarı-iletkenler ve Metal-oksit Yarı-iletken, Alan-Etkili Transistörler.....(13)
Bölüm 4. Yarı-iletken Diyod, Diyod için Devre Modelleri....(19)
Bölüm 5. Yarı-iletken Elemanlar, Toplu Devre Yapımı.....(24)
Bölüm 6. Düşük-frekans Küçük-işaret Transistör Modelleri ve Devreleri.....(29)
Bölüm 7. Vakumlu ve Gazlı Tüpler.....(33)
Bölüm 8. Voltaj Yükselteçleri, Önbesleme, Yüksek-frekans Transistör Modeli.....(36)
Bölüm 9. Geribesleme Teorisi, Yükselteçlerde Geribesleme...(49)
Bölüm 10. D.a. Yükselteçler, İşlemsel Yükselteçler ve Benzetme Bilgisayarlar.....(56)
Bölüm 11. Güç Yükselteçleri.....(75)
Bölüm 12. Doğrultucu Devreleri, Süzgeçler ve D.a. Güç Kaynakları.....(81)
Bölüm 13. Titreşken ve Ters Çevirici Devreler.....(85)
Bölüm 14. Modülasyon, Modülasyon Çözümü ve İlgili Konular...(87)
Bölüm 15. Güdümlü Sistemler.....(94)
Bölüm 16. Dalga Oluşturma, Şekilleme, Puls Üreticiler.....(100)
Bölüm 17. Mantık ve Sayma Devreleri.....(113)
Bölüm 18. Dönüştürücüler (Transducers).....(121)
Bölüm 19. Elektronik Aletler.....(130)
Bölüm 20. Elektriksel Gürültü.....(138)
Bölüm 21. Bilgi Toplama, İletme, Kayıt ve İşleme, Telemetri.....(142)

BÖLÜM-1

TEMEL DEVRE TEORİSİNİN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ

1-1 Paralel bağlanmış R_1,R_2 ve R_3 dirençlerinin eşdeğer direncini veren bir ifade türetiniz.

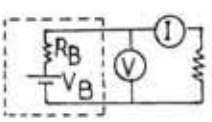


$$R_{eş}=\frac{V}{I} \text{ fakat } I=I_1+I_2+I_3$$

$$R_{eş}=\frac{V}{I_1+I_2+I_3}=\frac{1}{\frac{I_1}{V}+\frac{I_2}{V}+\frac{I_3}{V}}$$

$$R_{eş}=\frac{1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}}=\frac{R_1R_2R_3}{R_1R_2+R_2R_3+R_3R_1}$$

1-2 Bir voltmetre bir pilin uçlarına bağlanmış ve ampermetreden bir dış yük,akım çekmektedir. Akım 2,0 A ve voltmetrenin okuduğu voltaj 5,8 V olduğunda;ve bu değerler 5,0 A ve 5,5 V olduğunda: (a) Açık devre voltajını ve pilin iç direncini bulunuz. (b) Eşdeğer akım kaynağının elemanlarını bulunuz. Not:Voltmetre ve ampermetre devreye tesir etmemektedir.



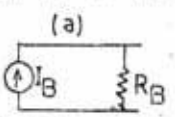
I=2 için, V=5,8; I=5 için V=5,5

$V=V_B-R_BI$ buradan $5{,}8=V_B-2R_B$ (1)

$5{,}5=V_E-5R_B$ (2)

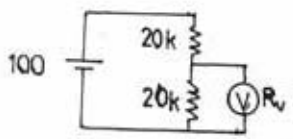
a) Çözüm (1) ve (2) den $V_B=6{,}0$ Volt, $R_B=0{,}1\ \Omega$ bulunur.

b)



$$I_B=\frac{V_B}{R_B} \qquad R_B=0{,}1\ \Omega\ ;\ I_B=\frac{6{,}0}{0{,}1}=60\ A.$$

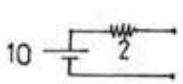
1-3 Hareketli makara sarımlı voltmetrelerin volt başına düşen bir direnç değeri vardır. Örneğin, bir 1000 ohm/V luk aygıt, 100 V luk tüm skala ölçtüğünde, direnci 100.000 ohm dur. Bir 100 V luk ideal kaynak ile iki 20.000 ohm dirençlerden oluşan seri halde bir devreyi dikkate alalım. Bir voltmetre de dirençlerden birinin uçlarına bağlanmış olsun. Voltmetrenin, direnç/voltaj oranı ve tüm skala değeri aşağıdaki gibi olduğunda okuyacağı değerler ne olur? (a)1000 Ω/V ve 50 V, (b)100 Ω/V ve 200 V, (c)5000 Ω/V ve 50 V.

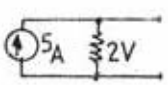


	Ω/V	R_V	$20 \| R_V$	$V=\frac{20 \| R_V}{20+20 \| R_V} \times 100$
	...	....	.....	.....
a)	1000	50kΩ	14,28	41,6 Volt
b)	100	20kΩ	10,00	33,3 Volt
c)	5000	250kΩ	18,52	48,1 Volt

1-4 (a) Bir bataryanın açık devre voltajı 10 V ve iç direnci 2 ohm dur. Bu bataryayı iki eşdeğer devre ile gösterip devre elemanlarının değerlerini gösteriniz. (b) Bataryanın uçlarına 18 ohm luk bir yük direnci bağlandığında her iki eşdeğer devrenin uç valtajı ve yük direncinden geçen akımlar için aynı sonuçları verdiğini gösteriniz.

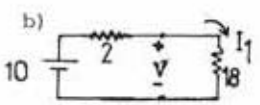
a)

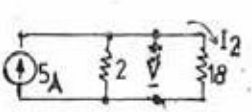




$I = E/k = \frac{10V}{2\Omega} = 5$ A

b)





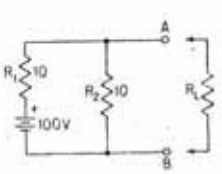
$2 \| 18 = 1,8\ \Omega$

$V = RI = 1,8 \times 5$

$V = 9,0$ Volt

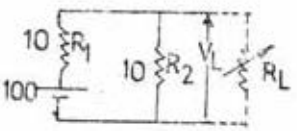
$I = 10/20 = 0,5$ A

$I_L = \frac{2}{2+18} \times 5 = 0,5$ A.



Şekil 1-15

1-5 Şekil 1-15 teki AB uçlarının solundaki devrenin Thévenin eşdeğer kaynağını bulunuz. (b) Yük direnci R_L nin A ve B uçlarına bağlandığını ve sıfırdan sonsuza değiştirildiğini kabul ediniz. R_1 ve R_2 dirençlerinin en kötü yükleme durumunda bile fazla ısınmamaları için güç oranları ne olmalıdır?



a) $V_{açıkdevre} = \frac{R_2}{R_1+R_2} 100 = \frac{10}{20}100 = 50V$

$R_{eş} = R_1 // R_2 = 10 // 10 = 5$

b) R_L +∞ iken R_2 deki maksimum güç; $V_L = 50V$ ve $P_{R2} = \frac{V_L^2}{R_2} = \frac{50^2}{10} = 250$ Watt (W) maksimum

R_L +∞ iken R_1 deki maksimum güç; $I_{R_1} = \frac{V}{R_1} = I_{R1} = \frac{100}{10} = 10A$,

$P_{R_1} = I_{R_1}^2 \times R_1 = 10^2 \times 10 = 1000$ W

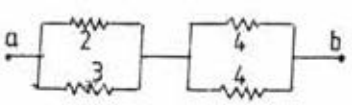
1-6 Şekil 1-9 daki köprü devresinin parametreleri E=20 V, $R_1=2\Omega$, $R_2=3\Omega$, $R_3=4\Omega$ ve $R_4=4$ dur. Eşdeğer Thévenin kaynağını, a ve b uçlarına göre bulunuz.



$V_t = V_x = V_2 - V_4 = \frac{3}{5}x20 - \frac{4}{8}x20$

$V_t = 12 - 10 = 2,0$ V

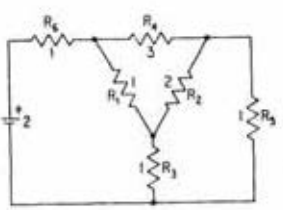
kaynak kısa devre yapıldığı zaman R_t nin eşdeğer devresi;



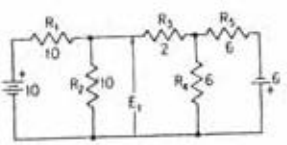
$R_t = 2 // 3 + 4 // 4 = \frac{6}{5} + 2 = 3,2\ \Omega$

1-7 Şekil 1-16 daki 2 V luk bataryanın verdiği akımı; (a) Maxwell halka akımı yöntemi ile ve (b) T den π ye (veya π den T ye) dönüştürme yöntemiyle bulunuz.

1-8 Şekil 1-17 deki şebekeyi dikkate alınız ve E_1 voltajını, (a) Superpozisyon yöntemini kullanarak, (b) düğüm noktalarını analiz ederek ve (c) Thévenin teoremini kullanarak şebekeyi daha



Şekil 1-16



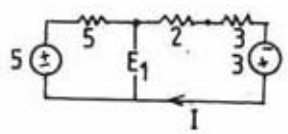
Şekil 1-17

basit bir şekle indirgeverek bulunuz. Yol gösterme: (c) şıkkında kaynakların ve komşu dirençlerin yerine eşdeğer kaynakları koymak için teoremi iki kez kullanınız.

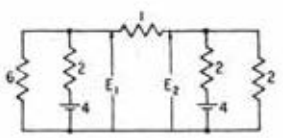
c) Eşdeğer devre:

$I = \frac{5+3}{5+2+3} = 0,8$ A

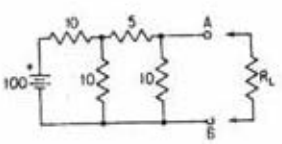
$E_1 = 5-5I = 5-4 = 1,0$ V



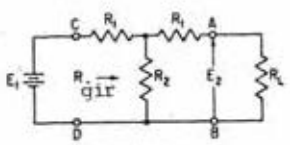
1-9 Sekil 1-18 i E_1 ve E_2 için çözünüz.



Şekil 1-18

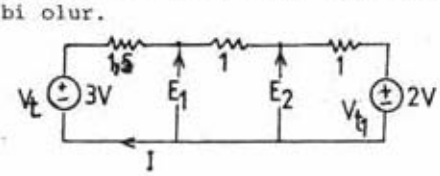


Şekil 1-19



Şekil 1-20

Thévenin Teoremi iki defa uygulanırsa, eşdeğer devre şekildeki gibi olur.



$I = \frac{3-2}{3,5} = \frac{1}{3,5}$

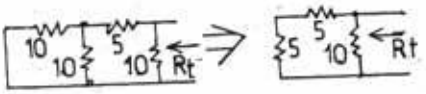
$E_1 = 3-1,5 \quad I = 3-\frac{1,5}{3,5} = 2,58$ V

$E_2 = 2+\frac{1}{3,5} = 2,28$ V

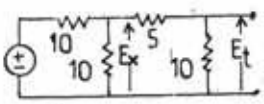
1-10 (a) Şek.1-19 da A ve B uçları arasına konacak yük direnci R_L nin değeri ne olmalıdır ki harcadığı maksimum olsun? (b) Bu maksimum qücün değeri nedir?

Thévenin kaynağı gereklidir.

a) $R_t = 10 // 10 = 5\Omega$, $R_L = 5\ \Omega$
de maksimum güç harcanır



b) E_t gerekir.



$$E_x = \frac{10//15}{10+10//15} \times 100 = \frac{75}{2}$$

$$E_t = \frac{10}{15} E_x = \frac{10}{15} \times \frac{75}{2} = 25\ V$$

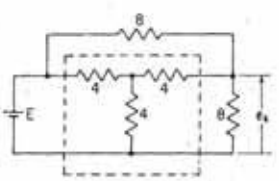
Şimdi; maksimum Güç $= (\frac{E_t}{2})^2 \times \frac{1}{R_t} = (\frac{25}{2})^2 \times \frac{1}{5} = 31{,}25\ W$

1-11 Şekil 1-20, E_2 voltajını, E_1 voltajının bilinen bir oranına indirmek amacıyla R_1 ve R_2 dirençlerinin bir T şeklinde düzenlemesinden oluşan devre parçasını içeren, bir şebekedir. Bu şebeke, azaltıcı (oranlı voltaj azaltıcı) olarak adlandırılır. Şebeke, oranlı azaltıcı devreye sokulduğunda kaynağın yükünün değişmiyeceği şekilde, yani $R_{gir} = R_L$ olacak biçimde düşünülmüştür. $E_2 = \alpha E_1$ olsun. Burada α birim azaltmadır. Yukarıda belirtilen özelliklerin sağlanabilmesi için R_1 ve R_2 nin değerlerinin

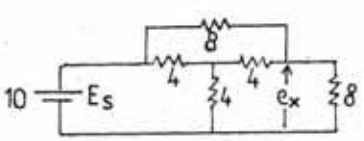
$$R_1 = \frac{1-\alpha}{1+\alpha} R_L \quad \text{ve} \quad R_2 = \frac{2\alpha}{1-\alpha^2} R_L$$

olması gerektiğini gösteriniz.

1-12 Şekil 1-11 deki e_x voltajının değerini, E nin 10 V değeri için hesaplayınız. Yol gösterme: Çözüme varabilmek için T → π dönüşümünü kullanınız.

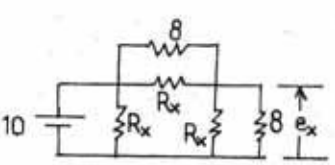


Şekil 1-11



T→π dönüşümü kullanarak

$$R_x = \frac{4\times4 + 4\times4 + 4\times4}{4}$$

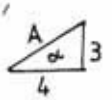


$R_x = 12\ \Omega$ Şimdi $e_x = \frac{1}{2} E_s = \frac{10}{2} = 5{,}0\ V$

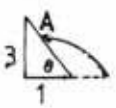
BÖLÜM-2

ELEKTRİK DEVRELERİ

2-1 Aşağıdaki ifadeleri kutupsal yeni ($A\angle\alpha$) biçiminde yazınız: (a) $4+j3$, (b) $-1+j3$, ve (c) $8\exp j\pi/6$.

a) 

$\alpha = \tan^{-1}\frac{3}{4} = 36,8^{\circ}$, $A = \frac{4}{\cos 36,8^{\circ}} = 5,0$, $A\angle\alpha = 5,0\angle 36,8^{\circ}$

b) 

$\theta = \tan^{-1}3 = 71,6^{\circ}$

$A = \sqrt{1+9} = 3,16$ $\quad A\angle\alpha = 3,16\angle 108,4^{\circ}$

c) $8e^{j\frac{\pi}{6}} = 8\angle\pi/6$ $\quad A\angle\alpha = 8\angle 30^{\circ}$

2-2 Aşağıdaki ifadeleri kartezyen yani $(x+jy)$ biçiminde yazınız: (a) $8\exp j\pi/6$, (b) $5\angle 53,1^{\circ}$, ve (c) $5(\exp j\pi/4)(10\angle 90^{\circ})$.

a) $8\exp j\frac{\pi}{6} = 8\angle 30^{\circ} = 8\cos 30^{\circ} + j8\sin 30^{\circ} = 6,92+j4,0$

b) $5\angle 53,1^{\circ} = 5\cos 53,1^{\circ} + j5\sin 53,1^{\circ} = 3+j4$

c) $(5\exp j\frac{\pi}{4})(10\angle 90^{\circ}) = 50\angle 45^{\circ}+90^{\circ} = 50\angle 135^{\circ} = 50\cos 135 + j50\sin 135^{\circ}$

$= -35,4+j35,4$

2-3 (a) $1/(4-j3)$ kesrinin pay ve paydasını $4-3j$ nin karmaşık eşleniği ile çarparak kesirli (paydası gerçek) bir sayı haline getiriniz. Aynı kesri, paydasını önce kutupsal biçime çevirip, tersini alıp sonra da kartezyen biçimine çevirerek, rasyonal yapınız.

a) $\frac{4+j3}{(4-j3)(4+j3)} = \frac{4+j3}{16+9} = \frac{4}{25} + j\frac{3}{25} = 0,16+j\,0,12$

b) $\frac{1}{4-j3} = \frac{1}{5\angle -36,8} = 0,2\angle 36,8^{\circ} = 0,2\cos 36,8^{\circ} + j0,2\sin 36,8^{\circ}$

$= 0,16+j0,12$

2-4 $(2+j2)/(4+j3)$ ifadesini (2-3a) veya (2-3b) problemindeki yöntemi kullanarak $x+jy$ biçimine indirgeyiniz. Hangi yol daha hızlıdır?

$\frac{2+j2}{4+j3} = \frac{2,83\angle 45^{\circ}}{5\angle 36,8^{\circ}} = \frac{2,83}{5}\angle 45^{\circ}-36,8^{\circ} = 0,566\angle 8,2^{\circ} = 0,56+j0,08$

2-5 Şekil 2-30 daki e_1 ve e_2 sinüzoidal voltajlarının aşağıda (a) ve (b) şıklarında verilen değerleri aldığını varsayarak e_3 voltajı-

nı bulunuz ve onu tek bir sinüzoidal nicelik biçiminde ifade ediniz. Yol gös: Fazör yöntemini kullanınız.

(a) $e_1=10\sin\omega t$, $e_2=5\cos\omega t$

(b) $e_1=10\cos(\omega t+60^o)$, $e_2=8\cos(\omega t-30^o)$

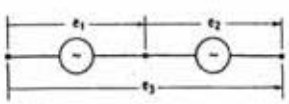
a) $e_1=10\sin\omega t=10\cos(\omega t-90^o)$, $e_2=5\cos\omega t$

$\vec{E}_1=10\angle -90^o$, $\vec{E}_2=5\angle 0^o$; $\vec{E}_1+\vec{E}_2=5-j10=11,2\angle -63,4^o$

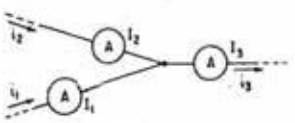
$e_1+e_2=11,2\cos(\omega t-63,4^o)$

b) $\vec{E}_1=10\angle 60^o$; $\vec{E}_2=8\angle -30^o$; $\vec{E}_1+\vec{E}_2=10\angle 60^o+8\angle -30^o$

$\vec{E}_1+\vec{E}_2=5+j8,66+6,94-j4=11,94+j4,66=12,8\angle 21,4^o$; $e_1+e_2=12,8\cos(\omega t+21,4^o)$



Şekil 2-30

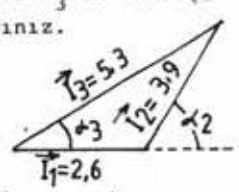


Şekil 2-31

2-6 Şekil 2-31 deki i_1, i_2 ve i_3 akımları aynı frekanslı harmonik dalgalardır. Ampermetre okumaları: $I_1=2,6$ A kok, $I_2=3,9$ A kok, ve $I_3=5,3$ A kok dir. i_1 i faz için referans alarak i_2 ve i_3 ün faz açılarını bulunuz. Bütün mümkün olan değerleri sıralayınız.

$|I_1|=2,6$; $|I_2|=3,9$; $|I_3|=5,3$

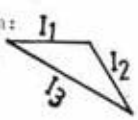
Faz vektörlerini kullanarak, şekildeki üçgende kosinüs kuralı uygulanırsa; $3,9^2=5,3^2+2,6^2-2x5,3x2,6\cos\alpha_3$



α_3 çözülürse, $\alpha_3=44,5^o$ bulunur. $\vec{I}_3=5,3\angle 44,5^o$ şimdi $\vec{I}_1=2,6\angle 0^o$ dir.

Hatta $\vec{I}_2=\vec{I}_3-\vec{I}_1=5,3\angle 44,5^o-2,6\angle 0^o=3,90\angle 72,4^o$.

Diğer bir çözüm:



$\vec{I}_2=3,90\angle -72,4^o$

$\vec{I}_3=5,3\angle -44,5^o$

$\vec{I}_1=2,6\angle 0^o$

2-7 $E=10+j17,32$ V biçimindeki fazör voltajı bir devreye uyqulanıyor ve $I=4+j3$ A lik fazör akımı elde ediliyor. Bunlar kok değerleridir. (a) devreye verilen ortalama gücü, ve (b) karmaşık devre impedansını bulunuz.

$\vec{E}=10+j17,32=20\angle 60^{o}$

$\vec{I}=4+j3 = 5\angle 36,9^{o}$

$\vec{E}$ ve $\vec{I}$ arasındaki faz açısı $=\angle E,I = \angle 60-36,9 = \angle 23,1^{o}$

a) $P=E.I\cos\angle E,I = 20x5x\cos 23,1^{o}=92$ W

b) $\vec{Z}=\frac{\vec{E}}{\vec{I}} = \frac{20\angle 60^{o}}{5\angle 36,9^{o}} = 4\angle 23,1 = 3,68+j1,57\ \Omega$ olur.

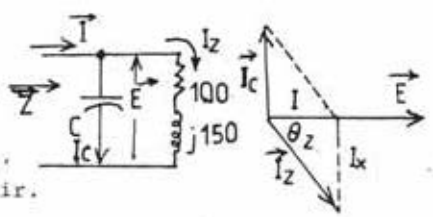
2-8 Seri bir devrede R=80Ω, L=12 mH, ve C=0,5 μF ve $\omega=2\pi f=10^{4}$ ise Z impedansı nedir?

R=80Ω, L=12 mH, C=0,5 μF, $\omega=2\pi f=10^{4}$ rad/sn

$\vec{Z}=R+j\omega L+\frac{1}{j\omega C} = 80+j10^{4}x0,012 - \frac{1}{j10^{4}x0,5x10^{-6}} = 80-j80=113\angle 45^{o}\ \Omega$ olur.

2-9 Bir servo motorun kontrol sarımı 400 Hz frekansta $100+j150\ \Omega$ impedansa sahiptir. Bu sarımın, Şek.2-32 de gösterilen bir şönt sığaç yardımıyla reaktif bileşeni olmayan dirençli bir yük gibi bir vükselticiye akordlanması gerekmektedir. (a) Gereken C sığacının değerini bulunuz. (b) Birleşimin eşdeğer direnci nedir?

$\vec{Z} = 100+j150$ $\omega=2\pi 400$



Faz diyagramından

$\vec{I}=\vec{I}_{C}+\vec{I}_{Z}$

$\vec{E}$ ile $\vec{I}$ nın aynı fazda olması gerekir, ve sonra $|I_x|=|I_C|=|I_Z|\sin\theta_z$.

fakat $|I_z|=\frac{E}{|Z|}$ ve $\vec{Z} = 180,5\angle 56,2^{o}$ dir.

sonra $|I_C|=\omega c=\frac{E\sin 56,2^{o}}{180,5}$ veya

a) $C = \frac{\sin 56,2^{o}}{\omega 180,5} = \frac{0,83}{2\pi 400x180,5} = 1,83x10^{-6}$ F

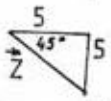
b) $R=\frac{E}{I}$ fakat $I=I_z\cos\theta_z=\frac{E}{180,5}\cos 56,2^{o}$ böylece

$$R=\frac{E\ 180,5}{E\cos 56,2^{o}} = 324\ \Omega$$

2-10 R=5Ω, L=0,1 H, ve C=10 μF den oluşan bir devreyi dikkate alınız. Bu devre sabit voltajlı fakat ω radyan frekanslı bir a.a. kaynağı ile beslenmektedir. ω değiştiği zaman akım da bununla Şek.2-23 deki gibi değişecek ve ω_r rezonans frekansında maksimum I_r değerine varacaktır. Radyan frekansları ω_1 ve ω_2, akımın $I = I_r/\sqrt{2}$ değerini aldığı noktalar olarak tanımlamaktadır. Bunlara yarı-güç frekansları adı verilir. (a) ω_r, (b) ω_1, (c) ω_2 ve

(d) $\Delta\omega/\omega$ değerlerini hesaplayınız. Burada, $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$ dir. $\omega/\omega_r = R/\omega_r L$ olduğunu gösteriniz.

a) $\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{0,1\times10^{-5}}} = 1000$ rad/sn

b) $\omega = \omega_1$ de $|\vec{Z}| = \sqrt{2}\cdot 5$ 

sonra $\frac{1}{\omega_1 C} - \omega_1 L = 5$, veya

$\frac{10^5}{\omega_1} - 0,1\omega_1 = 5$ veya $\omega_1^2 + 50\omega_1 - 10^6 = 0$, ω_1 çözülürse:

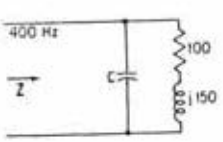
$\omega_1 = \left[-50 + \sqrt{2500 + 4\times10^6}\right] \times \frac{1}{2} = 975,3$ rad/sn.

c) $\omega = \omega_2$ de $\omega_2 L - \frac{1}{\omega_2 C} = 5$ yukardaki gibi çözülürse

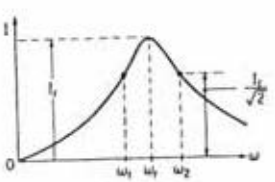
$\omega_2 = 1025,3$ rad/sn bulunur.

d) $\frac{\Delta\omega}{\omega_r} = \frac{(1025,3-975,3)}{1000} = 0,050$ olur.

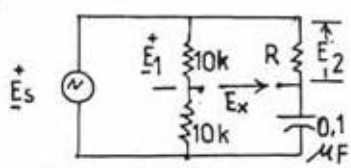
2-11 Şekil 2-34, E_s ye göre fazı kaymış E_x voltajını elde etmek için kullanılan devredir. $\omega = 10^4$ olduğunu varsayınız. E_s yi esas alarak, E_x in fazını, R nin (a) 1 kΩ, (b) 10 kΩ, ve (c) 40 kΩ değerleri için bulunuz. Aynı zamanda E_x in büyüklüğünü E_s nin kesri olarak bulunuz.



Şekil 2-32



Şekil 2-33



$\vec{E}_x + \vec{E}_2 = \vec{E}_1$ veya

$\vec{E}_x = \vec{E}_1 - \vec{E}_2$

$\vec{E}_1 = 0,5E_s$ ve $\vec{E}_2 = R\vec{I}$

fakat $\vec{I} = \frac{\vec{E}_s}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{\vec{E}_s}{R - j1000}$; $(\frac{1}{j\omega C} = -j\frac{1}{10^4\times10^{-7}} = -j1000)$

şimdi $\vec{E}_x = (0,5 - \frac{R}{R-j1000})\vec{E}_s = \frac{(-1)(0,5R + j500)}{R-j1000}\vec{E}_s$

a) R=1000Ω, değeri formülde kullanılırsa: $\vec{E}_x = -0,5\angle 90^\circ\ \vec{E}_s = 0,5\angle 270^\circ\ \vec{E}_s$

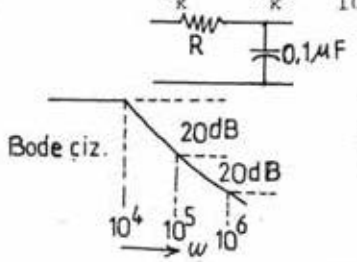
b) $R=10^4$kΩ değeri formülde kullanılırsa: $\vec{E}_x = -0,5\angle 11,5\ \vec{E}_s = 0,5\angle 191,5^\circ\ \vec{E}_s$

c) $R=4\times10^4$kΩ değeri formülde kullanılırsa: $\vec{E}_x = -0,5\angle 2,90^\circ \vec{E}_s = 0,5\angle 182,9^\circ\ \vec{E}_s$

2-12 Köşe frekansı 10^4 rad/sn olan, düşük frekans geçiren bir süzgeç istemekteyiz. (a) Eğer sığanın değeri 0,1 μF ise hangi değerde bir R direnci kullanılmalıdır? (b) ω=10 rad/sn olduğu zaman azaltmanın büyüklüğü ne kadardır? dB ve oran olarak ifade ediniz.

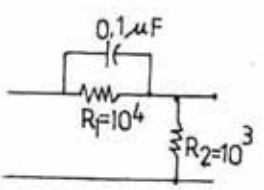
a) $\omega_k=10^4$, R=? $RC=\frac{1}{\omega_k}$, $R=\frac{1}{\omega_k C}=\frac{1}{10^4 . 10^{-7}}=1000\ \Omega$

b)



ω'nın iki defa on kat artması ile azaltma 40 dB veya M=0,01 olur.

2-13 Şekil 2-23 deki ileri faz şebekesinin parametrelerinin değerleri $R_1=10^4\Omega$, C=0,1 μF, ve $R_2=10^3\Omega$ olsun. (a)"Köşe frekansı ve asimtot" yöntemini kullanarak yaklaşık, log-büyüklüğünün dB cinsinden açısal frekansa karşı grafiğini çiziniz. (b) Bu yöntemin uygulanması ile elde edilen en büyük ileri faz açısını belirleyiniz.



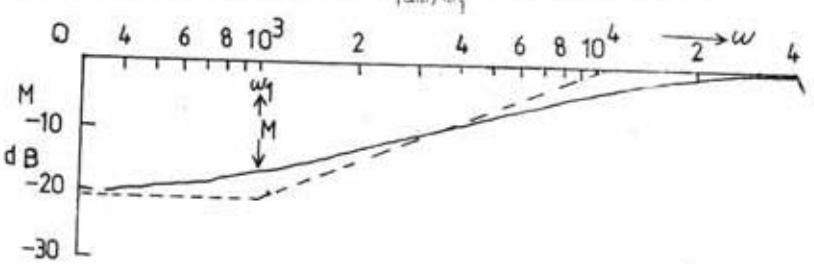
$\omega_1=\frac{1}{R_1 C}=\frac{10^7}{10^4}=1000$ rad/sn.

$\alpha=\frac{R_2}{R_1+R_2}=\frac{1}{11}$

$\omega_2=\frac{\omega_1}{\alpha}=\frac{1000}{1/11}=11.000$ rad/sn

çok düşük frekansta $G(j\omega)\to\alpha\ \frac{1+j.0}{1+j.0}=\alpha=0,0909$ veya dBv= -20,8

çok yüksek frekansta $G(j\omega)\to\alpha\ \frac{j\omega/\omega_1}{j\alpha\omega/\omega_1}=1,0$, veya dBv=0

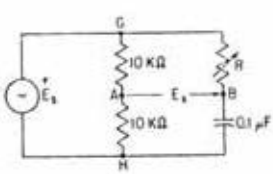


b) Maksimum faz, ω'nın geometrik ortalamasında oluşur.

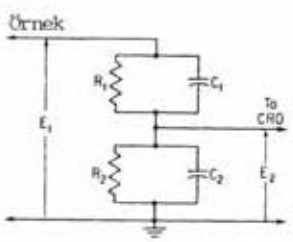
$\omega_{ort}=\sqrt{1000x11000} = 3500$, $\omega = 3500$ deki açı Denklem (2-130) kullanılarak bulunabilir.

$$\frac{1+j\frac{3500}{1000}}{1+j\frac{3500}{11000}} = \frac{M_1}{M_2}\ \underline{/56,5}$$ Maksimum açı $= 56,5^{o}$

2-14 Bir dengelenmiş voltaj bölücü devrenin eşdeğer devresi Şek.2-35 de gösterilmiştir. Bu şebeke bir KT osiloskop girişinde kullanıldığı zaman denenen devre üzerindeki yükü azaltır ve başka yararlı özellikleri vardır. Bu uygulamada, C_1R_1 birleşimi zırhlı deneme kablosunun ucundaki bir probun içindedir, ve R_2 ve C_2 kablo sığası ile KIO yükselticisinin giriş impedansının toplamını temsil etmektedir. (a) $R_1C_1=R_2C_2$ olduğu zaman, E_2 nin E_1 ile aynı fazda olacağını ve E_2/E_1 in harmonik deneme sinyalinin frekansından bağımsız olduğunu gösteriniz. (b) Eğer $E_2=10^6\Omega$ ve $C_2=50$ pF ise $E_2/E_1=0,1$ olması için gerekli R_1 ve C_1 değerlerini seçiniz.



Şekil 2-34



Şekil 2-35 Dengelenmiş voltaj bölücü

b) $R_1C_1=R_2C_2$ alınarak.

Düşük frekansta voltaj bölüşümü $= \frac{R_2}{R_1+R_2} = \frac{E_2}{E_1}$

böylece $\frac{R_2}{R_1+R_2} = 0,1$ ve $R_2 = 10^6$ olduğundan

$\frac{10^6}{R_1+10^6} = 0,1$ den R_1 çözülürse, $R_1=9x10^6\ \Omega$

$R_1C_1=R_2C_2$; $C_1 = \frac{R_2}{R_1}.C_1 = \frac{10^6}{9x10^6}x50=5,55$ pF

2-15 (a)(2-144); (b)(2-145); (c)(2-146) ve, (d)(2-147) denklemlerinin h parametreleri cinsinden ifade edilen kısımlarını çıkarınız. Yol göst: h parametrelerine dayanan eşdeğer devreyi Şek.2-29a koyunuz ve elde edilen şebekevi istenen oranlar için çözünüz.

2-16 Alıştırma 2-15 i z parametre formülleri için tekrarlayınız.

BÖLÜM-3

YARI-İLETKENLER VE METAL-OKSİT YARI-İLETKEN, ALAN-ETKİLİ TRANSİSTÖRLER

3-1 Bir saf silikon örnekte 290°K de $n_i=10^{10}$ olduğunu varsayalım. Ayrıca her V/cm için elektron hareketliliğinin 8000 cm/sn, boşluk hareketliliğinin 300 cm/sn olduğunu varsayalım. (a) Örneğin iletkenliği nedir? (b) Bu materyalden yapılma $1mm^2$ kesitte ve 8 mm boyundaki çubuğun direnci nedir? (c) Elektrik alan 100 V/cm olduğu zaman bu materyaldeki akım yoğunluğu nedir?

$n_i=10^{10}$, $\mu_n=800$, $\mu_p=300$, $n=p=n_i=10^{10}$

$\sigma=(n\mu_n+p\mu_p)\ e=(10^{10}x800\ 10^{10}x300)1,6x10^{-19}$

a) $\sigma=1100x10^{10}x1,6x10^{-19} = 1,76x10^{-6}$ mho / cm

b) $R=\frac{1}{\sigma}\cdot\frac{\ell}{A} = \frac{0,8}{1,76x10^{-6}x0,01} = 0,45x10^{9}$ ohm

c) $J=\sigma\varepsilon = 1,76x10^{-6}x100=1,76x10^{-4}$ A/cm^2 olur.

3-2 325°K de bir p-tipi silikon örneğin cm^3 ünde 10^{15} alıcı iyon bulunduğunu dikkate alarak (a) boşluk konsantrasyonunu, (b) elektron bolluğunu ve (c) hareketliliğin 3-1 nolu alıştırmadaki değerlerde ve 325°K de $n_i=10^{11}/cm^3$ olduğunu varsayarak bu örneğin iletkenliğini bulunuz.

a) $P_p \simeq N_a = 10^{15}\ cm^{-3}$

b) $n_p \simeq \frac{n_i^2}{Na} = \frac{(10^{11})^2}{10^{15}} = 10^{7}\ cm^{-3}$

c) $\sigma=(n\mu_n+p\mu_p)\ e=(10^{7}x800+10^{15}x300)1,6x10^{-19}$

$\sigma=(8x10^{9}+3x10^{17})\ 1,6x10^{-19} \simeq 3x10^{17}x1,6x10^{-19} = 4,8x10^{-2}$ mho/cm

3-3 Başlangıçta p-tipi olan bir silikon örnek, verici katkılar eklenerek n-tipine dönüştürülmek isteniyor. Başlangıçta materyal, 10^{14} alıcı atom/cm^3, düzgün bolluğa ve sıfır verici bolluğuna sahiptir. Sıcaklığın 290°K olduğunu, böylece hareketliliklerin 3-1 nolu alıştırmadaki değerlerde olduğunu ve son durumda $n=N_d-N_a$ olduğunu varsayınız. Sonuç materyalin iletkenliğinin 0,025 mho/cm

olması için hangi bollukta verici atom eklenmelidir? Yol gös: Boşlukların iletkenliğe katkısının ihmal edilebilir olduğunu düşününüz.

$N_a=10^{14}$, $\sigma=0,025$ mho/cm

$\sigma=(n\mu_n+p\mu_p)\,e$, $p\mu_p$ ihmal edilirse $\sigma\simeq n\mu_n e$ böylece, $0,025\simeq n800x1,6x10^{19}$

veya $n\simeq \frac{0,025}{800x1,6}x10^{19}$ veya $n\simeq 1,95x10^{14}cm^{-3}$

$n=N_d-N_a$, $N_a=n+N_a=1,95x10^{14}+10^{14}$

$N_a=2,95x10^{14}\ cm^{-3}$

3-4 Silikon üzerine yapılan bir Haynes-Schockley deneyinin verileri aşağıdaki gibidir. Elektrik alan 20 V/cm örnekle yayıcı arası 0,5 cm ve başlangıç ve gecikmiş pulslar arasındaki zaman 83 μsn dir. Bu deneydeki boşluk hareketliliğini belirleyiniz.

$\mathcal{E}=20$ V/cm $\ell=0,5$ cm $\quad t=83x10^{-6}$sn

$$v=\frac{\ell}{t}=\frac{0,5}{0,83x10^{-4}}=0,6x10^{4}\ \text{cm/sn},\quad v=\mu\mathcal{E}\ \text{ve}$$

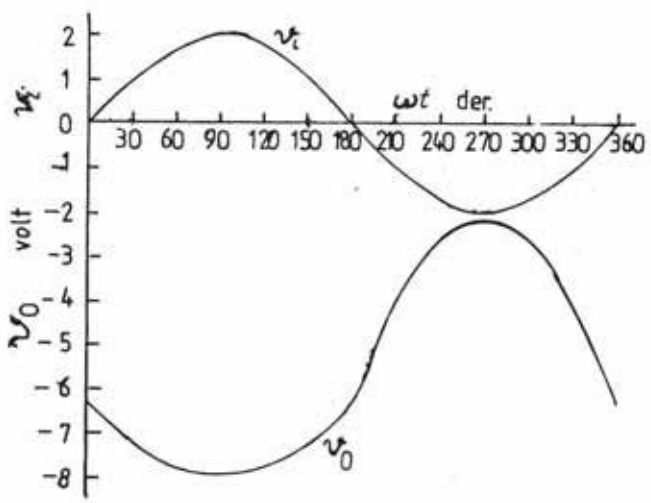
$$\mu=\frac{v}{\mathcal{E}}=\frac{0,6x10^{4}}{20}=300\ \frac{\text{cm/sn}}{\text{V/cm}}\ \text{olur.}$$

3-5 Zenginleştirilmiş tip n-kanal MOYİAET içindeki fiziksel hareketleri anlatınız. Geçit ile kaynak arasındaki voltajın akıtıcı akımına ve geçit akımına etkisine değininiz.

3-6 Şekil 3-12a daki giriş devresinin Şek.3-8 deki yükselticide 4V besleme voltajı ve $v_i=2,0\sin\omega t$ V sinyaliyle birlikte kullanıldığını varsayınız. Yükselticinin diğer verileri Kes.3-7 deki gibidir. v_o dalgası için veri elde ediniz ve v_o dalgasının v_i ye karşı grafiğini çiziniz. Dalga şekli hakkında yorum yapınız.

Besleme=4 V, $v_i=2,0\sin\omega t$, R=2 kΩ, V_B=10 V.Transistör karakteristikleri Şek.3-10 ve yük doğrusu Şek.3-10 daki gibidir. Şekil 3-11 deki voltaj aktarım karakteristiklerini kullanarak ωt'ye karşı v_o değerleri bulunur.

ωt(derece)	υ_i=2sinωt	υ_I=4+2,5sinωt	υ_o(Sek.3-11)den
00	0,00	4,00	-6,3
45	1,41	5,14	-7,6
90	2,00	6,00	-8,0
135	1,41	5,14	-7,6
180	0,00	4,00	-6,3
225	-1,41	2,59	-3,3
270	-2,00	2,00	-2,1
315	-1,41	2,59	-3,3
360	0,00	4,00	-6,3



3-7 Bir Motorola tipi 2N3796 MOYİAET (EkB) Şek.3-8 deki yükselticide çalıştırılmak istenivor. Aşağıdaki değerler kümelerinin her biri için çalışma noktasını bulunuz: Başka bir deyişle i_D ve υ_{DS} yi belirleviniz. (a) V_B=20 V, R=2kΩ, V_{GK}=2,0 V; (b)V_B=24 V, R=3,0kΩ, V_{GS}=1,0 V; ve (c) V_B=20 V, R=4 kΩ, V_{GS}=0 V.

2N 3796 karakteristikleri sayfa 591 de

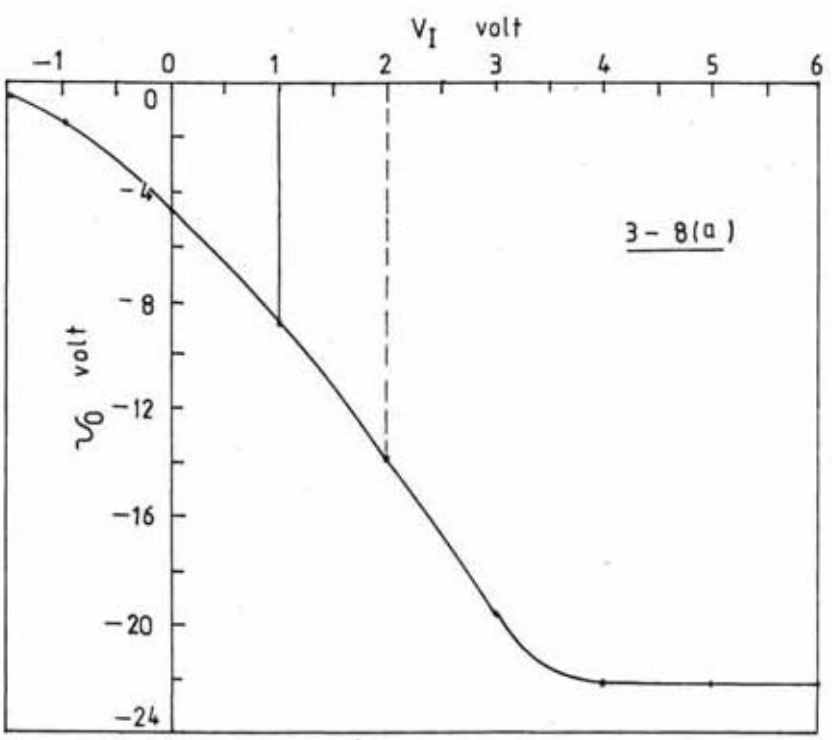
	V_B Volt	R kΩ	V_{GS} Volt	I_{SC} MA	i_D (vük	V_{DS} doğrusundan)
a)	20	2	2	10	4,8	10,6
b)	24	3	1	8	2,9	15,5
c)	20	4	0	5	1,5	14,0

3-8 Bir Motorola tipi 2N3796 MOYİAET (Bk B) Şek.3-8 deki yükselticide çalıştırılıyor. V_B=24 V ve R=3000 Ω olsun. (a) Bu yükselticinin voltaj aktarım belirtgeni için veri elde ediniz ve grafiğini çiziniz. (b) v_I=1,0 dan 2,0 V a kadar bölge için aktarımlı voltaj yükselmesini bulunuz. (c) Şekil 3-12a da giriş devresinin bu yükselticide 1,0 V besleme voltajı ve v_i=1,0 sin ωt sinyali ile beraber kullanıldığını varsayınız. v_o nın ωt ye karşı çiziminden elde edilecek dalgayı çiziniz ve dalga şekli üzerine yorum yapınız. (d) (c) şıkkını besleme voltajı=1,0 V ve v_i=2,0 sin ωt için tekrarlayınız.

2N3796 karakteristikleri sayfa 591 de

a) V_B=24 V, R=3,0 kΩ, 3-7 (b) deki ile aynı.

$V_I=V_{GS}$=	-1,5	-1,0	0,5	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6
V_{DS}=	23,5	22,5	21,1	19	15,3	10	4,4	1,8	1,6	1,6
v_o=	-0,5	-1,6	-2,9	-5,0	-8,7	-14	-19,6	-22,2	-22,4	-22,4

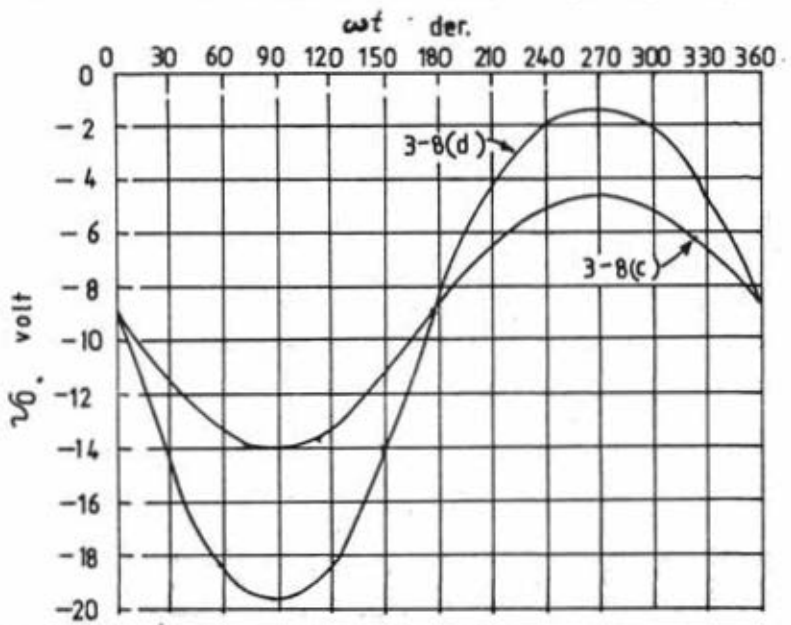


b) Şekildeki eğrinin $V_{GS}=+1$ ve $V_{GS}=+2$ değerleri ile kesişme noktaları kullanılarak $\frac{\Delta v_o}{\Delta v_i}$ oranı hesaplanır.

$$\frac{\Delta v_o}{\Delta v_i} = \frac{14-8,8}{2-1} = \frac{5,2}{1} = 5,2$$

c) $\omega t=$	0	45	90	135	180	225	270	315	360
$v_I=1+1\ \sin\omega t=$	1,0	1,71	2,0	1,71	1,0	0,29	0	0,29	1,0
v_o (grafikten)=	-8,8	-12,5	-14	-12,5	-8,8	-5,9	-4,7	-5,9	-8,8

d) $\omega t=$	0	45	90	135	180	225	270	315	360
$v_I=1+2\sin\omega t=$	1,0	2,41	3,0	2,41	1,0	-0,41	-1,0	-0,41	-1,0
$v_o=$	-8,8	-16,7	-19,7	-16,7	-8,8	-3,1	-1,5	-3,1	-8,8



3-9 Bir Motorola tipi 2N3796 MOYİAET (Ek B) ortak kaynak yükselticisi olarak Sek.3-15 deki çıkış süzgeci ile çalıştırılıyor. $V_B=20V$, $R_1=90$ kΩ, $R_2=10$ kΩ, $R_3=2,0$ kΩ ve C ile C_f nin değerleri

öyle yüksek olmalıki sinval frekans voltaj düşmeleri ihmal edilebilir olsun. (a) Eğer υ_i=1,0 sin ωt ise υ_o için yazılabilecek yaklaşık bir ifade nedir? (b) ω=5000 ise C için uygun bir değer seçiniz.

Bak Şek.(3-15). V_B=20 V, R_3=2,0 kΩ, R=2,0 kΩ R_1=90 kΩ R_2=10 kΩ $V_{GS}= \frac{10}{90+10} \times 20$=2,0 V . Q noktasında D.a. yük doğrusu V_B=20, i_D=0 dan V_B=0, i_D=1 mA noktasına uzanır. A.a. yük doğrusunun eğimi 2//2 veya 1.0 kΩ veya 1mA bölü volt'a karşı gelmektedir. υ_i=1,0 sinωt için V_{GS} aralığı +1 den +3 V kadar değişir, a.a. yük doğrusundan V_{DS} aralığının 8,7 den 12,7 V kadar veya 4,0 V değiştiği bulunabilir.

a) Tepeden-tepeye. Böylece υ_o=-2,0sinωt

b) ω=5000, C, R_1 ve R_2 nin paralel bileşimini sürer yani 90||10 veya $\frac{90x10}{100}$ =9 kΩ.

Keyfi olarak, $x_c= \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{5} \times 9000$ ohm olsun.

Böylece $C = \frac{5}{5000x9000} = 0,111x10^{-6}$ F.

C=0,125 μF kullanılır.

3-10 Şekil 3-17 deki yükselteç devresi Matorola tipi 2N3796 MOYİAET (Ek B) kullanıyor. Besleme dirençleri +2,0 V verecek şekilde seçilmiştir. V_B=12 V, R=20Ω ve n_1/n_2=10 olsun. (a) Sinyal voltajı 2,0 sinωt ise, n_1 sarımlı ideal çıkış transformatöründeki sinval voltaj bileşeni ne büyüklüktedir? (b) R yükünün üzerindeki voltaj ne kadardır? (c) R ve verilen ortalama güç ne kadardır?

2N3796 : Bak sayfa: 591 Besleme=+2 V, V_B=12 V R=20Ω, (n_1/n_2)=10

a) υ_i=2,0 sinωt, $R_{eş}= (n_1/n_2)^2$ R=100x20=2000Ω noktası, V_{DS}=12 V, V_{GS}=2 V ve i_D=4,8 mA'dedir. Q noktasından geçen ve eğimi 2mA/volt olan a.a. yük doğrusu oluşturulur. υ_i=2,0 sinωt, υ_I=2+2,0sinωt için ve υ_I=0 dan υ_I= +4 e kadar ilerlenirse: υ_{DS}, 18 den +4,0 V ta gider ve çıkış 18-4=14 V tepeden-tepeye veya 7,0 V tepe değerinde olur.

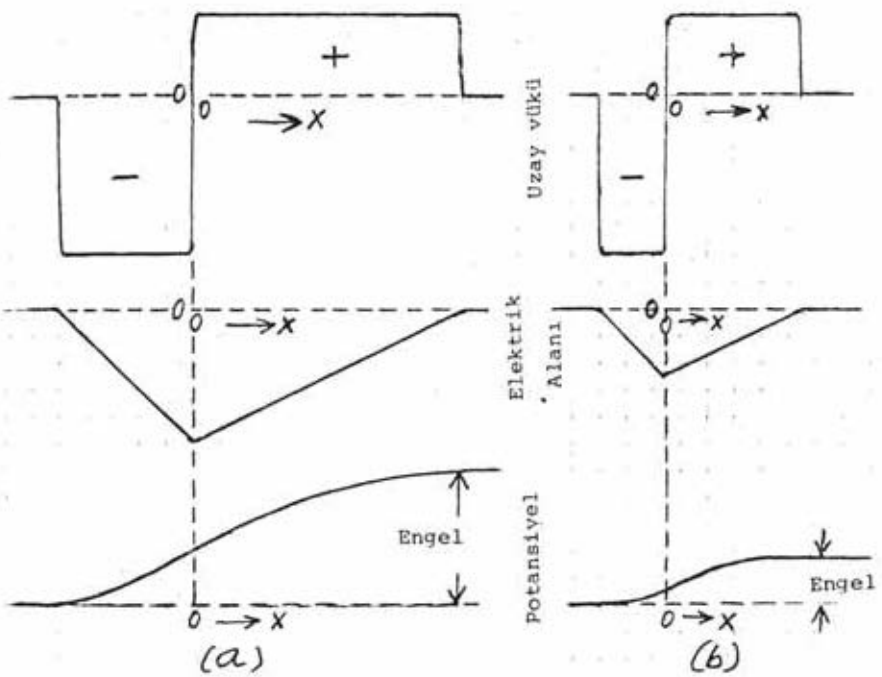
b) R uçları arasındaki voltaj farkı=7,0x$(n_2/n_1)\frac{7,0}{10}$ = 0,7 Volt tepe

c) $P= \frac{V^2_{kok}}{R} = (\frac{0,7}{2})^2 \times \frac{1}{20}$ = 0,0122 Watt

BÖLÜM-4

YARI-İLETKEN DİYOD, DİYOD İÇİN DEVRE MODELLERİ

4-1 Şekil 4-2b, c ve d ye benzer şekilde: (a) Sıfır besleme voltajı için, ve (b) boşaltılmış bölge genişliğini sıfır besleme değerinin yarısına düşüren ileri besleme voltajı için; uzay yük konsantrasyonunun, elektrik alan kuvvetinin ve elektrik potansiyelin grafiğini çiziniz. Potansiyel engelin ileri besleme yüksekliği sıfır beslemedeki değerinin tam yarısı mıdır yoksa bu değerden büyük veya küçük müdür?



Potansiyel engeli, sıfır önbeslemedeki değerinden çok küçük olacaktır, çünkü engel, elektrik alanı eğrisinin altındaki alan ile orantılıdır.

4-2 pn eklemine vakın bir p-tipi silikonda alıcı konsantrasyonu 10^{16} cm^{-3}, n-tipi tarafındaki verici konsantrasyonu 10^{15} cm^{-3} tür. $T=290^{o}K$, $n_i=10^{10}$ ve $V_o=0,60$ V olsun. (a) Denge konsantrasyonları P_{p0} ve P_{n0} ın değerleri nedir? (b) İleri beslemenin 0,3 V olduğu durumda boşaltılmış bölgenin ucunda n tipi materyaldeki boşluk konsantrasyonunun değeri nedir? kT/e=0,025 V olduğunu hatırlayınız.

p-tipinde $N_a=10^{16}$, n-tipinde $N_a=10^{15}$, $T=290^{o}K$ $n_i=10^{10}$, $V_o=0,6$ V

a) $N_a \gg n_i$ p-tipi içinde $P_p \cong P_{p0} \cong N_a=10^{16}$ cm^{-3}

$N_{n0} \cong N_a=10^{15}$

$P_{n0}=10^{5}$ cm^{-3} $\qquad P_{n0}n_{n0}=n_i^2 \qquad P_{n0}=\frac{n_i^2}{n_{n0}}=\frac{(10^{10})^2}{10^{15}}$

b) $P_1=P_{p0}\exp\left[\frac{-e(V_o-V_p)}{KT}\right]=10^{16}\exp\left[\frac{-(0,6-0,3)}{0,025}\right]=10^{16}e^{-12}$

$P_1=6,2x10^{10}$ delik/cm^3 olur.

4-3 Bir pn eklem divodu 0,2 V ileri besleme voltajı uygulandığında 0,3 μA akım geçirmektedir. (a) Bu diyod için I_s nin değeri nedir? (b) 0,4 V ve (c) 0,6 V ileri besleme voltajında ne kadar akım akacaktır? (c) şıkkındaki hesabın geçerliliği üzerine yorum yapınız.

$T=290^{o}K$ de $I=0,3x10^{-6}$ A akımın V= 0,2V potansiyel altında aktığını varsayalım.

a) $I \cong I_s\exp(\frac{eV}{kT}) \qquad 0,3x10^{-6}=I_s\exp\frac{0,200}{0,025}=I_se^{8}$

$I_s=\frac{0,3x10^{-6}}{e^{8}}=1,0x10^{-10}$ A.

b) V=0,4 V $\qquad I=I_s\exp\frac{eV}{kT}=10^{-10}\exp\frac{0,400}{0,025}=8,9x10^{-4}$ A.

c) V=0,6 V $\qquad I=10^{-10}\exp\frac{0,600}{0,025}=2,66$ A.

İç dirençten dolayı bu akıma ulaşılamaz.

4-4 $25^{o}C$ ta, bir silikon diyodun akımı 10^{-8} A dir. Diyod sıcaklığının $124^{o}C$ olduğu durum için doyma akımının değerini belirleyiniz.

$I_s=10^{-9}$ A, 25°C de 124°C de I_s doyum akımını bulunuz.

$\Delta T=124^{\circ}C-25^{\circ}C=99^{\circ}C$,

$\Delta T=75^{\circ}C$ lik fark 100 çarpanı oluşturur. Her $\Delta T=12^{\circ}C$ fark iki kat artış yaptırır. (Bak.Böl.4-4) $99-75=24^{\circ}C$, Böylece I_s iki defa iki kat artar sonuç olarak çarpan=100x2x2=400 olur.
$I_s=400x10^{-9}=4x10^{-6}$ A olur(124°C de)

4-5 Bir silikon divod 25°C ta 10^{-10} A I_s değerine sahiptir. Sıcaklık 100°C ta yükseldiği zaman I_s, 10^{-8} A e yükselir. İleri besleme voltajının değeri 0,5 V ta tutulduğuna göre divoddan geçen ileri akımın değerini 25°C ve 100°C ta hesaplayınız.

25°C'de $I_s=10^{-10}$ A ve 100°C'de $I_s=10^{-8}$ A ve V=0,5 V

25°C'de $\frac{kT}{e}=0,0256$ 100°C'de $\frac{kT}{e}=0,0321$

25°C'de $I=I_s \exp\frac{eV}{kT}=10^{-10}\exp\frac{0,500}{0,0256}\simeq 30,4x10^{-3}$ A

100°C'de $I=10^{-8}\exp\frac{0,500}{0,0321}\simeq 58x10^{-3}$ A

4-6 1,6 V ters besleme voltajı uygulanan bir keskin eklem diyodu 120 pF artırımlı uzay yükü sığasına sahiptir. Ters besleme voltajı 3,6 V olduğu zaman bu sığanın değerini belirleyiniz. $V_o=0,6$ V alınız.

$C_j=120$ pF $V_R=1,6$ V $V_o=0,6$ V dir.

$V_R=3,6$ V iken C_j' ne kadardır?

$C_j=C_1(V_o-V)^{-1/2}$ veya $120=C_1[0,6-(-1,6)]^{-1/2}=C_1(2,2)^{-1/2}$ (1)

$C_j'=C_1[0,6-(-3,6)]^{-1/2}=C_1(4,2)^{-1/2}$ (2)

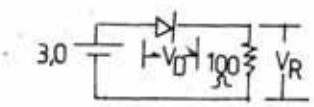
2 'ci eşitliği 1 'ci eşitliğe bölersek:

$$\frac{C_j'}{120}=\frac{C_1(4,2)^{-1/2}}{C_1(2,2)^{-1/2}} \Rightarrow C_j'=120\left(\frac{4,2}{2,2}\right)^{-1/2}=87 \text{ pF}$$

4-7 $I_s=10^{-10}$ A olan ve 27°C ta çalışan bir silikon diyodun Şek. 4-7a daki devrede kullanıldığını varyasınız. Eğer $V_B=3$ V ve

R=100 Ω ise devre akımı ve divod voltajı ne olur? Salık verilen çözüm yöntemleri (a) grafik çözümleme veya (b) deneme ve düzeltme yollarıdır.

27°C de $I_s=10^{-10}$ A Sek.4-7a $V_R=3,0$ V, R=100 Ω



$V_D>0,2$ V olduğunu kabul edelim.

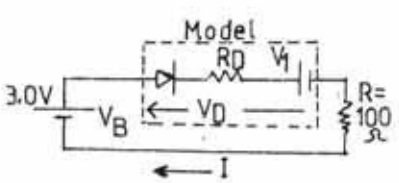
$\frac{kT}{e} = 0,0258$

$I = 10^{-10} \exp \frac{V_D}{0,0258}$

Yöntem: V_D'nin değeri kabul edilir, I, V_R, V_R+V_D hesaplanır ve kaynak voltajı 3,0 V ile karşılaştırılır. Sonra aynı işlem tekrarlanır.

V_D Volt	$V_D/0,258$	$\exp \frac{V_D}{0,258}$	I Amp.	IR	V_D+V_D	
0,258	10	22.026	$2,2\times10^{-6}$	$2,2\times10^{-4}$	0,260	Çok düşük
0,362	14	$1,2\times10^{6}$	$1,2\times10^{-4}$	0,012	0,374	" "
0,466	18	$65,6\times10^{6}$	0,00656	0,656	1,122	" "
0,491	19	178×10^{6}	0,0178	1,78	2,27	" "
0,500	19,3	240×10^{6}	0,024	2,4	2,90	" "
0,501	19,34	250×10^{6}	0,025	2,5	3,00	Tamam.

4-8 Çözümlemede Şek.4-8c deki diyod modelini kullanarak alıştırma 4-7 yi tekrarlayınız. $V_1=0,45$ V ve $R_{diyod}=1,4$ Ω alınız.



$V_1=0,45$ V $R_D=1,4$ Ω

sonra

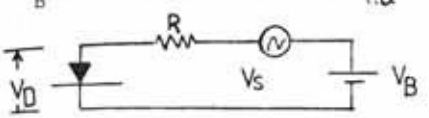
$I = \frac{V_B-V_1}{R+R_D} = \frac{3,0-0,45}{100+1,4}$

I=0,025 A

$V_D=V_1+R_D I=0,45+1,4\times0,025=0,485$ V.

4-9 Sekil 4-10 daki devrede bir silikon diyod vardır $v_s=0$ ve R=20 Ω olduğu zaman divoddaki voltaj düşmesi 0,48 V dolayısıyla $V_B=0,48$ 20x0,01=0,68 V olmaktadır. $v_s=10$ sinωt değerine ayarlandığı zaman devredeki akımın değişen bileşeni ne olur?

Oda sıcaklığında R=20 Ω, V_S=0, V_D=0,48 V olduğunu varsayarak V_B=0,48+20x0,01 =0,68 V ve I_{da}= 0,01 A sonucunu kullandık.



V_S=0,10 sinωt varsayalım. Değişken bileşen için diyod modeli kullanırsak:

r'yi bulmak için (4-23) eşitliği kullanılırsa; oda sıcaklığında $r = \frac{26}{I}$, (I, mA olarak) $r = \frac{26}{10}$ = 2,6 ohm. Böylece, $i_{aa} = \frac{v_s}{r+R} = \frac{0,10\sin\omega t}{2,6+20}$

i_{aa} = 0,0044 sinωt bulunur.

BÖLÜM-5

YARI-İLETKEN ELEMANLAR, TOPLU DEVRE YAPIMI

5-1 Difüzyon sürecivle silisyum eklem transistörlerin yapımındaki aşamaları anlatınız.

5-2 Bir npn transistörün ortak-taban bağlantısında yapılan ölçümlerde V_{CB}=8 V için I_E= -4 mA ve I_C=3,8 mA bulunmuştur. Sonra da I_E= -6 mA yapıldığında I_C=5,7 mA olmuştur. Bu verilenlerden,ortak tabanlı devrede kısa devre akım kazancının yaklaşık değerini hesaplayınız.

V_{CB}=8 V npn ortak tabanlı bağlantıda.

I_E=-4mA, I_C=3,8 mA,

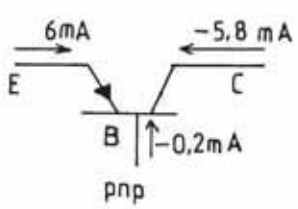
I_E=-6mA, I_C=5,7 mA

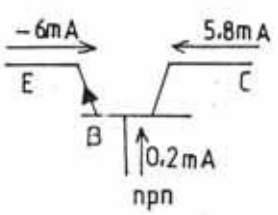
$$\alpha \cong -\frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} = -\frac{(5,7-3,8)}{-6-(-4)} = \frac{1,9}{2} = 0,95$$

$$\alpha_{FB} \cong -\frac{I_C}{I_E} = \frac{3,8}{4} = 0,95 \implies I_E = -4mA \text{ iken}$$

5-3 Bir pnp transistörün iç çalışmasını anlatınız. Transistörün çeşitli kısımlarında akım taşıyıcıların neler olduğunu açıklayınız. Her iki eklemi aşıp geçen taşıyıcıların tipini ve orijinini söyleyiniz. Taban akımının miktarını tayin eden işlem ve unsurlar nelerdir?

5-4 Bir pnp ve bir npn transistörü alalım. Her ikisi için de akımlar I_E=6 mA, I_C=5,8 mA ve her ikisi için I_{CO}=0,01 mA olsun. (a) Şekil 5-5a da gösterilen alışılmış yollarla her iki transistör için I_E, I_C ve I_B nin cebirsel değerlerini listeleyiniz. (b) Bu transistörler için α_{FB} değeri nedir?





5-5 (a) Şekil 5-8c de yayıcıdan tabana olan potansiyel engelinin yüksekliği iletim elektronları ve oyuklar için aynıdır. Bilinen bir transistörde, niçin EB eklemini geçen elektron akımı delik akımından büyüktür? (b) CB eklemi için elektron akımı ile delik akımını karşılaştırınız ve Şek.5-8c üzerinde açıklayınız.

5-6 Kırılma ve delip geçme terimleri ne anlama gelir? Bunlarla ilgili fiziksel işlemi anlatınız.

5-7 EK B'de RCA tipi 2N6177 npn silisyum transistörün belirtgen değerleri verilmiştir. (a) V_{CE}=40 V olduğu zaman, I_C=0 ile 80 mA değerleri için bu transistörün statik ortak yayıcı kısa devre akım kazancı β_{FE} nin değeri nedir? (b) a şıkkındaki koşullar altında α_{FE} değeri nedir? (c) V_{CE}=80 V ve I_C=16 mA değerlerinde bu transistör için küçük sinyal kısa devre akım kazancı β nın değerini hesaplayınız.

2N6177, 25°C de V_{CE}=40 ve I_C=0 dan 80 mA kadar olduğunu varsayalım ve Şek. B-5(b) kullanarak:

a) $\beta_{FE} = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{80-0}{0,91-0} = 88$

b) α_{FE} değil α_{FB} yi bulunuz.

$\beta = \frac{\alpha_{FB}}{1-\alpha_{FB}}$ kullanılırsa, $\beta_{FE}(1-\alpha_{FB})=\alpha_{FB}$ veya $\beta_{FE}-\beta_{FE}\alpha_{FB}=\alpha_{FB}$ veya $\beta_{FE}=\alpha_{FB}+\beta_{FE}\alpha_{FB}$ veya $\beta_{FE}=\alpha_{FB}(1+\beta_{FE})$, $\alpha_{FB} = \frac{\beta_{FE}}{1+\beta_{FE}}$ ve buradan da

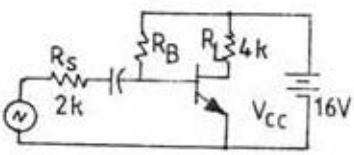
$\alpha_{FB} = \frac{88}{1+88} = \frac{88}{89} = 0,989$ bulunur.

c) i_B=0,1 den i_B=0,3 mA'e artış kullanılarak

i_B=0,1 de I_C=6 ve i_B=0,3 de I_C=26 mA

Bunlardan, $\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{26-6}{0,3-0,1} = \frac{20}{0,2} = 100$ bulunur.

5-8 Kesim 5-9 da incelenen yükselteçte R_C=4k Ω ve durgun taban akımı 0,015 mA olacak şekilde değişiklik yapıldığını, fakat V_{CC} ile R_S nin değiştirilmeden bırakıldığını varsayalım (Şekil 5-14 ve 5-15 e bakınız). a) R_B değeri ne olmalıdır? (b) Taban akımının 0,01 ile 0,02 mA arasında değişmesi için tepeden-tepeye v_s değeri ne olmalıdır? (c) b şıkkındaki akım aralığı için voltaj yükselmesi nedir? Kesim 5-9 da bulunan sonuçlarla karşılaştırınız.



I_B=0,015 mA yeni yük doğrusu çizilerek,

$I_{KD} = \frac{16}{4} = 4$ mA

a) Şekil 5-15b den V_{BE}=0,64 V, I_B=0,015 için bulunur. Böylece

$$R_B = \frac{V_{CC}-V_{BE}}{I_B} = \frac{16-0,64}{0,015} = 1000 \text{ k}\Omega$$

b) i_B= 0,01, 0,015 ve 0,02 mA için Tablo 5-1'e benzer bir tablo oluşturulursa:

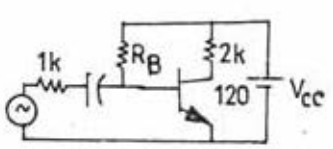
Nokta	i_B	V_{BE}	i_S	ΔV_{BE}	$V_S=R_S i_S+\Delta V_{BE}$	$V_o=V_{CE}$
M'	0,020	0,65	0,005	0,010	0,020	5,8
Q'	0,015	0,64	0	0	0	8,4
N'	0,010	0,625	-0,005	-0,015	-0,025	11,0

Tepeden-tepeye v_s=0,020+0,025 = 0,045 Volt

c) $A_V = \frac{\Delta v_o}{\Delta v_s} = \frac{11-5,8}{-0,020-0,025} = \frac{5,2}{-0,045} = -115$

A_V daha büyüktür, çünkü RL daha büyüktür.

5-9 Bir 2N6177 npn silisyum transistör (Ek B) Şek.5-14 devresinde 25°C sıcaklıkta çalıştırılıyor. Devrede, V_{CC}=120 V, R_L=2,0 kΩ R_S=1,0 kΩ ve C çok büyük değerdedir. (a) 4 mA şiddetinde durgun taban akımı elde etmek için R_B değeri ne olmalıdır? (b) a şıkkında bulduğunuz R_B değeri ile taban akımının 0,3 ile 0,5 mA arasında değişmesi için v_s voltajının tepeden tepeye değeri nedir? (c)b şıkkındaki akım aralığı için v_o voltajındaki değişmevi bulunuz. (d) Yukarıdaki koşullar altında Denk. (5-14) ile tanımlanan voltaj yükseltmesi nedir? (e) v_s arttırılırsa çıkış sinyalinde, hangi düzevde bozulma beklersiniz?



2N6177 Bak.Ek-B

25°C de, V_{CC}=120

R_L=2 [illegible] R_S 1,0 k

I_B [illegible] atenen)

a) $I_{KD} = \frac{120}{2} = 60$ mA, yük doğrusu çizilirse;

V_{BE}, Şekil B-5a dan, $V_{BE}=0,67$ V $\Rightarrow I_B=0,4$ mA için

$R_B = \frac{V_{CC}-V_{BE}}{I_B} = \frac{120-0,67}{0,4} \simeq 298$ kΩ

b) $i_B=0,3$, 0,4 ve 0,5 mA için Tablo 5-1 e benzer bir tablo yapılırsa:

Nokta	i_B	V_{BE}	i_S	V_{BE}	$V_S=R_S i_S+\Delta V_{BE}$	$V_o=V_{CE}$
M	0,5	0,675	0,1	0,005	0,105	36
Q	0,4	0,670	0	0	0	52
N	0,3	0,660	-0,1	-0,01	-0,110	68

Tepeden-tepeye; $\upsilon_S=0,105+0,110 = 0,215$ Volt.

c) $\Delta\upsilon_o = 68-36 = 32$ Volt

d) $A_V = \frac{\Delta\upsilon_o}{\Delta\upsilon_s} = \frac{68-32}{-0,105-0,110} = \frac{32}{-0,215} = -149$

e) $i_S=+0,3$ mA civarında ve V_{CE}, 10 V dan 110 V kadar aralıkta alınırsa: υ_o'ın tepeden-tepeye değeri 100 V olur.

5-10 Bir n kanallı AET de boşalma bölgesinin kalınlığının değişmesi, V_{DS} nin alçak değerlerinde kanal direncini nasıl kontrol eder? Açıklayınız. V_{GS} sabit tutularak V_{DS} arttırılırsa akıtıcı akımı niçin doyuma gider?

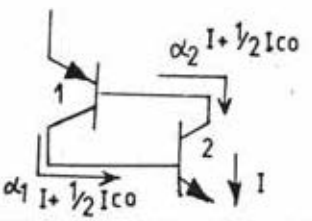
5-11 Bir tek eklemli transistörde yayıcı belirtgen eğrisini tayin eden iç evlemleri açıklayınız.

5-12 Şekil 5-22a da gösterilen pnpn yapısındaki SKD Şek.5-32 deki gibi geçit bağlantısı atlanarak bir pnp ve npn transistörün birbirleriyle bağlandığı durum gibi gözönüne alınabilir. Q_1 ve Q_2 özdeş transistörlerin toplayıcı akımları Şek.5-32b de gösterildiği gibi ifade edilebilir. (a) I akımının $I=I_{CO}/[1-(\alpha_1+\alpha_2)]$ olduğunu gösteriniz. (b) Alçak akımlarda α_1 ve α_2 küçük değerler alır. Akım arttıkça $\alpha_1+\alpha_2$ bir değerine yaklaşır ve I sonsuza gider. Bu anlattığımız olaylar ileri besleme voltajı arttırıldığı zaman SKD da kırılma olayının oluşmasını nasıl açıklar? (c) Bu tartışmayı, devreye bir de geçit akımı eklendiği durum için genişletiniz.

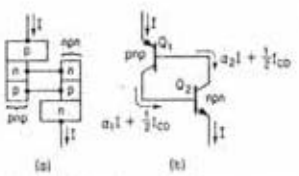
Kirchhoff'un akım yasasını
2 ci transistöre uygulursak:

$I = \alpha_1 I + \frac{1}{2} I_{co} + \alpha_2 I + \frac{1}{2} I_{co}$

I için çözülürse: $I = \frac{I_{co}}{1-(\alpha_1+\alpha_2)}$



5-13 Bir toplu devre yalıtılmış bölgesinin nasıl oluşturulduğunu anlatınız. Yalıtılmış bölge etkili olabilmesi için hangi koşullar gereklidir?



Şekil 5-32(a) İki transistör şeklinde ayrılan pnpn yapısı. (b) Eşdeğer transistörlü devre.

5-14 Bir topludevrede 10.000 ohm değerinde kanal tipi direnç gerektiğini düşünelim. Kanalın eni 0,025 mm ve kalınlığı da 0,002 mm olsun. Eğer kanalın ortalama özdirenci 0,1 Ω cm ise ne kadar uzunlukta bir kanal gereklidir? R= ρL/A ifadesini hatırlayınız.

10.000 Ω 0,025 mm Genişlik, $2,5\times10^{-3}$ cm 0,002 mm kalınlık 2×10^{-4} cm

ρ=0,1 Ω-cm.

$R=\rho\frac{L}{A}$, $L=\frac{AR}{\rho}=\frac{5\times10^{-7}\times10^{4}}{0,1}=5\times10^{-2}=0,05$ cm = 0,5 mm olur.

5-15 Bir topludevrede MOYİ tipi bir sığacın elektrodları 0,2 mmx0,2 mm kesit alanına sahip olsun ve dielektrik kalınlığı da 6×10^{-8} m olsun. Eğer oksit dielektriğin geçirgenliği 3×10^{-11} F/m ise sığacın değeri ne olur? C= εA/t ifadesini hatırlayınız.

$A=0,2\times0,2$ mm^2, $t=6\times10^{-8}$ m, $\varepsilon=3\times10^{-11}$ F/m

$A=0,2\times10^{-3}\times0,2\times10^{-3}=4\times10^{-8}$ m^2

$C=\frac{\varepsilon A}{t}=\frac{3\times10^{-11}\times4\times10^{-8}}{6\times10^{-8}}=2\times10^{-11}=20\times10^{-12}$ F=20pF olur.

BÖLÜM-6

DÜŞÜK-FREKANS KÜÇÜK-İŞARET TRANSİSTÖR MODELLERİ VE DEVRELERİ

6-1 Şekil 6-3a daki devre için R_t nin değerinin $R_t=(R_1+R_2)/(1-gR_1)$ olduğunu gösteriniz.

Şekil 6-3(b) $\quad i_x = -g V_1 + \dfrac{V_x}{R_1+R_2}$ (1) $\quad V_1 = \dfrac{R_1}{R_1+R_2} V_x$ (2)

(1) de (2) yi kullanırsak, $i_x = \dfrac{-gR_1V_x}{R_1+R_2} + \dfrac{V_x}{R_1+R_2}$

$$i_x = V_x \left(\frac{1-gR_1}{R_1+R_2}\right) \Rightarrow \frac{V_x}{i_x} = R_t = \frac{R_1+R_2}{1-gR_1}$$

6-2 Küçük-sinyal çalışma durumunda V_{DS}=10 V ve V_{GS}=-1,0 V ise 3N128 MOYİAET için (Ek B) artırımlı değişkenler g_m ve g_o yı bulunuz.

2N128 Şek.B-1 V_{DS}=10 V, V_{GS}=-1,0 V

g_o=Q noktasındaki teğetin eğimi = $\dfrac{\Delta I_D}{\Delta V_{DS}} = \dfrac{2}{20} = 0{,}10$ m mho

g_m için, V_{GS}= -0,5 ve -1,5 V $\Rightarrow$ I_D= 3,5 ve 9,5 mA değerleri kullanılırsa:

$$g_m = \frac{\Delta I_D}{\Delta V_{GS}} = \frac{9{,}5-3{,}5}{1{,}5-0{,}5} = 6{,}0 \text{ mA/V veya m mho olur.}$$

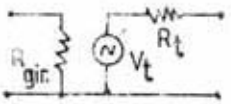
6-3 Şekil 6-6a daki yükselteç için R_1=200 kΩ, R_2=100 kΩ ve R=5 kΩ dur. Transistör değişkenleri g_m=5 ve g_o=0,2 mho dur. C üzerindeki sinyal düşmesi ihmal edilirse bu yükselteç için artırımlı voltaj kazancı nedir?

Şek.6-6a R_1=200 kΩ, R_2=100 kΩ, R=5 kΩ

g_m=5 m mho, g_o=0,2 m mho, G= $\dfrac{1}{R} = \dfrac{1}{5}$ = 0,2 m mho

$$A_V = \frac{-g_m}{g_o+G} = \frac{-5}{0{,}2+0{,}2} = -\frac{5}{0{,}4} = -12{,}5$$

6-4 Şekil 6-7 deki devre modelini alıştırma 6-3 de tanımlanan yükselticiye uygulamak istiyoruz. (a) R_i ve R_t nin değerlerini devre sabitleri cinsinden ifade ediniz. C nin etkisinin olmadığını varsayınız. (b) v_t yi v_s ve yükseltici değişkenleri cinsinden ifade ediniz.

a) 

$R_{gir} = R_1 // R_2 = \frac{100 \times 200}{300} = 66,7\ \Omega$

$R_t = \frac{1}{g_o} = \frac{1}{0,2 \times 10^{-3}} = 5000\ \Omega$

b) $V_t = -\frac{g_m}{g_o} V_g = \frac{5}{0,2} V_g = -25\ V_g$ olur.

6-5 Şekil 6-8 de ortak akıtıcılı yükselteçin çıkış direnci R_t nin, [Denk.(6-14)], değerinin türetilmesini ayrıntılarıyla gösteriniz.

Şek.6-9 kullanılırsa, $i_x = -g_m V_{gs} + g_o V_x$ ve $V_{gs} = -V_x$,

$i_x = -g_m(-V_x) + g_o V_x = (g_m + g_o) V_x$

$R_t = \frac{V_x}{i_x} = \frac{1}{g_m + g_o}$ (6-14)

6-6 Bir 2N5135 transistörünün (Ek B) I_C=10 mA, V_{CE}=15 V ve oda sıcaklığında basitleştirilmiş melez-pi artırımlı modeli için r_π ve g_m değerlerini bulunuz. Yol göst: Önce çıkış karakteristiklerinden β yı bulunuz.

2N5135 Ek.B

I_C=10 mA V_{CE}=15 V, Önce I_B=0,02, I_C=4 mA ve I_B=0,06, I_C=13 mA de β yı bulalım.

$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{13-4}{0,06-0,02} = \frac{9}{0,04} = 225$

Fakat, $g_m = \frac{|i_C|}{V_T}$ [Denk.6-17], V_T=0,026, böylece $g_m = \frac{10}{0,026} = 384$ mmho,

şimdi β'yı kullanırsak $\beta = g_m r_\pi$ (Denk.6-32) $r_\pi = \frac{\beta}{g_m} = \frac{225}{0,384} = 586\ \Omega$

6-7 Alıştırma 6-6 da I_C=0,5 A ve V_{CE}=30 V ta çalıştırılan RCA 2N6261 transistörü (Ek B) için tekrarlayınız.

2N6261 (Ek B) I_C=0,5 A, V_{CE}=30 V ve I_B=4 mA'de I_C=0,25 A ve I_B=12 mA' de I_C=0,7 A.

$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{0,70-0,25}{0,012-0,004} = \frac{0,450}{0,008} = 56$

$g_m = \frac{|I_C|}{V_T} = \frac{0,500}{0,026} = 19,2$ mho

$r_\pi = \frac{\beta}{g_m} = \frac{56}{19,2} = 2,9$ ohm

6-8 I_C=0,5 A da ve 25°C de çalıştırılan bir güç transistörü için β=100 ve g_m=20 mho olduğunu varsayınız. Bu transistör Şek.5-11 de CE yükselteç devresinde R_s=8 Ω ve R_L=25 Ω değerleriyle kullanılmıştır. (a) Voltaj kazancını ve (b) güç kazancını Kes. 6-6 da tanımladığı gibi dB cinsinden hesaplayınız.

Şek.5-11 değil Sek.5-14'deki ortak vayıcılı yükselteç gözönüne alınırsa: I_C=0,5 A, 25°C de β=100 g_m=20 mho R_s=8Ω R_L=25 Ω ve Şek.6-12 deki model kullanılırsa: $r_\pi = \frac{\beta}{g_m} = \frac{100}{20} = 5\ \Omega$

a) $A_v = \frac{-\beta R_L}{r_\pi + R_s} = \frac{-100 \times 25}{5+8} = -192$, $dB_v = 20 \log_{10} 192 = 45{,}4\ dB_v$

b) $A_p = |A_v A_i| = 192 \times 100 = 19{,}200 \Rightarrow$ ($A_i = \beta = 100$ olduğundan)

A_p(dB) = $10 \log_{10} 19{,}200 = 42{,}7$ dB

6-9 Şekil 6-13b ve göre Denk.(6-39) u türetiniz.

Şek.6-13(b) deki sol halkada Kirchhoff voltaj yasası uygulanırsa:

$v_s = (R_s + r_\pi)\, i_b + v_o$ (1), voltaj bölüşümünden, $v_{be} = (v_s - v_o)\, \frac{r_\pi}{R_s + r_\pi}$ (2)

ve $v_o = R_L i_o = R_L (g_m v_{be} + i_b)$ (3) (3) de (2) kullanılırsa:

$v_o = R_L \left[\frac{g_m r_\pi (v_s - v_o)}{R_s + r_\pi} + i_b \right]$ (4) (1) den $i_b = \frac{v_s - v_o}{R_s + r_\pi}$ (5), (4) de (5) kullanılırsa $\frac{v_o}{v_s} = \frac{(\beta+1) R_L}{R_s + r_\pi + (\beta+1) R_L}$ bu sonuçta (6-39) dur.

6-10 Ortak-toplayıcılı katın giriş direnci için Denk.(6-41) i türetiniz.

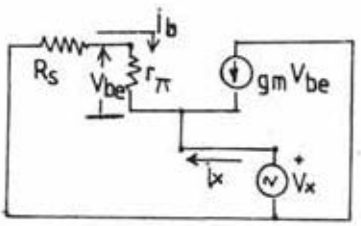
$R_{giriş} = \frac{v_s}{i_b}$, Prob.6-9 daki (1) eşitliği kullanarak, $v_s = (R_s + r_\pi) i_b + v_o$,

Denk.(6-39) daki v_o burada yerine vazılırsa;

$v_s = (R_s + r_\pi) i_b + \frac{(\beta+1) R_L v_s}{R_s + r_\pi + (\beta+1) R_L}$, $\frac{v_s}{i_b}$ oranı çözülürse;

$R_{gir} = \frac{v_s}{i_b} = R_s + r_\pi + (\beta+1)\ R_L$ bulunur.

6-11 Ortak-toplayıcılı katın çıkış direnci için Denk.(6-42) yi türetiniz.



R_t vi bulacağız.
Akım vasası uygulanırsa,

$i_x = -g_m v_{be} - i_b$ (1)

$i_b = -\frac{v_x}{(R_s + r_\pi)}$ (2) idi

Voltaj bölüşümü yazılırsa; $v_{be} = -\frac{r_\pi}{R_s + r_\pi} v_x$ (3) (1) eşitliğinde (2) ve (3) deki i_b ve v_{be} değerleri kullanılırsa ve v_x/i_x oranı çözülürse, $R_t = \frac{v_x}{I_x} = \frac{R_s + r_\pi}{\beta + 1}$ bulunur. Bu da (6-42) dir.

6-12 Şekil 6-14 de ortak-tabanlı kat için yükselteç değişkenlerini, (a) A_v, (b) A_i ve (c) R_{gir} de dahil olmak üzere bulunuz. Sonuçları Denk.(6-43), (6-44) ve (6-46) ile karşılaştırınız.

6-13 Şekil 6-16 da temsil edilen CE katın devre modeli değişkenleri R_s=2,0 kΩ r_π=1,0 kΩ, R_L=3,0 kΩ β=120 ve C=1,0μF dir. (a) Radyan cinsinden hangi frekansta V_o, V_s ile 180+45 veya 225° açı yapar? (b) a şıkkında bulunan frekansın iki katında, kompleks voltaj kazancı nedir?

Şek.(6-16) R_s=2,0 kΩ, r_π=1,0 kΩ, R_L=3,0 kΩ β=120, C=1,0x10^{-6} F, ω'nın hangi değeri için $\vec{V}_o = \vec{V}_s |A_v| \angle 225^\circ$ dir.

$\vec{V}_{be}$= faz vektörü $\vec{V}_s$ den 45° önde gider ve buda giriş ilmeğindeki direncin, giriş ilmeğindeki reaktansa eşit olmasını gerektirir.

$$R_s + r_\pi = \frac{1}{\omega C}$$

a) $$\omega = \frac{1}{(R_s + r_\pi)C} = \frac{1}{(2000+1000)10^{-6}} = 333 \text{ rad/sn}$$

b) ω= 666 rad/sn deki A_v' yi bulalım.

$$A_v = \frac{-\beta R_L}{R_s + r_\pi + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{-120 \times 3000}{3000 + \frac{1}{j}1500} = -107\angle 28,7^\circ$$

$$= +107\angle 208,7^\circ$$

BÖLÜM-7

VAKUMLU VE GAZLI TÜPLER

7-1 Termoiyonik triodun iç fiziksel olaylar cinsinden çalışmasını açıklayınız. Uzay yükünün etkisine, V_b ve V_c nin anod akımı üzerine relatif etkilerine ve ızgara akımının nedenlerine değininiz.

7-2 Şekil 7-5 de şekli ve Şek.7-4 de plaka belirtgenleri verilen yükselteç için V_{bb} =240 V, V_{cc}=4 V ve R=60 kΩ olduğunda, artırımlı voltaj kazancını hesaplayınız.

Şek.(7-5) ve Şek.(7-4) deki karakteristiklerden V_{bb}=240 V, V_{cc}=4V, öngerilimleme = -4, R=60 kΩ $I_{kd}=\frac{V_{bb}}{R}=\frac{240}{60}=4$ mA. Yük doğrusu çizilirse: V_c'nin aralığının -2 den -6 V'a kadar ve V_b'nin aralığının 70 den 134 V'a kadar değiştiğini varsayalım. Buna göre:

$|A_v|=\frac{130-70}{6-2}=\frac{64}{4}=16$ olur.

7-3 Şekil 7-6 yı kullanarak $\mu=g_m r_p$ olduğunu gösteriniz.

Şek.(7-6a) dan $i_p=g_m V_g+g_p V_p$...(1)

Şek.(7-6b) den $V_p=\frac{1}{g_p}i_p-\mu V_g$...(2)

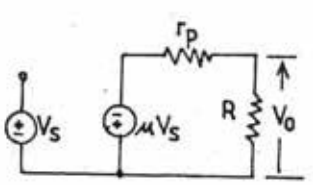
(1) de (2) kullanılırsa; $i_p=g_m V_g+\frac{g_p}{g_p}i_p-\mu g_p V_g$

Tekrar düzenlenirse; $(i_p-i_p)=V_g(g_m-\mu g_p)$

veya $0=g_m-\mu g_p \Rightarrow \mu g_p=\frac{\mu}{r_p}$ buradan $\mu=g_m r_p$

7-4 (a) Şekil 7-5 teki yükselteci için küçük-sinyal devre modelini çiziniz. Bu yükselteç için voltaj kazancının $A_v=R\mu/(R+r_p)$ olduğunu gösteriniz. (b) Plaka belirtgenleri Şek.7-4 de verilen triodun g_m, r_p ve μ değişkenlerini bulunuz. Çalışma, Q noktasına yakın bir yerdedir. (c) A_v yi, (b) de bulunan değerleri ve R=30 kΩ kullanarak, hesaplayınız.

a)



Çıkış ilmeğinde voltaj bölüşümü yazılırsa:

$V_o=-\mu V_s\frac{R}{R+r_p}$

$A_v=\frac{V_o}{V_s}=-\mu\frac{R}{R+r_p}$

b) g_m, r_p ve μ'yü bulalım. $\mu = \left.\frac{\Delta V_b}{\Delta V_c}\right|_{i_b=sbt} = \frac{180-100}{6-2} = \frac{80}{4} = 20$

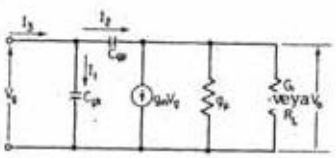
$$g_m = \left.\frac{\Delta I_b}{\Delta V_c}\right|_{V_b=sbt} = \frac{12,8-2,2}{6-2} = \frac{10,6}{4} = 2,65 \quad \text{mho.}$$

$$r_p = \left.\frac{\partial V_b}{\partial i_b}\right|_{\text{Onok.da}} = \frac{238-92}{20-0} = \frac{146}{20} = 7,3\ k\Omega = 7300\ \Omega$$

r_p' yi bulmak için Q noktasında teğet çizilir ve

c) $R=30\ k\Omega$ $A_v = \frac{-\mu R}{R+r_p} = \frac{-20 \times 30}{30+7,3} = -16$

7-5 Şekil 7-5 deki basit triod yükselteç, P den K ya bir yük direnci eklemekle Şek.7-7 de gösterildiği gibi modellenebilir. Eğer yük direnci ve frekans çok yüksek değilse C_{pk} nın etkisi küçük olduğundan ihmal edilebilir ve model devre Şek.7-15 deki devreye indirgenir. (a) Bu devreyi çözümleyiniz. V_g nin frekansında fazör voltajı olduğunu varsayarak giriş impedansının



Şekil 7-15 Yükü direnç olan triod için model devre.

$$z_{gir} = \frac{V_g}{I_3} = \frac{1}{j\omega\left[C_{gk} + C_{gp}(1+g_m R')\right]}$$

olduğunu gösteriniz. Burada $R' = \frac{1}{G}$ ve $G = g_p + G_L$ dir. Etkin giriş sığacının $C_{gk} + C_{gp}(1+g_m R')$ olduğuna dikkat ediniz. $1+g_m R'$ çarpanı C_{gp} nin etkisini büyük ölçüde artırır. Bu olay Miller olayı olarak bilinir. (b) $C_{gk}=6$ pF, $C_{gp}=5$ pF, $g_m=0,0025$ mho, $g_p=10^{-4}$ mho ve $R_L=40$ kΩ ise etkin giriş sığası nedir?

Şek.(7-15) çözümlenirse : $G=g_p+G_L$, ve $R'=\frac{1}{G}$

$V_o=-g_m R' V_g$ .....(1)

$I_1=j\omega C_{gk} V_g$ .....(2)

$I_2=j\omega C_{gp}(V_g-V_o)$ ....(3)

$I_3=I_1+I_2$ .....(4)

(4)'de (2) ve (3) kullanılırsa;

$I_3=j\omega C_{gk} V_g+j\omega C_{gp}(V_g-V_o)$ .....(5)

(5) de (1) kullanılırsa: $I_3=j\omega C_{gk} V_g+j\omega C_{gp}(V_g+g_m R' V_g)$ veya

$I_3=V_g\left[j\omega C_{gk}+j\omega C_{gp}(1+g_m R')\right]$ .....(6)

a) $Z_{giriş}=\frac{V_g}{I_3}=\frac{1}{j\omega\left[C_{gk}+C_{gp}(1+g_m R')\right]}$ .....(7)

ve $C_{etk}=C_{gk}+C_{gp}\ (1+g_m R')$ .....(8)

b) $C_{gk}=6pF$, $C_{gp}=5pF$, $g_m=0,0025$ mho, $g_p=10^{-4}$ mho

$R_L=40$ kΩ olduğunu varsayalım.

$G_L=\frac{1}{40000}=0,25x10^{-4}$, $G=g_p+G_L=1,25x10^{-4}$,

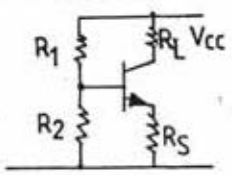
$R'=\frac{1}{G}=8000$

$C_{etk.}=C_{gk}+C_{gp}(1+g_m R')=6+5(1+0,0025x8000)=111$ pF olur.

BÖLÜM-8

VOLTAJ YÜKSELTEÇLERİ, ÖNBESLEME, YÜKSEK-FREKANS TRANSİSTÖR MODELİ

8-1 Şekil 8-2a da bir transistör devresi yerleştirilmiştir. V_{CC}=24 V, R_L=2,2kΩ, R_e=0,8 kΩ, R_1=50kΩ ve R_2=10 kΩ olsun. (a) Eğer β_{FE} 25°C da 100 ve V_{BE}=0,6 V ise Q-noktasında i_C ve V_{CE} nin değerleri nedir? (b) β_{FE} nin 100°C da 150 ye gittiğini ve V_{BE} nin 2mV/° C oranında değiştiğini varsayalım. 100°C deki yeni Q-noktası değerleri nedir?



V_{CC}=24V, R_L=2,2 kΩ, R_e=0,8 kΩ

R_1=50kΩ, R_2=10 kΩ

a) 25°C de β_{FE}=100 ve V_{BE}=0,6V ise Q noktasını bulunuz.

$$I_c = \frac{V_B - V_{BE}}{R_e + (R_b + R_e)/\beta_{FE}} \quad (8\text{-}3), \qquad R_b = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{500}{60} = 8{,}33\ k\Omega$$

$$V_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} = \frac{10}{60} \times 24 = 4{,}0V,$$ bu değer (8-3)'de kullanılırsa;

$$I_c = \frac{4{,}0 - 0{,}6}{0{,}8 + (8{,}33 + 0{,}8)/100} = 3{,}82\ mA$$

$V_{CE}=V_{CC}-R_L I_C$=24-2,2x3,82 = 15,6 V olur.

b) β'_{FE}=150, 100°C de ve V_{BE} + 2mV/°C hızı ile değişiyorsa;
ΔV_{BE}=0,002x75 = 0,15 V azalır. V'_{BE}=0,6-0,15=0,45 V ve (8-3) den faydalanarak, $I_C = \frac{4{,}0 - 0{,}45}{0{,}8 + 9{,}13/150}$ = 4,12 mA ve V_{CE}=24-2,2x4,12=14,9 V.

8-2 2N6177 türü bir transistör (ek B) Şek.8-2 de kullanılmıştır. Devre değerleri V_{CC}=120 V, R_L=2,5 kΩ, R_e=0,5 k , R_1=180 kΩ, R_2=20 kΩ, dir ve sıcaklık 25°C dir. Q noktasının I_c ve V_{CE} değerlerini bulunuz. $I_B \ll I_c$ iken, $V_{CE}=V_{CC}-I_C(R_L + R_E)$ olduğuna dikkat ediniz.

2N6177, (Ek B'de), 25°C de Şek.8-2 deki devrede kullanılıyor. V_{CC}=120, R_L=2,5kΩ, R_e=0,5 kΩ, R_1=180 kΩ R_2=20 kΩ. Denk.(8-3)'ü kul-

lanarak ve Prob.(8-1) den yararlanarak; $R_b = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{180 \times 20}{200} = 18 k\Omega$

$V_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{cc} = \frac{20}{200} \times 120 = 12$ V. Şek.(B-5b)'den β_{FE} $\beta_{FE} \simeq \frac{I_C}{I_B} = \frac{54}{0,6} = 90$,

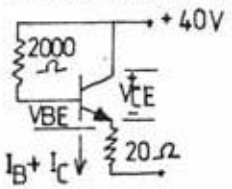
V_{BE}=0,65 V varsayılıp Denk.(8-3) kullanılırsa; $I_c = \frac{12 - 0,65}{0,5 + \frac{18,5}{90}} = 16$ mA

bulunur. Son olarak, sonucun kontrolü aşağıdaki gibi yapılır: Şek.(B-5b)'de, $R_e + R_L$ (veya 0,5+2,5 veya 3kΩ, 120 V ile I_{sc}=40 mA kullanılarak) için yük doğrusu çizilir.

I_c=16 mA iken okunan akım $I_B \simeq$0,21 mA. Şek.(B-5a) dan V_{BE}=0,65 V bulunur ve buda kabul edilen değerdir. Şimdide bu bölge için β_{FE} yi kontrol edelim. $\beta_{FE} \simeq \frac{I_C}{I_B} = \frac{26}{0,3} = 87$ Buda 90'a oldukça yakın bir değerdir. Son olarak $V_{CE} \simeq V_{cc} - I_L(R_L + R_e) = 120 - 16 \times 3 = 72$ Volt olur.

8-3 Bir 2N6261 transistörü (ek B) Şek.2-28 deki devre kullanılmıştır. Transistörün sıcaklığının 20°C olması durumunda I_C ve I_{CE} yi bulunuz. Yönteminizi açıklayınız.

2N6261 (Ek.B), 25°C de iken I_c ve V_{CE}'yi bulunuz.



Sağ taraftaki yolda KVY uygulanırsa:

$40 = V_{CE} + 20(I_B + I_C)$ .....(1)

Sol taraftaki yoldan KVY uygulanırsa:

$40 = 2000\ I_B + V_{BE} + 20(I_B + I_C)$ ....(2)

Deneme-bulma yöntemi kullanılır: İlk olarak I_B değeri (I_C/β) Denk.(1) de yerine konur. Aynı işlem Denk.(2) de tekrarlanır ve basitleştirme işlemi yapılır.

(1) den $40 = V_{CE} + 20\ (\frac{I_C}{\beta})$ .....(3)

(2) den $40 = V_{BE} + 2020\ \frac{I_C}{\beta} + 20 I_C$ .....(4)

Şek.(B-6b) den β elde edilir $\beta = \frac{1100}{24} = 46$; V_{CE}=30 V iken V_{BE}=0,7 V varsayarak β ve V_{BE} değerleri (3) ve (4) de kullanılır.

$$40 = V_{CE} + 20\ (\frac{I_C}{46} + I_C) \quad ...(5)$$

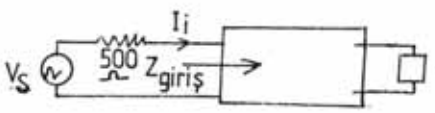
$$40 = 0,7 + 2020\ \frac{I_C}{46} + 20 I_C \quad ..(6)$$

Denk.(6) çözülür ve I_C ile I_B bulunur. I_C=0,61 A ve $I_B \simeq \frac{610}{46}$ =13 mA.

Doğrulama: I_C=0,6 civarında β tekrar hesaplanırsa $\beta \cong \frac{500}{8} \simeq 62$ bulunur. Denk.(6) tekrar kullanılırsa; $I_C \cong 0{,}75$ A, $I_B = \frac{750}{62} = 12$mA bulunur. Denk.(B-6a) dan V_{BE} değeri kontrol edilirse:

$V_{BE} \cong 0{,}95$ V $\Rightarrow$ (I_B=12 mA iken) bulunur. V_{BE}=0,95 ve β=62 değerleri kullanılarak, Denk.(6) dan $I_C \cong 0{,}74$A, $V_{CE}=40-20(I_B+I_C)=10-20x0{,}752=25$ V bulunur.

8-4 Voltaj üreten bir dönüştürücü 8000+j6000 Ω çalışma frekansında bir yük impedansına sahip bir yükselteci sürüyor. Dönüştürücü kaynağın direnci 500 Ω dur. Yükseltecin giriş impedansı 1000-j100 Ω dur ve akım kazancı 50+j10 dur. (a) Yükseltecin güç kazancı nedir? (b) Eğer dönüştürücüde üretilen voltaj 0,1 V_{et} ise, yükteki güç nedir?



$\vec{Z}_{gir}=1000-j100\,\Omega$

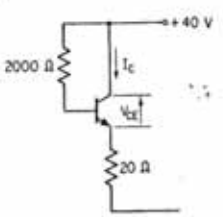
$\vec{A}_i=50+j10=50{,}8\angle 11{,}3^\circ$

a) $G_p=\frac{I_L^2 R_L}{I_i^2 R_{gir.}}=\left(\frac{I_L}{I_i}\right)^2\frac{R_L}{R_{gir.}}=(50{,}8)^2\frac{8000}{1000}=20.600$

b) $\vec{I}_i=\frac{\vec{V}_s}{500+\vec{Z}_{gir.}}=\frac{0{,}1\angle 0^\circ}{500+1000-j100}=\frac{0{,}1}{1502\angle -3{,}82^\circ}$

$\vec{I}_L=\vec{I}_i\vec{A}_i=\frac{0{,}1x50{,}8\angle 11{,}3^\circ}{1502\angle -3{,}82^\circ}$, $|I_L|=0{,}00338$ Amper.

$P_L=|I_L|^2.R_L=(0{,}00338)^2x8000=0{,}0914$ Watt.



Şekil 8-28

8-5 İki yükselteç ardarda bağlanmıştır (Şek.8-4). $V_1=0,005\angle 0^\circ$ olduğunda $V_2=-0,2\angle 20^\circ$, ve $V_3=4,0\angle 50^\circ$ dür. Tek-tek bireysel voltaj kazançları ve tüm kazanç nedir? Değerleri hem oran hem de dBv olarak ifade ediniz.

$V_1=0,005\angle 0^\circ$, $V_2=-0,2\angle 20^\circ$, $V_3=4,0\angle 50^\circ$

Yükselteç 1: $\vec{A}_{V1}=\dfrac{-0,2\angle 20^\circ}{0,005\angle 0^\circ}=-40\angle 20^\circ$, dBv $\Rightarrow 20\times 1,602 \simeq 32$ dBv

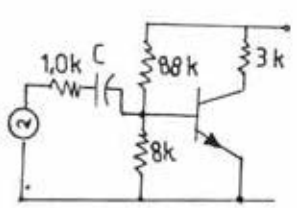
Yükselteç 2: $\vec{A}_{V2}=\dfrac{4,0\angle 50^\circ}{-0,2\angle 20^\circ}=-20\angle 30^\circ$, dBv $\Rightarrow 20\times 1,301 \simeq 26$ dBv

Tümkazanç : $\vec{A}_V=\dfrac{4,0\angle 50^\circ}{0,005\angle 0^\circ}=800\angle 50^\circ$, dBv $\Rightarrow 20\times 2,904 \simeq 58$ dBv

Kontrol : $32+26=58$

8-6 Denklem (8-9) un Şek.8-6 nın devre çözümlemesiyle nasıl türetilebildiğini gösteriniz.

8-7 Bir CE yükselteç katı $R_e=0$ dışında Şek.8-1la daki gibi bağlanmıştır. $R_L=3k\Omega$, $R_1=88k\Omega$, $R_2=8$ kΩ ve $R_s=1,0k\Omega$ olsun. Transistörün melez-pi modelinin değişkenleri (Şek.8-5) $g_m=0,08$ mho, $r_\pi=1250$ ve $R_x=100$ dur. (a) Eğer giriş kuplaj sığacı üzerindeki voltaj sinyal düşüşü ihmal edilebilirse kompleks kazanç nedir? (b) Eğer $\omega=1000$ ve $C=0,4$ μF ise kuplaj sığacının etkisini dikkate alarak (a) şıkkını tekrarlayınız.



$g_m=0,08$, $r_\pi=1250$, $r_x=100$

$\beta=r_\pi g_m=100$

a) Şek.(8-6) daki modeli kullanıp C'nin etkisini de ihmal ederek $\vec{A}_V$'yi hesaplayalım.

$R_b=R_1/\!/R_2=\dfrac{88\times 8}{88+8}=7,33$ kΩ

$R_{gir}=R_b // (r_x+r_\pi)=7,33//1,35=\frac{7,33x1,35}{8,68}\simeq 1,14$ kΩ

Denk.(8-9) da bu değer kullanılırsa;

$$\vec{A}_v=\frac{-\beta R_{gir}.R_L}{(r_\pi+r_x)(R_s+R_{gir}+\frac{1}{j\omega C})}=\frac{-100x1,14x3,0}{1,35x2,14}=118,4\angle 180^\circ$$

b) $C=0,4x10^{-6}$, $\omega=1000$, $\frac{1}{\omega C}=\frac{1}{0,4x10^{-3}}=2,5$ kΩ

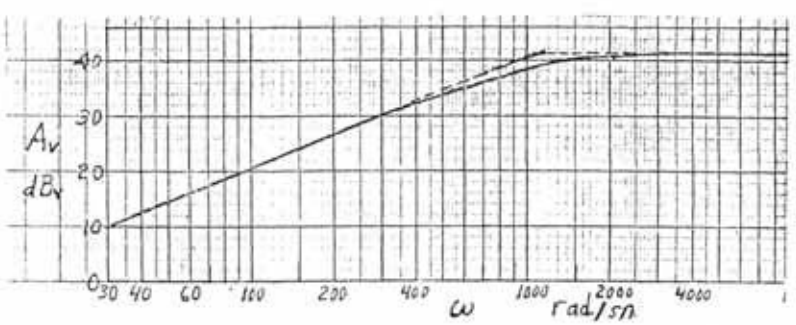
Denk.(8-9) da kullanılırsa $\vec{A}_v=\frac{-100x1,14x3,0}{1,35(2,14+\frac{1}{j}2,5)}=76,8\angle 229,4^\circ$

8-8 Yüksek-frekans voltaj kazancı oran olarak 118 ise alıştırma 8-7(b) de tanımlanan yükselteç katı için Bode türü , ω ya karşı kazanç diyagramı geliştiriniz.

$R_s+R_{gir}=\frac{1}{\omega C}$ deki köşe frekansı, $\omega=\frac{1}{(R_s+R_{gir})C}$

$\omega=\frac{10^6}{2140x0,4}=1168$ rad/sn. Problem (8-7a)'dan

$A_v\big|_{yük.frekans}=118$, dBv = 20x2,072 = 41,4 dBv



8-9 Bir CE yükselteç katının Şek.8-8 deki gibi bağlanmış giriş ve çıkış süzgeç sığaçları vardır. Devre ve transistör değişkenleri hepsi kΩ olarak $R_s=1$, $R_3=4$, $R_L=4$, $R_1=85$, $R_2=15$, $r_\pi=1$, $r_x=0,1$ ve $g_m=0,15$ mho dur. C ve C_f için öyle değerler seçiniz ki voltaj kazancı ω=300 rad/sn de yaklaşık 3 dBv un altında olsun.

Şek.8-8 deki C ve C_f değerlerini aşağıdaki parametreler için bulunuz.

R_s=1, R_3=4, R_L=4 R_1=85, R_2=15 kΩ

r_π=1, r_x=0,1 kΩ ve g_m=0,15 mho.

$\omega_c = \frac{1}{(R_s + R_{giriş})C}$, $R_{giriş}=R_b // (r_\pi + r_x)$, $R_b=R_1 // R_2 = \frac{85x15}{100}$ = 12,7 k Ω

$R_{giriş}$=12,7// 1,1=1,016 k Ω $\omega_c = \frac{1}{2016C}$ ve $\omega_f = \frac{1}{(R_3 + R_L)C_f}$ $\omega_f = \frac{1}{8000C_f}$

.....

Not: Eğer $C=C_f$ dolayısıyla da $\omega_c > \omega_f$ ise C'nin etkisi baskın olacak, böylece $\omega_c = 300 = \frac{1}{2016C}$ veya C=1,65x10^{-6} F=1,65 μ F=C_f. Şimdi ω= 300 de A_m ve $\vec{A}$'yı hesaplayalım. $\beta = g_m r_\pi$ =150

$$A_m = \frac{-\beta R_L R_3 R_{giriş}}{(r_\pi + r_x)(R_s + R_{giriş})(R_3 + R_L)} = \frac{-150x4x4x1,02}{1,1x2,02x8,0} = -137,7$$

dBv=20x2.138=42,76

Denk.(8-18) kullanılarak ω=300 de A hesaplanırsa;

$$\vec{A}_{300} = A_m \frac{j(\omega/\omega_c)}{1+j(\omega/\omega_c)} \cdot \frac{j\omega/\omega_f}{1+j\omega/\omega_f}$$

ω_c=300

$\omega_f = \frac{10^6}{8000x1,65}$

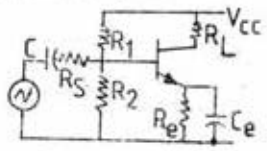
$$\vec{A}_{300} = -137,7 \left(\frac{j1}{1+j1}\right)\left(\frac{j3,96}{1+j3,96}\right) = 94,3 \angle 59,1^o \qquad \frac{\omega_c}{\omega_f} = \frac{300}{75,8} = 3,96$$

dBv=20x1,975=39,50

Böylece, $\vec{A}_{300}$, A_m' den 42,76-39,50=3,26 dBv kadar daha düşüktür. İstenirse; A_{300} değerini yükseltmek için; C ve C_f değerleri biraz büyük seçilip hesaplama işlemleri tekrarlanabilir.

8-10 Bir CE yükselteç katı Şek.8-11a da gösterilen devreye sahiptir. C yi, etkisinin C_e ile karşılaştırıldığında küçük olacak şekilde büyük, varsayınız. (a) Eğer değişkenler hepsi kΩ olarak R_s= 1, R_L=2, R_e=0,8 $R_1 | R_2$=12, r_π=1, r_x=0,1 ve g_m=0,12 mho, C_e=50 μF ise bu kat için kazancın ω ya karşı Bode diyagramını geliştiriniz.

(b) C'nin değeri ne olmalıdır ki kazanç eğrisi 3 dBv un altına inerek (a) şıkkındaki hesaplamalar ciddi biçimde etkilenmesin?



Sek.(8-11a) C'=∞, R_s=1 kΩ

R_L=2 kΩ, R_e=0,8, r_π=1 kΩ, r_x=0,1 kΩ

g_m=0,12 mho, C_e=50 μF, $R_1 /\!/ R_2$=12 kΩ

Yöntem: ω_{e1}, ω_{e2}, A_{hi} ve A_{lo}'nun hesaplanması.

$$\omega_{e1}=\frac{1}{R_e C_e}=\frac{10^6}{800\times 50}=25 \text{ rad/sn.}\quad R_b=R_1 \| R_2=12,\quad \beta=g_m r_\pi=120$$

$$R'_s=R_s /\!/ R_b=\frac{1\times 12}{13}=0{,}923,\qquad \omega_{e2}=\frac{R_e(\beta+1)+R'_s+r_x+r_\pi}{R_e C_e(R'_s+r_x+r_\pi)}$$

$$\omega_{e2}=\frac{(0{,}8\times 121+0{,}92+1{,}1)10^3}{[0{,}8(0{,}92+1{,}1)50\times 10^{-6}]10^6}=1220 \text{ rad/sn}$$

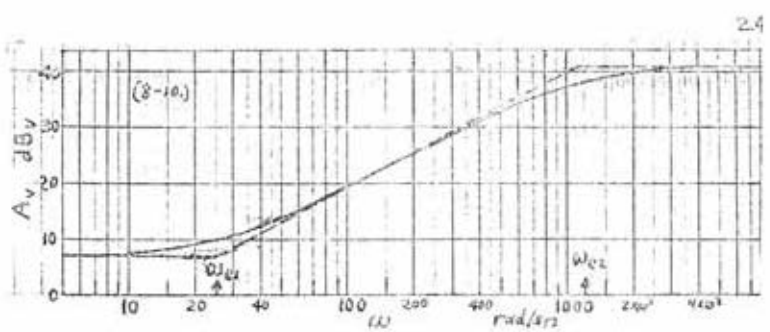
Not: $\frac{10^3}{10^6}$ ohm a dönüştürür.

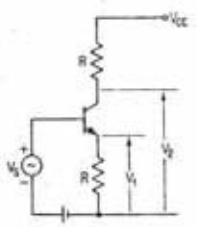
$$\omega_{lo}=\frac{\beta R_b R_L}{(R_s+R_b)[R_e(\beta+1)+R'_s+r_x+r_\pi]}=\frac{120\times 12\times 2}{13[0{,}8\times 121+0{,}92+1{,}1]}$$

A_{lo}= 2,24 veya 7,0 dBv

$A_{hi}=\frac{\omega_{e2}}{\omega_{e1}} A_{lo}=\frac{1220}{25}\times 2{,}24=109{,}3$, dBv=20x2,04=40,8 dBv

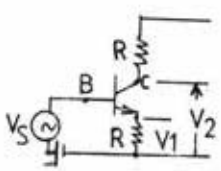
Bode çizimi için verileri elde ettik. Çizim ise aşağıdadır.



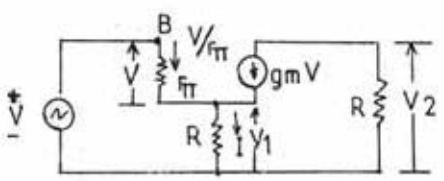


Şekil 8-29

8-11 Basit bir faz bölücü devre Şek.8-29 da verilmiştir. Transistörün düşük-frekans melez-pi biçiminde modellenebildiğini fakat $r_x=0$ olduğunu varsayalım. (a) V_1/V_s ve V_2/V_s voltaj oranları için ifadeler bulunuz. (b) R=2 kΩ, r_π=250 Ω ve β=50 ise bu oranları hesaplayınız.



Model devre:



V_1 ve V_2 işaret bileşenleridir.

Model devreden: $I=g_mV+\frac{V}{r_\pi}$ (Düğüm Nok. yasasından) $V_2=-g_mRV$...(1)

ve $V_1=RI=R(g_mV+\frac{V}{r_\pi})=R(g_m+\frac{1}{r_\pi})V$...(2) $V_s=V+V_1$ veya $V=V_s-V_1$...(3),

(2) de (3) kullanılırsa; $V_1=R(\frac{g_mr_\pi+1}{r_\pi})(V_s-V_1)=\frac{R}{r_\pi}(\beta+1)(V_s-V_1)$...(4).

(4) eşitliği $\frac{V_1}{V_s}$ için çözülürse: $\frac{V_1}{V_s}=\frac{R(\beta+1)}{r_\pi+R(\beta+1)}$...(5).(1) de (3) kullanılırsa; $V_2=-g_mR(V_s-V_1)$...(6) . V_1 yok edilmek için (5) ve (6) birleştirilir, ve $\frac{V_2}{V_s}$ oranı çözülürse:

a) $\frac{V_2}{V_s}=\frac{-\beta R}{r_\pi+R(\beta+1)}$...(7)

b) β=50, R=2kΩ , r_π=250 Ω ise:

$\frac{V_1}{V_s} = \frac{2x51}{0,25+2x51} = \frac{102}{102,25} = 0,998$ $\quad |V_2| \cong |V_1|$ olduğuna dikkat ediniz.

$\frac{V_2}{V_s} = \frac{-50x2}{102,25} = \frac{-100}{102,25} = -0,978$ olur.

8-12 Kesim 8-10 daki CE yükselteç katı örneğinde ortabant kazancı -52 dir ve R_1=500 Ω iken f_2=2,8 MHz dir. (a) 1,4 MHz, (b) 2,8 MHz ve (c) 5,6 MHz frekanslarda kompleks voltaj kazançları nedir?

A_m= -52, f_2=2,8 MHz, $\vec{A}=\vec{A}_m \frac{1}{1+j(\omega/\omega_2)}$

a) f=2,8 MHz $\vec{A}$= $-52\frac{1}{1+j1} = 36,8/\underline{135^o}$

b) f=1,4 MHz $\vec{A}$= $-52\frac{1}{1+j0,5} = 46,5/\underline{153,4^o}$

c) f=5,6 MHz $\vec{A}$= $-52\frac{1}{1+j2} = 23,3/\underline{116,6^o}$

8-13 Küçük bir diğerli eklem transistörün kataloq verileri β=80, çıkış sığacı =5 pF ve ω_T=1,1x10^9 rad/sn dir. Eğer r_x değeri 80 Ω, toplayıcı akımı 5 mA ve transistör sıcaklığı 60^{o}C alınırsa yüksek frekans melez-pi modelinin elemanlarının değerlerini bulunuz.

β=80, $C_{çıkış}$=5pF, ω_T=1,1x10^9, r_x=80, I_C=5mA, 60^{o}C=333^{o}K

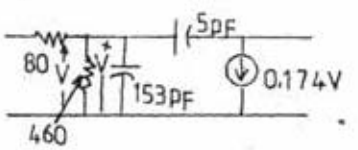
$V_T = \frac{kT}{e} = \frac{1,38x333x10^{-23}}{1,6x10^{-19}} = 0,0287$ V

Denk.(6-27) den $g_m = \frac{|i_c|}{V_T} = \frac{5,0}{0,0287} = 174$ mmho

$r_\pi = \frac{\beta}{g_m} = \frac{80}{0,174} = 460$ Ω, $C_\mu = C_{çık.} = 5$ pF

$C_\mu = \frac{g_m}{\omega_T} - C_\mu = \frac{0,174}{1.1x10^9} - 5x10^{-12} = 153x10^{-12}$ F=153 pF.

Devre modeli:



olur.

8-14 (a) Kesim 8-10 daki CE yükselteç katı için voltaj oranı V_o/V_b yi veren formülleri düzeltiniz, burada V_b tabandan toprağa fazör voltajıdır. (b) CE katının tabanından toprağa ölçülen giriş impedansı için bir formül türetiniz. (b) Eğer R_L=0,6 kΩ, r_x=50 Ω, r_π=300 Ω, g_m=0,3 mho, C_π=100 pF ve C_μ=2 pF ise (b) şıkkındaki koşullar için Z_{gir} i hesaplayınız.

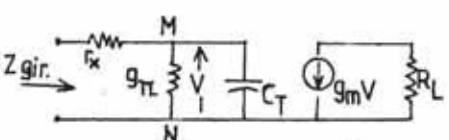
a) Şek.(8-11a) daki ortak-yayıcılı (OY) yükselteç katının, yüksek frekans devre modeli Şek.(8-18) gibidir. Denk.(8-32) yi kullanarak ve V_b=B' voltajı ile toprak arasındaki fark varsayarak; Denk.(8-32) de r_x yerine R_s+r_x konularak istenen sonuç elde edilir. $G_x=1/r_x$ varsayarak:

$$\frac{\vec{V}_o}{\vec{V}_b} = \frac{-R_L G_x g_m}{G_x + g_\pi + j\omega\{C_\pi + C_\mu[1+R_L(G_x+g_m)]\}} \quad \text{.....(8-32)'}$$

$C_T=C_\pi+[R_L-(G_x+g_m)+1]C_\pi$ alınırsa;

$$\frac{\vec{V}_o}{\vec{V}_b} = \frac{-R_L G_x g_m}{G_x + g_\pi + j\omega C_T} \quad \text{.....(8-34)'}$$

b) Şek.(8-19) kullanılarak, $Z_{gir.}$ hesaplayalım.



$Z_{gir}=r_x+Z_{MN}$

$\frac{1}{Z_{MN}} = g_\pi + j\omega C_T$ veya

$Z_{MN}=\frac{1}{G_\pi + j\omega C_T}$

$$Z_{gir.}=r_x+\frac{1}{g_\pi+j\omega C_T} = r_x+\frac{r_\pi}{1+j\omega r_\pi C_T}$$

c) R_L=600Ω, r_x=50Ω, r_π=300Ω, g_m=0,3 mho, C_π=100 pF C_μ=2 pF

$C_T=C_\pi+C_\mu[1+R_L(G_x+g_m)]=100+2[1+600(\frac{1}{50}+0,30)]$

C_T=486 pF, $\omega=4\times10^7$ **rad/sn kabul edelim.**

$$Z_{gir.}=r_x+\frac{r_\pi}{1+j\omega r_\pi C_T} = 50+\frac{300}{300\times486\times10^{-12}\times4\times10^7}$$

$Z_{gir.}=58-j50,1=77\angle-40.6^o$ olur.

8-15 R_s=75 Ω ve alıştırma 8-14 (c) de verilen değişkenlere sahip bir CE katıiçin yüksek-frekans bölgesi üzerinde kazancın ω ya karşı bir Bode-türü diyagramı için değerleri hesaplayınız ve çiziniz.

R_s=75 Ω, Diğer veriler: Prob.(8-14c) deki değerler.

$\beta = g_m r_\pi = 90$, $|A_m| = \frac{\beta R_L}{R_s + r_x + r_\pi} = \frac{90 \times 600}{75+50+300} = 127$

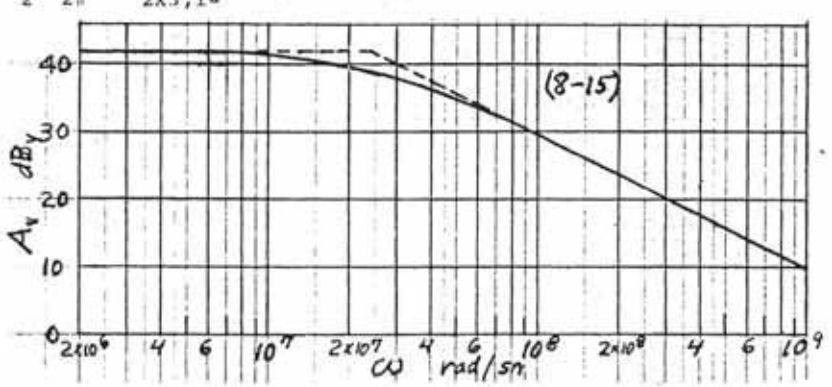
dBv=20x2,104=42,08 dB

$R_{sx} = R_s + r_x = 75+50 = 125$, $G_{sx} = \frac{1}{R_{sx}} = 0{,}0080$, $g_\pi = \frac{1}{300} = 0{,}00333$

ω_2' yi bulmamız gerekiyor. Denk.(8-35) kullanılırsa:

$$\omega_2 = \frac{G_{sx} + g_\pi}{C_\pi + C_\mu [1 + R_L (G_{sx} + g_m)]} = \frac{(0{,}008\ 0{,}00333)10^2}{100+2[1+600(0{,}0080+0{,}30)]} = 2{,}4\times10^7 \text{ rad/sn}$$

$f_2 = \frac{\omega_2}{2\pi} = \frac{2{,}4\times10^7}{2\times3{,}14} = 3{,}8\times10^6$ Hz bulunur.



8-16 Şekil 8-11a daki gibi bir yükselteç katı 100 Hz lik bir alt yarı-güç frekansına, 600 Hz lik bir üst yarı-güç frekansına ve 40 dBv luk bir ortaband kazancına sahiptir. (a) 100 Hz, (b) 50 Hz, (c) 600 kHz ve (d) 1,2 MHz de kompleks voltaj kazançlarını (oranlar biçiminde) bulunuz.

f_1=100 Hz, f_2=600 kHz. A_m=40 dBv, $\vec{A}_m$= -100

a) f=100 Hz (alçak frekans) $\frac{40}{20} = 2$, antilog2=100

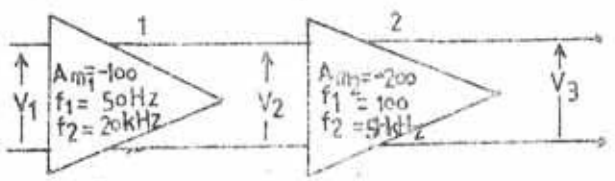
$\vec{A} = \vec{A}_m \frac{j\omega/\omega_c}{1+j\omega/\omega_c} = -100 \frac{j1}{1+j1} = 70{,}7\angle 135^\circ$

b) f=50 Hz, $\dot{A} = -100 \frac{j0,5}{1+j0,5} = 44,8\angle 116,6^{\circ}$

c) f=600 kHz (yük.frekans) $\dot{A} = A_m \frac{1}{1+j\omega/\omega_2} = -100 \frac{1}{1+j1} = 70,7\angle 225^{\circ}$

d) f=1200 kHz $\dot{A} = -100 \frac{1}{1+j2} = 44,6\angle 243,4^{\circ}$

8-17 1 ve 2 diye numaralandırılan iki yükselteç Şek.8-4 de gösterildiği gibi ardarda bağlanmıştır. Yükselteç 1 in ortaband voltaj kazancı 100, alçak 3-dBv frekansı 50 Hz ve üst 3-dBv frekansı 20 kHz dir ve yükselteç 2 ye karşılık gelen değerler: 200, 100 Hz ve 5 kHz dir. (a) 5 kHz ve (b) 50 Hz de tüm kompleks voltaj kazancı (E_3/E_1) nedir?



a) f=5 kHz $\frac{V_3}{V_2} = A_{m2} \frac{1}{1+j\omega/\omega_2} = -200 \frac{1}{1+j1} = -\frac{200}{1,414\angle 45^{\circ}}$

$\frac{V_2}{V_1} = -100 \frac{1}{1+j5/20} = \frac{-100}{1,032\angle 14,05^{\circ}}$ Bu iki gerilim oranını kullanırsak:

$\frac{V_3}{V_1} = \frac{V_3}{V_2} \times \frac{V_2}{V_1} = \frac{-200x(-100)}{1,414\angle 45^{\circ} x 1,032\angle 14,05^{\circ}} = 13,700\angle -59^{\circ}$.

b) Alçak frekans fonk:

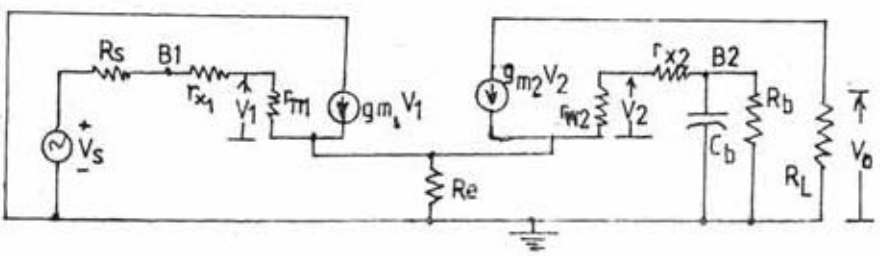
$\frac{V_3}{V_2} = A_m \frac{j\omega/\omega_1}{1+j\omega/\omega_1} = \frac{-200(j0,5)}{1+j0,5} = \frac{-100\angle 90^{\circ}}{1,118\angle 26,6^{\circ}}$

$\frac{V_2}{V_1} = \frac{-100j1_6{}^{0}}{1+j1} = \frac{-100\angle 90^{\circ}}{1,414\angle 45^{\circ}}$

Şimdi $\frac{V_3}{V_1} = \frac{V_3}{V_2} \times \frac{V_2}{V_1} = \frac{-100\angle 90^{\circ}(-100)\angle 90^{\circ}}{1,118\angle 26,6^{\circ} x 1,414\angle 45^{\circ}} = 6325\angle 108,4^{\circ}$ olur.

8-18 Şekil 8-27 deki yükselteç için tam bir düşük-frekans artırımlı model devre taslağı çiziniz. r_x, r_π ve $g_m V$ yi içeren transistör modelini kullanınız.

r_x, r_π ve $g_m V$ kullanarak elde edilen alçak frekans devre modeli,



olur.

BÖLÜM-9

GERİBESLEME TEORİSİ, YÜKSELTEÇLERDE GERİBESLEME

9-1 Bir elektronik voltmetre, geribeslemesiz bir yükselteç kullanmaktadır. Yükseltecin kazancı $-4x10^4$ tür. İç yükseltecin voltaj kazancında %20 bir azalma için geribeslemeli durumda sonuç kazançta %1 den fazla bir değişiklik olmaması için voltaj geribesleme çarpanı H, ne olmalıdır?

$G= -4x10^4$, G nin 20% lik azalmasına karşılık G_f'nin azalmasının 0,1% olması için H=? ne olmalıdır.

$\frac{(G_f-G'_f)}{G_f}=0,001$ veya $G_f=G'_f=0,001\ G_f$, $G'_f=0,999\ G_f$...(1) İndirgenmiş G'de

$G'=0,8x4x10^4=32,000$

$G_f= \frac{G}{1+GH}$...(2) $G'_f= \frac{G'}{1+G'H}$...(3), (3)'de (1) kullanılırsa;

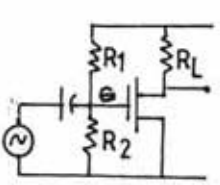
$0,999\ G_f= \frac{G'}{1+G'H}$...(4) (4), (2)'ye bölünürse: $\frac{0.999G_f}{G_f} = \frac{G'(1+GH)}{G(1+G'H)}$...(5)

G= -40.000 ve G'= -32.000 değerleri (5)'de kullanılırsa:

$0,999= \frac{-32.000}{-40.000}\ \frac{(1-40.000H)}{(1-32.000H)}$...(6) Buradan H çözülürse,

H= -0,00622 bulunur.

9-2 Bir ortak kaynaklı MOYİAET yükselteç katı Şek.6-6a, geçitten toprağa 200 kΩ toplam direnç ve 5 kΩ yük direncine sahiptir. Transistörün artış değişkenleri $g_m=8$ mmho ve $g_o=0,1$ mmho olsun. (a) Katın voltaj kazancı nedir? (b) Eğer çıkış voltajının %15 kadarı negatif geribesleme yapacak biçimde girişe uygulanırsa, geribeslemeli voltaj kazancı nedir? (c) Geribeslemeli yükseltecin çıkış impedansı ve Thévenin kazancı nedir? (d) (c) şıkkının sonuçlarını kullanarak ve (d) şıkkı ile kontrol ederek gerçek voltaj kazancını yeniden hesabediniz. (e) Geribeslemeli yükseltecin giriş impedansı, Z_{gir} nedir?



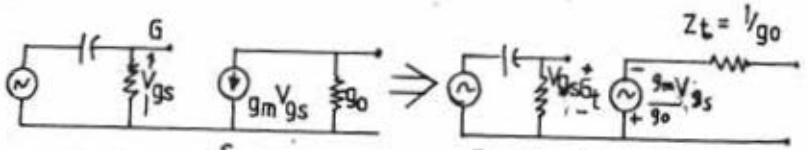
$R_{G\to Toprak}=200$ kΩ $R_L=5k$ Ω,

$g_m=8$ mmho, $g_o=0,1$ mmho

a) $A_v=G_v= \frac{-g_m}{g_o+G_L} = \frac{-8}{0,1+(\frac{1}{5})}=-26,7$

b) $G_f=A_{vf}= \frac{G_v}{1+G_vH}= \frac{-26,7}{1-26,7(-0,15)}=-5,34$

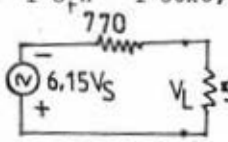
Model devreler:



c) $Z_t = \frac{1}{g_o} = \frac{1}{0,1} = 10k\Omega = 10.000\Omega$, $G_t = -\frac{g_m}{g_o} = -\frac{8}{0,1} = -80$

$$Z_{ft} = \frac{Z_t}{1+G_t H} = \frac{10000}{1+80x0,015} = 770\Omega, \quad G_{ft} = \frac{G_t}{(1+G_t H)} = \frac{-80}{1+80x0,015} = -6,15$$

d)



$V_L = \frac{5000}{5770} \times (-6,15) = -5,32\ V_s$, -5,34'e oldukça yakın.

e) $Z_{if} = Z_{io}(1+GH) = 200[1-26,7(-0,15)] = 1000\ k\Omega$

9-3 Şekil 9-3 deki iç yükseltecin bir CE yükselteç katı olduğunu varsayalım. Bu katın değişkenleri; $Z_{io} = R_{io} = 1200\Omega$, $G_t = 400\ \Omega$ ve $R_s = 0$ için $Z_t = 22000\ \Omega$ dirençsel olsun ve yine Şek.9-2a ve b devresiyle bir voltaj geribesleme eklendiğini varsayalım. (a) Çıkış impedansını 200 ohma düşürmek için H hangi değerde seçilmelidir? (b) Eğer geribesleme faktörü H=-0,04 ise G_{ft} ve Z_{ft} değerleri ne olur? (c) (b) şıkkındaki durumda, 3000 Ω yük direnci için voltaj kazancının, akım kazancının ve giriş impedansının gerçek değerleri nelerdir?

$Z_{io} = R_{io} = 1200\ \Omega$ $G_t = -400$ $Z_t = 22000\ \Omega$

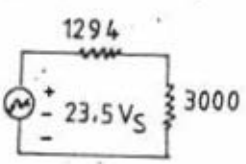
$Z_{ft} = 2000\ \Omega$ için H'ı bulunuz. $Z_{ft} = \frac{Z_t}{(1+G_t H)}$

a) $2000 = \frac{22000}{1-400H}$ = H için çözülürse; H=-0,025 bulunur.

b) H=-0,04 seçelim. $G_{ft} = \frac{G_t}{1+G_t H} = \frac{-400}{1+(-400)(-0,04)} = -23,5$

$$Z_{ft} = \frac{Z_t}{(1+G_t H)} = \frac{22000}{17} = 1294\ \Omega$$

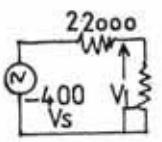
c)



$V_L = \frac{3000}{4294}(-23,5)\ V_s$

$G_f = \frac{V_L}{V_s} = -16,4$

$Z_{if}=Z_{io}(1+GH)$, G gerekiyor. Devre çizimini kullanılırsa;



$V_L=\frac{3000}{2500}(-400)\ V_s=-48V_s \Rightarrow G=\frac{V_L}{V_s}=-48$

Bu değer kullanılırsa: $Z_{if}=1200\left[1-48\times(-0,04)\right]=3504\ \Omega$

9-4 Kazancın gerçek olduğu frekans bölgelerinde çalışan bir voltaj geribeslemeli yükselteç düşünelim. Geribesleme çarpanı da gerçek olsun. G_t nin G deki değişmelere duyarlılığı $(dG_f/dG)(G/G_f)$ cinsinden hesaplanabilir. Bu ifade G deki her birim değişme için G_f deki relatif değişmeyi ifade etmektedir. (a) Bu büyüklüğün $1/(1+GH)$ olduğunu gösteriniz. (b) Geribeslemeli yükselteç $G_f=50$ olacak şekilde tasarlanmış olsun. Yine bu yükselteçte G deki %10 değişme G_f de %0,1 değişme meydana getiriyor olsun. Yükselteç için uygun G ve H değerlerini seçiniz.

$\frac{dG_f}{dG}\times\frac{G}{G_f}$ hesaplanacak, $G_f=\frac{G}{(1+GH)}=G(1+GH)^{-1}$ .....(1)

$\frac{dG_f}{dG}=G(-1)(1+GH)^{-2}\times H+(1+GH)^{-1}\times H=\frac{-GH}{(1+GH)^2}+\frac{1}{(1+GH)}$ .....(2)

1'den $\frac{G}{G_f}=1+GH$, $\frac{dG_f}{dG}\times\frac{G}{G_f}=\frac{-GH}{1+GH}+1=\frac{-GH+1+GH}{1+GH}=\frac{1}{1+GH}$

b) $G_f=50$, $\frac{dG_f/G_f}{dG/G}=\frac{0,001}{0,100}=\frac{1}{100}=\frac{1}{1+GH}$ .....(3), $50=\frac{G}{1+GH}$...(4)

(3) ve (4) den G=5000 bulunur. (4) de kullanılırsa;

$50=\frac{5000}{1+5000H} \Rightarrow H=0,0198$

Not: Eğer $G_f=-50$ ise G=-5000 ve H=-0,0198 olur.

9-5 9-8 devresinde kazanç ve geribesleme faktörleri gerçek olsun, $G_f'=V_o/V_s$ olarak tanımlansın. Relatif kazanç duyarlılığı yani $(dG_f'/dG)(G/G_f')$ için bir formül türetiniz.

Şek.9-8 de: $G_f'=\frac{V_o}{V_s}$, $(\frac{dG_f'}{dG})\times\frac{G}{G_f'}$ Denk.(9-24) kullanarak

$G'_f = \frac{GR_i}{R_s+R_i} \cdot \frac{1}{1+\frac{GHR_i}{R_s+R_i}} \cdot \frac{R_i}{R_s+R_i} = \alpha$ kabul edersek, $G'_f = \frac{\alpha G}{(1+\alpha GH)}$

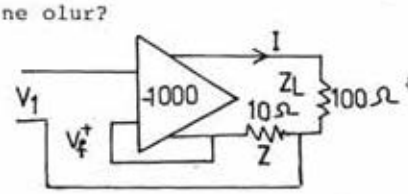
$\frac{dG'_f}{dG} = \alpha G(-1)\ (1+\alpha GH)^{-2}\ \alpha H + \alpha(1+\alpha GH)^{-1}$, sadeleştirilirse

$\frac{dG'_f}{dG} = \frac{\alpha}{(1+\alpha GH)^2}$ ve $\frac{G}{G'_f} = \frac{1}{\alpha}(1+\alpha GH)$ idi. İkisinden

$\frac{dG'_f}{dG} \cdot \frac{G}{G'_f} = \frac{\alpha}{(1+\alpha GH)^2} \times \frac{1}{\alpha}(1+\alpha GH) = \frac{1}{1+\alpha GH}$, α değeri kullanılırsa,

$\frac{dG'_f}{dG} \cdot \frac{G}{G'_f} = \frac{1}{1+\frac{GHR_i}{R_s+R_i}}$ bulunur.

9-6 Bir seri-seri akım geribeslemeli yükselteç devresi, voltaj kazancı -1000 olan bir iç yükseltece sahiptir. Yük impedansı 100Ω luk bir direnç ve yük devresindeki seri geribesleme elemanı 10 Ω değerinde bir dirençtir. Sinyal voltajının sabit kaldığını kabul edelim. (a) Eğer iç yükselteç kazancı %10 düşerse yük üzerinden geçen akımdaki değişme yüzde olarak ne olur? (b) Eğer iç yükselteç kazancı sabit kalır, fakat yük direncinde %10 bir artış olursa ne olur?



a) G → -1000 den -900'e gider.

$I = \frac{GV_1}{Z_L+Z+GH}$, $H = \frac{V_f}{I} = -10\ \Omega$

G=-1000 ile birlikte

$I_1 = \frac{-1000V_1}{100+10-1000(-10)} = -\frac{V_1}{10,11}$ .....(1)

G=-900 ile birlikte; $I_2 = \frac{-900V_1}{100+10-900(-10)} = -\frac{9V_1}{91,1}$ .....(2)

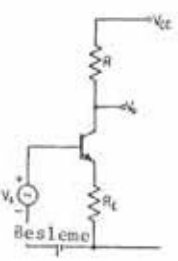
$\frac{I_2}{I_1} = \frac{9V_1}{91,1} \times \frac{10.11}{V_1} = \frac{90,99}{91,10} = \frac{91,10-0,11}{91,10} = 1-\frac{0,11}{91,10} = 1-0,001207$

Değişme ≅ -0,12 %

b) Denk.(1) den $I_1=-\frac{V_1}{10,11}$, $R_L=110\ \Omega$, $I_2'=\frac{-1000V_1}{110*10-1000(-10)}=\frac{-V_1}{10,12}$

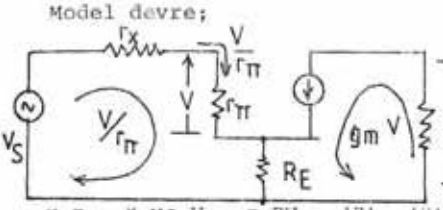
$\frac{I_2'}{I_1}=\frac{10,11}{10,12}=\frac{10,12-0,01}{10,12}=1-0,000988$; Değişme$=-0,0988\cong -0,1\%$

9-7 Şekil 9-18 deki geribeslemeli yükselteci ele alalım. (a) Bu yükselteç için transistörlü bir alçak frekans artırımlı devre modeli çiziniz. Kullandığınız transistörün değişkenleri r_x, r_π, g_m ve β olsun. (b) Voltaj kazancını, (V_o/V_s), bulunuz. (c) Eğer $R=3$ kΩ, $R_E=0,5$ kΩ, $r=1$ kΩ, $r_x=0,1$ kΩ ve $g_m=0,12$ mho ise voltaj kazancı nedir?



Şekil 9-18

Model devre;



Sol ilmekte; K.V.Y kullanılırsa;

$V_s=(r_x+r_\pi+R_E)\frac{V}{r_\pi}+g_mR_EV$ veya

$V=\frac{r_\pi V_s}{(r_x+r_\pi+R_E)+r_\pi g_mR_E}$ ...(1)

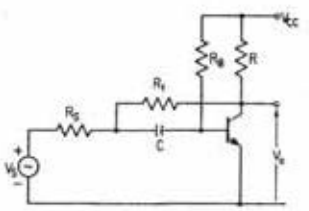
$r_\pi g_m=\beta$ ve $V_o=-g_mRV$...(2), (2),(1)'de kullanılırsa;

a) $V_o=\frac{-r_\pi g_mRV_s}{r_x+r_\pi+R_E+\beta R_E}$ ... veya $V_o=\frac{-\beta RV_s}{r_x+r_\pi+R_E(1+\beta)}$ ...(3)

b) $R=3$ kΩ, $R_E=0,5$ kΩ, $r_\pi=1,0\Omega$, $r_x=0,1$ kΩ, $g_m=0,12$ mmho, $\beta=120$

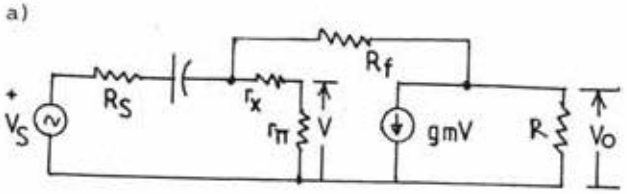
$$\frac{V_o}{V_s}=\frac{-120x3}{0,1+1,0+0,5x121}=-5,84$$

9-8 Şekil 9-19 da verilen yükseltecin bir R_f geribesleme direnci vardır. (a) Bu yükselteç için, tamamıyla alçak frekansta çalışan artırımlı bir devre modeli çiziniz. (b) C, kısa devre, R_B, açık devre ve $R_x=0$ kabul ederek V_o/V_s voltaj kazancını bulmak için model devreyi çözümleyiniz. (c) (b) şıkkındaki varsayımları kullanarak ve R=3 kΩ, R_s=1,0 kΩ, R_f=20 kΩ, r=1,0 kΩ g_m=0,12 mho değerleri için voltaj kazancını bulunuz. (d) R_f direncini devreden sökerek (c) şıkkındaki hesaplamaları tekrar ediniz ve her iki sonucu karşılaştırınız.

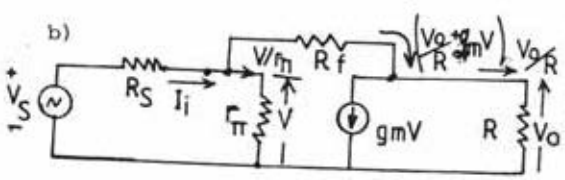


Şekil 9-19

a)



b)



$$I_i = \frac{V}{r_\pi} + \frac{V_o}{R} + g_m V \ldots (1)$$

Sol ilmekte K.V.Y uygulanırsa;

$$V_s = R_s I_i + V = \frac{R_s V}{r_\pi} + \frac{R_s V_o}{R} + R_s g_m V + V \ldots (2), \quad g_m r_\pi = \beta \text{ kullanılırsa}$$

$$V_s = \frac{R_s}{R} V_o + \frac{V}{r_\pi}(R_s + \beta R_s + r_\pi) \ldots (3)$$

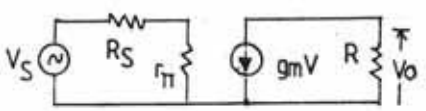
r_π, R_f, R üzerinden K.V.Y. yazılırsa; $V=R_f(\frac{V_o}{R}+g_mV)+V_o$ ...(4).(3) ve (4) arasında V yok edilip, tekrar düzenleme yapılırsa;

$$\frac{V_o}{V_s}=\frac{-R}{(\frac{R_f+R}{\beta R_f-r_\pi})(R_s+\beta R_s+r_\pi)-R_s} \quad ...(5) \text{ elde edilir.}$$

c) (5) denkleminde, R=3,0 kΩ, R_s=1,0kΩ , R_f=20 kΩ, r_π=1,0 kΩ g_m=0,12 mho, $\beta=r_\pi g_m$=120 kullanılırsa:

$$\frac{V_o}{V_s}=\frac{-3}{(\frac{20+3}{120x20-1})(1+120x1+1)-1}=-17,7 \text{ bulunur.}$$

d)



$$\frac{V_o}{V_s}=-\frac{\beta R}{R_s+r_\pi}=\frac{-120x3}{1+1}=-180$$

olur.

9-9 Üç-katlı, RC kuplajlı transistörlü bir yükseltecin tek bir katının kazancı yüksek frekans bölgesinde $G=-g_mR/|1+j(\omega/\omega_o)|$ olarak ifade edilebilir. R, toplayıcıdan toprağa olan etkin direnç ve ω_o da üst yarı-güç frekansıdır. Sadece yüksek frekans bölgeleri için, kararsızlık halinin başlayacağı kazancın $(g_mR)^3/8$ olduğunu gösteriniz. Yol gösterme: Kazanç sınırını sıfıra düşürecek kazanç ve frekans oranını bulunuz.

Bir kat; $\vec{G}=\frac{-g_mR}{(1+j\frac{\omega}{\omega_o})}$; Üç kat: $\vec{G}_3=\frac{-g_m^3R^3}{(1+j\frac{\omega}{\omega_o})^3}$

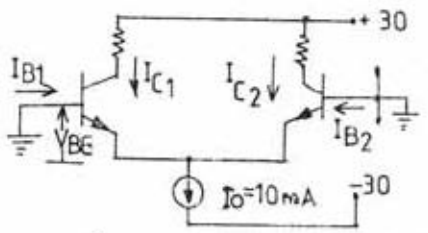
Kararlılığın kriteri kazanç değişiminin sıfır (0) olmasıdır, veya $|G_3|=1,0$ dır. Burada faz 180° dir. Böylece $(1+j\frac{\omega}{\omega_o})^3$, 180° açıyı verir. Bu nedenle $(1+j\frac{\omega}{\omega_o})$, $\frac{180}{3}$ veya 60° açıya sahip olur. Böylece $\frac{\omega}{\omega_o}=\sqrt{3}$ ve $|(1+j\frac{\omega}{\omega_o})|=2$ olur $\Longrightarrow$ (kazanç değişimi=0 iken). $|G_3|=1$ kullanıldığında, $|G_3|=1=\frac{g_m^3R^3}{(2)^3}$ veya $g_m^3R^3=8$ olur.

BÖLÜM-10

D.A.YÜKSELTEÇLER, İŞLEMSEL YÜKSELTEÇLER VE BENZETME BİLGİSAYARLAR

10-1 Şekil 10-1 de $Q_1=Q_2=$2N6177 (Ek B) 25°C de çalıştırılıyor. Ayrıca $V_+=V_-=30$ V, R=3kΩ, ve I_o 10 mA e ayarlanmıştır. Eğer $V_1=V_2=0$ ise I_B, I_C, I_{BE} ve V_{CE} nin değerleri nedir?

Şek.(10-1), 2N6177 (Ek.B'de), 25°C, $V_+=V_-=30$ V R=3kΩ, $I_o=10$mA, $V_1=V_2=0$ için I_B, I_C, V_{BE} (not I_{BE}) ve V_{CE}'yi bulunuz.



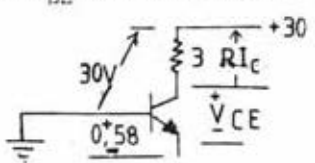
Simetriden dolayı;

$I_{C1}+I_{B1}=I_{C2}+I_{B2}=\frac{I_o}{2}=5$ mA

$I_{C1}+I_{B1}=5$, $I_{B1}=\frac{I_{C1}}{\beta_{FE}}$

$I_{C1}+\frac{I_{C1}}{\beta_{FE}}=5$, $I_{C1}(1+\frac{1}{\beta_{FE}})=5$

$I_{C1}=\frac{5}{1+\frac{1}{\beta_{FE}}}$; $I_{C1}=5$mA ve $V_{CE}=15$ V yakınında (şek.B-4, Ek.B) β_{FE}'yi bulursak $\beta_{FE}=\frac{I_C}{I_B}=\frac{9,2}{0,06}=153$ Bunlar kullanılarak $I_{C1}=\frac{5}{1+\frac{1}{153}}=4,97$mA bulunur. (Buda=$I_{C2}$) Bövlece $I_{B1}=\frac{4,97}{153}=0,033$ mA, 25°C'de Şek.(B-5a) den $V_{BE}=0,58$ V bulunur.



V_{CE}'yi bulmak için: ($RI_C=3\times4,97=14,1$V)

KVY den $V_{CE}+14,1=0,58+30$ veya

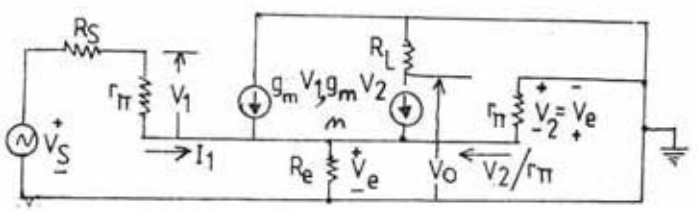
$V_{CE}=16,5$ V

10-2 (a) Şekil 8-27 deki yükselteç için bir artırımlı devre modeli çiziniz, v_s nin bir sinüs dalga olduğunu, C_b nin bir a.a kısa devre gibi davrandığını ve transistörün r_π ve g_m ile belirlendiğini varsayınız. (b)(a) şıkkındaki modeli inceleyerek

$$\frac{V_o}{V_s}=\frac{g_m R_L}{\frac{R_s+r_\pi}{\beta+1}\left(\frac{1}{R_e}+\frac{1}{R}+g_m\right)+1}$$

olduğunu gösteriniz. (c) R_s=0,5 kΩ, R_L=R_e=1 kΩ, g_m=0,19 mho ve r_π=630Ω değerleri için V_o/V_s oranını hesaplayınız.

a) Şek.(8-27) yerine eşdeğer devre çizelim:



b) m noktasında K.A.Y uvgulanırsa;

$I_1+g_mV_1+g_mV_2+\frac{V_2}{r_\pi}=\frac{V_e}{r_\pi}$...(1), $V_e=-V_2$...(2) olduğu görülür ve $V_o=-g_mR_LV_2$...(3) dir.

(1)'de (2) ve $I_1=\frac{V_s-V_e}{R_s+r_\pi}$ kullanılır ve sadeleştirme yapılırsa,

$\frac{V_s}{R_s+r_\pi}+V_2(\frac{1}{R_s+r_\pi}+g_m+\frac{1}{r_\pi}+\frac{1}{R_e})+g_mV_1=0$...(4) elde edilir. V_1,V_s ve V_e cinsinden bulunur, $V_1=(\frac{V_s-V_e}{R_s+r_\pi})r$,(2) kullanılır, sonra $\frac{(V_s+V_2)r_\pi}{R_s+r_\pi}=V_1$...(5) elde edilir. (5), (4) de kullanılır ve sadeleştirme yapılır, $V_2=\frac{-(\frac{1+\beta}{R_s+r_\pi})V_s}{\frac{1+\beta}{R_s+r_\pi}+g_m+\frac{1}{r_\pi}+\frac{1}{R_e}}$ bulunur. (3) kullanıldıktan sonra tekrar düzenlenirse:

$$\frac{V_o}{V_s}=\frac{g_mR_L}{\left[1+\frac{(R_s+r_\pi)}{\beta+1}(g_m+\frac{1}{r_\pi}+\frac{1}{R_e})\right]}$$ olur.

c) R_s=0,5kΩ, R_L=R_e=1kΩ, g_m=0,19 mho, r_π=630 β=0,19x630=120

$$\frac{V_o}{V_s}=\frac{0,19x1000}{\left[1+\frac{1130}{120}(0,19+\frac{1}{630}+\frac{1}{1000})\right]}=67,8$$ bulunur.

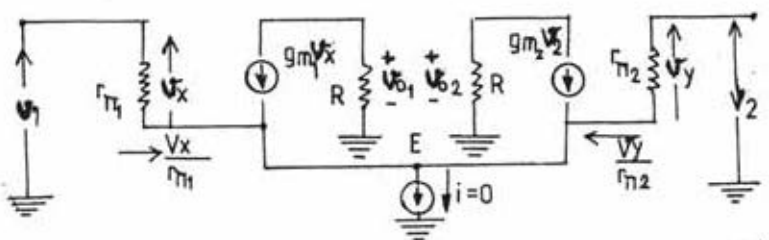
10-3- (a) Sekil 10-1 deki Q_1 ve Q_2 transistörleri $r_{\pi1}$, g_{m1} ve $r_{\pi2}$, g_{m2} ile modellenmişse artırımlı çıkış voltajlarının

$$\upsilon_{01}=-g_{m1}R\left[1-\frac{1}{G}\left(\frac{1}{r_{\pi 1}}+g_m\right)\right](\upsilon_1-\upsilon_2)$$

ve

$$\upsilon_{02}=g_{m2}\frac{R}{G}\left(\frac{1}{r_{\pi 1}}+g_{m1}\right)(\upsilon_1-\upsilon_2)$$

ile verildiğini gösteriniz. Burada $G=(1/r_{\pi 1})+(1/r_{\pi 2})+g_{m1}+g_{m2}$ dir.
(b) $R=1,0k\Omega$, $r_{\pi 1}=1,2\ k\Omega$, $g_{m1}=0,10$ mho, $r_{\pi 2}=1,3k\Omega$, ve $g_{m2}=0,08$ mho için kazanç oranları $\upsilon_{01}/(\upsilon_1-\upsilon_2)$ ve $\upsilon_{02}/(\upsilon_1-\upsilon_2)$ değerlerini bulunuz.



Devre denklemleri:

KAY, E düğümüne uygulanırsa; $\frac{\upsilon_x}{r_{\pi 1}}+g_{m1}\upsilon_x+g_{m2}\upsilon_y+\frac{\upsilon_y}{r_{\pi 2}}=0\ldots(1)$

$\upsilon_{01}=-g_mR\upsilon_x\ldots(2)$, $\upsilon_{02}=-g_{m2}R\upsilon_y\ldots(3)$

$\upsilon_1, r_{\pi 1}, r_{\pi 2}, \upsilon_2$ üzerinden KVY uvgulanırsa; $\upsilon_1-\upsilon_x+\upsilon_y-\upsilon_2=0\ldots(4)$

$G=\frac{1}{r_{\pi 2}}+g_{m2}+\frac{1}{r_{\pi 1}}+g_{m2}\ldots(5)$ olarak tanımlanır. υ_x, υ_y'yi yok etmek ve υ_{01}'i bulmak için (1), (2) ve (4) kullanılırsa;

$$\upsilon_{01}=-\frac{g_{m1}R}{G}\left(\frac{1}{r_{\pi 2}}+g_{m2}\right)(\upsilon_1-\upsilon_2)=-g_{m1}R\left[1-\frac{1}{G}\left(\frac{1}{r_{\pi 1}}+g_{m1}\right)\right](\upsilon_1-\upsilon_2)\ldots(6)$$

(1), (2) ve (3) kullanılırsa;

$$\upsilon_{02}=g_{m2}R\left[1-\frac{1}{G}\left(\frac{1}{r_{\pi 2}}+g_{m2}\right)\right](\upsilon_1-\upsilon_2)=\frac{g_{m2}R}{G}\left(\frac{1}{r_{\pi 1}}+g_{m1}\right)(\upsilon_1-\upsilon_2)\ldots(7)$$

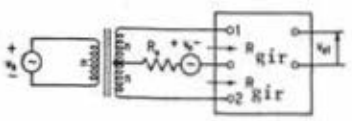
b) $R=1,0\ k\Omega$, $r_{\pi 1}=1,2k\Omega$, $g_{m1}=0,1mho$, $r_{\pi 2}=1,3k\Omega$, $g_{m2}=0,08$ m

$$G=0,10+0,08+\frac{1}{1200}+\frac{1}{1300}=0,1816$$

$$\frac{\upsilon_{01}}{\upsilon_1-\upsilon_2}=\frac{-0,10\times 1000}{0,1816}\ (0,000769+0,080)=-44,5$$

$$\frac{\upsilon_{02}}{\upsilon_1-\upsilon_2}=\frac{0,08\times 1000}{0,1816}\ (0,000833+0,100)=+44,42.$$

10-4 Şekil 10-36 daki diferansiyel yükselteç 40 dB lik bir diferansiyel mod kazancına ve 80 dB lik bor OMRO a sahiptir. υ_s=0,01 sin $\omega_s t$ ve gürültü voltajı υ_n=2,0 sin $\omega_n t$ V dur. (a) R=0 ve R_{gir} $\to\infty$ olduğunda ani voltaj υ_{01} nedir? (b) R_n=200 kΩ ve R_{gir}=400 kΩ için υ_{n1} nedir?



Şekil 10-36

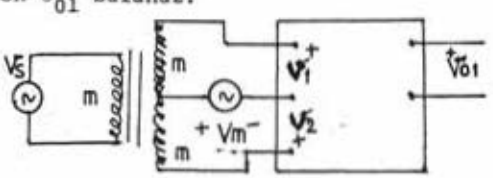
Fark mod kazancı = 40 dB, ortak mod reddetme oranı=80 dB (OMRO)
(FMK)

υ_s=0,01 sin $\omega_s t$, υ_n=2,0 sin$\omega_n t$,

dB=	40	80
oran=	100	10.000

a) R_n=0, R_{gir} $\to\infty$, iken υ_{01} bulunuz.

$\upsilon_1=\upsilon_s+\upsilon_n$ ...(1)
$\upsilon_2=-\upsilon_s+\upsilon_n$ ...(2)
FMK=100= $\frac{\upsilon_{01}}{\upsilon_1}$



İşaret bileşeni=$(\upsilon_{n1})_{işaret}$=100x0,01 sin$\omega_s t$=1,0sin$\omega_s t$

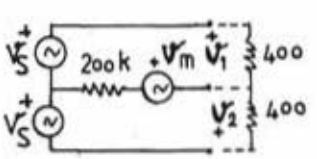
OMRO= $\frac{G_d}{G_e}$=10.000 $G_e=\frac{G_d}{10^4}=\frac{10^2}{10^4}=10^{-2}$

Gürültü bileşeni=$(\upsilon_{01})_{gürültü}$=$G_e(\upsilon_1)_{gürültü}$=$10^{-2}$x2,0 sin$\omega_n t$
=0,02 sin$\omega_n t$

Gürültü ve işaret bileşeni=υ_{01}=1,0 sin$\omega_s t$+0,02 sin$\omega_n t$

b) R_n=200kΩ, $R_{gir.}$=400 kΩ; yeni giriş devresi;

Dirençler işaret voltajına etkide bulunmazlar.
$(\upsilon_{01})_{işaret}$=1,0 sinωt

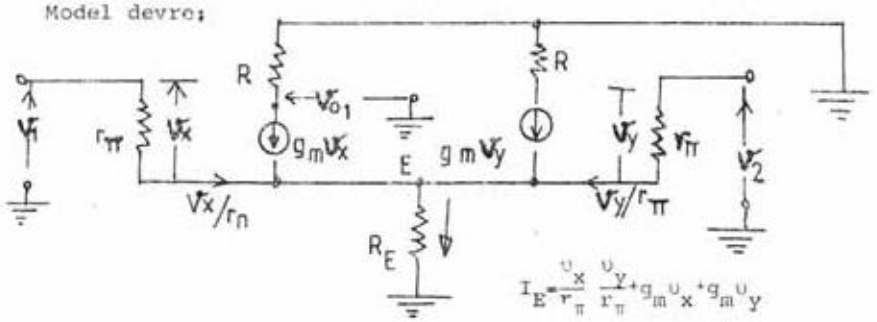


υ_n işaretini yalnız olarak düşünelim. İki tane 400 kΩ direnç paralel davranırlar, böylece de gürültü voltajı, giriş uçlarında yarıya düşmüş olur. $(\upsilon_{01})_{gürültü}=0,01\ \sin\omega_n t$ olur. Böylece;

$\upsilon_{01}=1,0\sin\omega_s t+0,01\sin\omega_n t$ bulunur.

10-5 Denklem (10-19) u doğrulamak için artırımlı devre modelini oluşturunuz ve devre çözümlemesini yapınız.

Model devre;



Sol taraftaki ilmekte K.V.Y yazılırsa;

$\upsilon_1=\upsilon_x+R_E(\frac{\upsilon_x}{r_\pi}+\frac{\upsilon_y}{r_\pi}+g_m\upsilon_x+g_m\upsilon_y)$...(1) bulunur.

Sağ taraftaki ilmekte K.V.Y yazalım.

$\upsilon_2=\upsilon_y+R_E(\frac{\upsilon_x}{r_\pi}+\frac{\upsilon_y}{r_\pi}+g_m\upsilon_x+g_m\upsilon_y)$...(2), (1) ve (2) de benzer terimleri birleştirelim.

$\upsilon_1=(1+\frac{R_E}{r_\pi}+R_E g_m)\upsilon_x+(\frac{R_E}{r_\pi}+R_E g_m)\upsilon_y$...(3)

$\upsilon_2=(\frac{R_E}{r_\pi}+R_E g_m)\upsilon_x+(1+\frac{R_E}{r_\pi}+R_E g_m)\upsilon_y$...(4)

çıkış voltajı: $\upsilon_{01}=-g_m R\upsilon_x$.....(5)

$A=(1+\frac{R_E}{r_\pi}+g_m R_E)$ ve $B=(\frac{R_E}{r_\pi}+R_E g_m)$ veya

$B=\frac{R_E}{r_\pi}(1+g_m r_\pi)$, $R_{eş}=R_E(1+g_m r_\pi)=R_E(1+\beta)$

kabul edelim. Bu kabullerden sonra:

$A=1+\frac{R_{eş}}{r_\pi}$ ...(6) ve $B=\frac{R_{eş}}{r_\pi}$ ...(7) bulunur.

(3) ve (4), A ve B kullanılarak tekrar yazılırsa; $\upsilon_1 = A\upsilon_x + B\upsilon_y \ldots (8)$, $\upsilon_2 = B\upsilon_x + A\upsilon_y \ldots (9)$, (8) ve (9), υ_x için çözülürse $\upsilon_x = \dfrac{A\upsilon_1 - B\upsilon_2}{A^2 - B^2} \ldots (10)$ kullanılır.

$$\upsilon_{01} = -g_m \frac{R(A\upsilon_1 - B\upsilon_2)}{A^2 - B^2} \ldots (11) \qquad \upsilon_{01} = \frac{-\beta R_{eş} R\left[\left(1 + \frac{r_\pi}{R_{eş}}\right)\upsilon_1 - \upsilon_2\right]}{r_\pi (r_\pi + 2R_{eş})} \text{ bulunur.}$$

A ve B nin değerleri yerine konur.

10-6 Şekil 10-9 daki yükseltecin R=2 kΩ, R_E=1kΩ, r_π=1,0kΩ ve β=100 değişkenlerine sahip olduğunu varsayınız. υ_1 ve υ_2 nin fonksiyonu olarak (a) bir yaklaşık formül kullanarak, (b) bir tam ifade kullanarak υ_{01} i bulunuz.

Şek.(10-9) R=2kΩ, R_E=1kΩ, r_π=1,0kΩ, β=100 $g_m = \dfrac{\beta}{r_\pi} = 100$(mmho)

a) Yaklaşık Denklem (10-22).

$$\upsilon_{01} \cong -\frac{g_m R}{2}(\upsilon_1 - \upsilon_2) = -\frac{100}{2} \times 2(\upsilon_1 - \upsilon_2) = -100(\upsilon_1 - \upsilon_2)$$

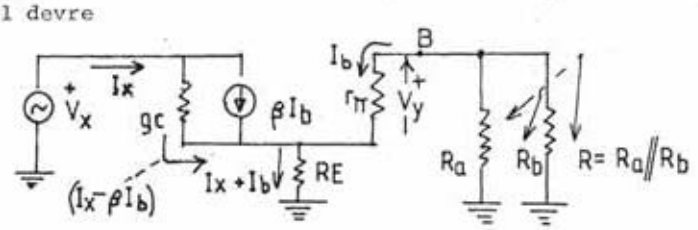
b) Denk.(10-19), $R_{eş} = R_E(1+\beta) = 101$

$$\upsilon_{01} = \frac{-\beta R_{eş} R\left[\left(1 + \frac{r_\pi}{R_{eş}}\right)\upsilon_1 - \upsilon_2\right]}{r_\pi (r_\pi + 2R_{eş})} = \frac{-100 \times 101 \times 2\left[\left(1 + \frac{1}{101}\right)\upsilon_1 - \upsilon_2\right]}{1(1+202)}$$

$$\upsilon_{01} = -99{,}5(1{,}0099\upsilon_1 - \upsilon_2)$$

10-7 Denklem (10-26) elde etmek için gerekli çözümlemeyi yapınız.

Model devre



$R_{gir} = \dfrac{\upsilon_x}{I_x}$'i bulmak için; sol ilmekte K.V.Y uygulanır;

$V_x = \dfrac{1}{g_c} I_x - \beta I_b) + R_E(I_x + I_b) \ldots (1)$, sağ ilmekte K.V.Y uygulanır,

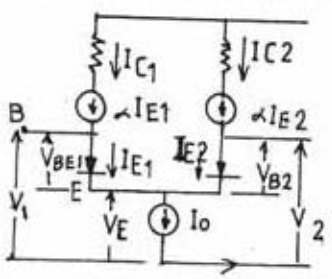
$(R + r_\pi) I_b + R_E(I_x + I_b) = 0 \ldots (2)$ bulunur. (1) ve (2) de I_b yok edilirse;

$$\frac{V_x}{I_x} = \frac{1}{g_c} + R_E - \frac{R_E(R_E - \frac{\beta}{g_c})}{R+r_\pi+R_E}$$ bulunur.

Bu denklem de basit hale getirilerek;

$$R_{giriş} = \frac{V_x}{I_x} = \frac{1}{g_c} + \frac{R_E(R+r_\pi+\frac{\beta}{g_c})}{R+r_\pi+R_E}$$ (10-26) bulunur.

10-8 Denklem (10-29)u elde etmek için ayrıntılı çözümleme yapınız.



$$I_{E1}=I_s\exp(V_{BE1}/V_T)\ldots(1)$$

$$I_{E2}=I_s\exp(V_{BE2}/V_T)\ldots(2)$$

$$I_{C1}=\alpha I_{E1}=\alpha I_s\exp(V_{BE1}/V_T\ldots(3)$$

$$I_o=I_{E1}+I_{E2}=I_s(\exp\frac{V_{BE1}}{V_T}+\exp\frac{V_{BE2}}{V_T})\ldots(4)$$

(3) ve (4) den I_s yok edilirse; $$I_{C1}=\frac{\alpha I_o\exp\frac{V_{BE1}}{V_T}}{\exp\frac{V_{BE1}}{V_T}+\exp\frac{V_{BE2}}{V_T}}\ldots(5)$$

$V_{BE1}=V_1-V_E$ } (6) olduğunu şekilden görüyoruz.
$V_{BE2}=V_2-V_E$

Böylece; $$I_{C1}=\frac{\alpha I_o\exp(V_1-V_E)/V_T}{\exp(V_1-V_E)/V_T+\exp(\frac{V_2-V_E}{V_T})}=\frac{\alpha I_o\exp(V_1/V_T)}{\exp(V_1/V_T)+\exp(V_2/V_T)}$$

$$I_{C1}=\frac{\alpha I_o}{1+\exp(\frac{V_2-V_1}{V_T})}\ldots(10\text{-}29)$$ bulunur.

10-9 (a) Denklem (10-29) ve (10-31) e dayanan tek-taraflı artırımlı voltaj kazancı dV_{01}/dV_1 in

$$\frac{dV_{01}}{dV_1}=\frac{-\alpha RI_o}{V_T}\cdot\frac{\exp(V_2-V_1)/V_T}{\{1+\exp[(V_2-V_1)/V_T]\}^2}$$

olduğunu gösteriniz. (b) $V_2-V_1=0$ olduğunda kazancı hesaplamak için Kes.10-7 deki örnekte verilen sayısal değerleri kullanınız. Bu sonucu örnekteki ile karşılaştırınız.

Denklem (10-31) yazılırsa; $V_{01}=V_+-RI_{C1}\ldots(1)$ elde edilir. Bunun türevi ise;

$\frac{dV_{01}}{dV_1} = 0-R\ \frac{dI_{C1}}{dV_1}$...(2) olur.

Denklem(10-29) dan $I_{C1}=\alpha I_o[1+exp(V_2-V_1)/V_T)]^{-1}$ olur. Bu eşitlik tekrar düzenlenip yazılırsa;

$I_{C1}=\alpha I_o\left[1+\exp\frac{V_2}{V_T}.\exp\left(\frac{-V_1}{V_T}\right)\right]^{-1}$ veya $\begin{cases}K_1=\alpha I_o\\ K_2=\exp\frac{V_2}{V_T}\end{cases}$

olmak üzere $I_{C1}=K_1\left[1+K_2\exp\left(-\frac{V_1}{V_T}\right)\right]^{-1}$ bulunur. Bu denklem de (2) de kullanılır ve aşağıdaki sonuç elde edilir.

$$\frac{dV_{01}}{dV_1} = -R\left[K_1(-1)(1+K_2e^{-\frac{V_1}{V_T}})^{-2}\times K_2\left(-\frac{1}{V_T}\right)e^{-\frac{V_1}{V_T}}\right]$$

K_1 ve K_2 değeri kullanılıp basitleştirme yapılırsa:

$$\frac{dV_{01}}{dV_1} = \frac{-RI_o}{V_T}\ \frac{\exp\left[(V_2-V_1)/V_T\right]}{\left\{1+\exp\left[(V_2-V_1)/V_T\right]\right\}^2}$$ bulunur.

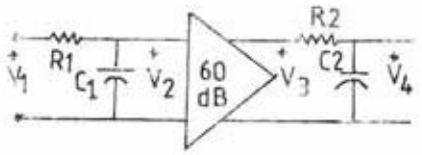
10-10 Şekil 10-14 deki sistemde R_1=200 kΩ, C_1=0,2μF, R_2=500 kΩ, yükseltecin a.a. kazancı 4000, giriş direnci 2 MΩ ve çıkış impedansının ihmal edilebilir olduğunu varsayınız. Kesme frekansı 60 Hz dir. (a) R_3 ve C_3 için değerler seçiniz. (b) $e_{çık}$=10 V oluşturmak için gerekli olan bir alçak impedans d.a. sinyal voltaj kaynağının sağladığı e_s değerini hesaplayınız. (c) Eğer R_3 ve C_3 (a) şıkkında seçilen değerlere eşitse (b) şıkkındaki koşullar altında çıkış voltajının 60 Hz lik bileşeninin değerini hesaplayınız.

10-11 Şekil 10-16 daki sistem için R_1C_1=0,01 sn R_2C_2=20 sn zaman sabitlerini kullanarak desibel olarak voltaj kazancını frekansın logaritmasına karşı çiziniz. Frekanstan bağımsız değeri 1000 olan bir a.a. yükselteç ve 300 Hz lik bir üst kesilme frekanslı kazancı A_1=20,000 olan bir yükselteç varsayınız.

Şek.(10-16), R_1C_1=0,01 sn, R_2C_2=20 sn.

Frekanstan bağımsız olarak, A_{aa}=1000 veya 60 dB'dir. f_2=300 Hz'de A_1=20.000 veya 86 dB'dir. Varsayalım ki A_1, 300 Hz'de köşe frekansa sahip olsun, ve 300 Hz üzerinde 20 dB/onluk hız ile azalmaya sahip olsun.

A.a.yükselteç yolunda (hattında) devre terimleri ile düşünürsek:



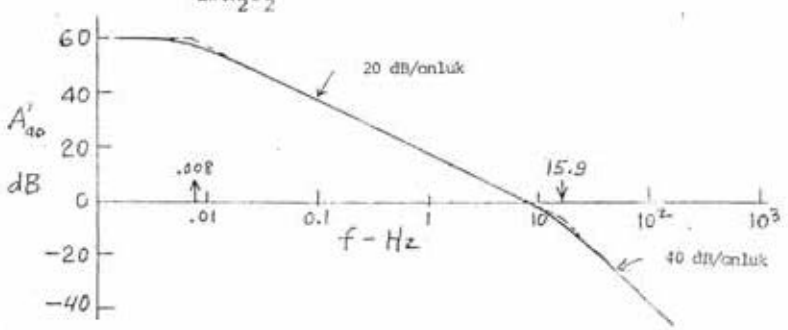
$\frac{\dot{V}_2}{\dot{V}_1} = M_1 \angle \theta_1$

$\frac{\dot{V}_4}{\dot{V}_3} = M_2 \angle \theta_2$ kabul edelim.

dB olarak, $\frac{V_4}{V_1} = (M_1)_{dB} + 60 + (M_2)_{dB} \equiv (A'_{aa})_{dB}$

$(A'_{aa})_{dB}$ in Bode tipi çizimini düşündüğümüzden R_1C_1 ve R_2C_2 den dolayı köşe frekanslar gerekir.

R_1C_1'den dolayı köşe frekansı= $\frac{1}{2\pi R_1C_1}$ = 15,9 Hz ve R_2C_2 den dolayı köşe frekansı= $\frac{1}{2\pi R_2C_2} \cong$ 0,0080 Hz



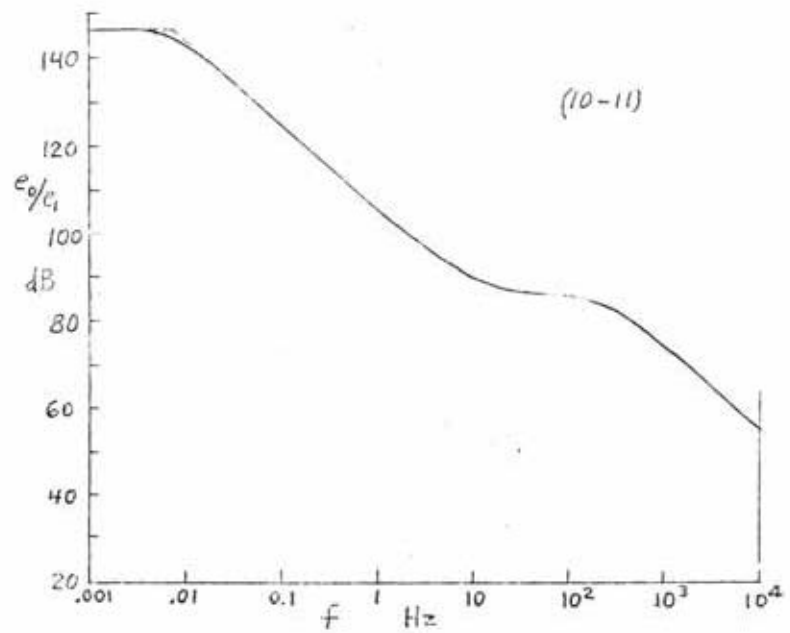
Çıkış voltajı, iki giriş voltajının toplamıdır.

$e_o = e_1A_1 + e_1A'_{aa}A_1$, $e_o = e_1A_1(1+A'_{aa})$

Bir sıra frekans için e_o/e_1 oranları hesaplanır. Örnek hesaplama f=0,001 Hz için, A'_{aa}=60 dB, $(1+A'_{aa})$=60 dB A_1=86 dB ve böylece

$\frac{e_o}{e_i}$ =60+86 = 146 dB. f=1,0 Hz için A'_{aa}=18 dB (Bode çiziminden) veya 7,94, $1+A'_{aa}$=8,94 ve $A_1(1+A'_{aa})$=178,800 veya 105 dB. f=100 Hz için A'_{aa}=38 dB veya 0,0125. $1+A'_{aa}$=1,0125 ve $A_1(1+A'_{aa})$=20,250 veya 86,1 dB. f=2000 Hz için, $A'_{aa} \to \infty$, $(1+A'_{aa}) \cong 1{,}00$ A_1=69,5 dB (A'nın f'ye karşı

çizilen yardımcı Bode grafiğinden), $A_1(1+A'_{aa})$=69,5 dB. Sonuç çizimi:



10-12 (a) Şekil 10-24 deki birim kazançlı voltaj izleyici devrede 3 işlemsel yükseltecin (Tablo 10-1 ve 10-2) kullanıldığını varsayınız. Giriş sinyal voltajı 2 sinωt ise çevirme oranı tablosuna dayanan mak. izinli ω nedir? Bu sonucu, belirtilen bandgenişliği ile karşılaştırınız. (b) Şekil 10-2la daki devre için R_1=20 kΩ R_f=200 kΩ ve giriş voltajı 0,4 sinωt olduğunu varsayarak (a) şıkkındakileri yeniden hesaplayınız.

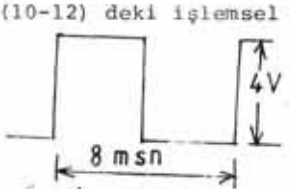
Tablo (10-2) de işlemsel yükselteci No:3. Şek.10-24 $\upsilon_{gir.}$=2sinωt, Tablo (10-2) den, Atlama hızı = $3\ \frac{V}{\mu sn} = 3x10^6\ \frac{V}{sn.}$ $\upsilon_{çık.}=\upsilon_{gir.}$=2sin ωt, sinüs dalgası için; $(\frac{dV_{çık}}{dt})_{mak} = \omega V_m$ (10-34) Böylece; $3x10^6=\omega x2$ veya, $\omega = \frac{3}{2}x10^6=1,5x10^6$ rad/sn.

a) $f_{mak}= \frac{1,5}{2\pi} \times 10^6$=238,000 Hz, 3 dB band genişliği=1 MHz ile karşılaştırılır.

b) $\upsilon_{gir}=0,4\omega\sin\omega t$ Şek.(10-21a), $R_1=20k\Omega$, $R_f=200\ \Omega$ kazanç=$\frac{R_f}{R1}=\frac{200}{20}=10$ $\upsilon_{çıkış}=4\sin\omega t$, Denklem (10-34) kullanılırsa; $\upsilon_{mak}=0,75010^6$, $f_{mak}=119,000$ Hz. $f_{mak}=119,000$ Hz'e karşılık 1 MHz band genişliği.

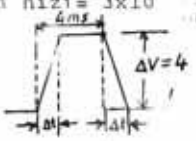
10-13 İşlemsel yükselteç 3 ün (Tablo 10-1 ve 10-2) Sek.1024 deki birim kazançlı voltaj izleyicide 8 μsn lik bir periyoda sahip tepeden teneye 4 V luk bir kare dalga girişiyle kullanıldığını varsayınız. Çıkış dalgabiçimlerini çiziniz.

Prob.(10-12) deki işlemsel yükselteçle aynı:



Birim voltaj kazan aşağıdaki gibidir.

Atlama hızı= $3x10^6$ V/μs.



$\frac{\Delta V}{\Delta t}=3x10^6=\frac{4}{\Delta t}$ = Eğim = $\frac{4}{3}x10^{-6}=1,33x10^{-6}$sn.

10-14 C_1 in Şek.10-20 deki devrede alt bağlantının Q_{17} nin taban yerine V_- ve gittiğindeki C_1 sığacından neden çok daha küçük bir değere sahip olacağını açıklayınız.

Ortak-vavıcılı katta, Toplavıcıyı tabana bağlavan sığaç etkisi "Miller Olavı" nedeniyle katlanır. Çarpma etkisini gösteren Denk. (8-33)'e bakınız.

10-15 Şekil 10-21b de verilen açık çevrim kazançlı yükseltece sahip Şek.10-21a daki işlemsel yükselteci gözönüne alınız. 10^4 Hz de A nın değeri $-100/-90^o$ dir ve |A|, -20 dB/onluk bölgede değişmektedir. $Z_d\to\infty$ ve $R_f/R_1=100$ dür. Kapalı-çevrim kazancı $\frac{V_o}{V_s}$: (a) $f=10^4$ Hz de ve (b) $f=5x10^3$ Hz de tam olarak nedir?

Şek.(10-21a), Açık çevrim kazancı Şek.(10-21b) deki gibidir. $Z_d\to\infty$, ve $R_f/R_1=100$.

a) $f=10^4$ $A_{10^4}=-100/-90^o$, Denk.(10-37) kullanılırsa;

$$\frac{\vec{V}_o}{\vec{V}_s}=\frac{-R_f}{R_1\left[1+\frac{1}{A}\left(\frac{R_f}{R_1}+\frac{R_f}{Z_d}+1\right)\right]}=\frac{-100}{1+\frac{1}{-100/-90^o}(100+1)}=-70,3/45,3^o$$

b) $f=5x10^3$, A, -20dB/onluk hızla değiştiğinden $|A|=\text{sabit}x\frac{1}{\omega}$ olduğunu biliyoruz. Faz açısı halâ -90^o olacaktır. Bövlece:

$A=\frac{-10000}{5000} \times 100\angle -90^o = -200\angle -90^o$. Denklem (10-37) de kullanılırsa;

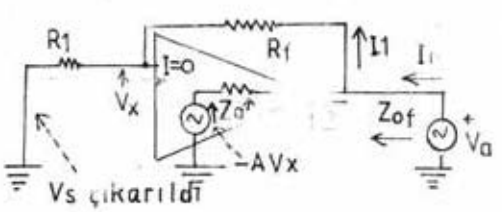
$$A=\frac{-100}{1+\frac{1}{-200\angle -90^o}(100+1)} = -89,3\angle 26,8^o \text{ olur.}$$

10-16 Şekil 10-21a daki ters çevirici yükselteci gözönüne alınız ve A yükseltecinin bir Z_o çıkış impedansına sahip olduğunu varsayınız. $Z_d \to \infty$ olduğunda V_o

$$Z_{of}=\frac{Z_o(R_1+R_f)}{Z_o+R_1+R_f+AR_1} \cong Z_o\frac{R_L+R_f}{AR_1}$$

ile verildiğini gösteriniz. A başat olduğunda, bunun yaklaşık biçimi geçerlidir.

Devre Şek.(10-21a) $Z_d \to \infty$, Z_o=Yalnızca A'nın çıkışı Z_{of}'u hesaplamak için model devre:



$$Z_{of}=\frac{V_a}{I_a}$$

$I_a=I_1+I_2$

veya

$$I_a=\frac{V_a}{R_1+R_f}+\frac{V_a+AV_x}{Z_o} \quad \ldots(1)$$

Voltaj bölüşümü kullanılarak; $V_x=\frac{R_1}{R_1+R_f}V_a$ ...(2), (1)'de (2) kullanılır V_a/I_a çözülür ve basitleştirme yapılırsa;

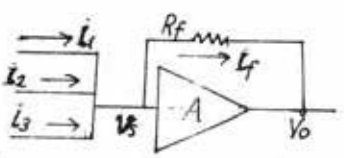
$$Z_{of}=\frac{V_a}{I_a}=\frac{Z_o(R_1+R_f)}{Z_o+R_1+R_f+AR_1} \quad \text{bulunur.}$$

10-17 Çoğu işlemsel vükselteçlerde girişlere qelen iki besleme akımı yaklaşık eşittir. Şekil 10-21a daki X noktasına $R_1 \| R_f$ değerinde bir direnç verleştirmenin, besleme akımları vüzünden çıkış voltajındaki hata üzerine etkisini tartışınız. $Z_o=0$ olduğunu varsayınız.

10-18 Şekil 10-29 daki toplama yükseltecini gözönüne alınız fakat $R_1=R_2=R_3=0$ olsun.

$$v_o=-R_f(i_1+i_2+i_3)\,\frac{A}{A+1} = -R_f(i_1+i_2+i_3)$$

olduğunu gösteriniz. Bu yükselteç, örneğin, iki veya daha fazla dönüştürücüden gelen akımların toplamını elde etmekte kullanılabilir. Alternatif olarak burada besleme akımına karşı bir akım verilebilir. $R_1=R_2=R_3=0$ olması gerekli midir?



A'ya giren $i_{giriş}$'in sıfır olduğunu kabul edelim.

$i_f=i_1+i_2+i_3$ ...(1)

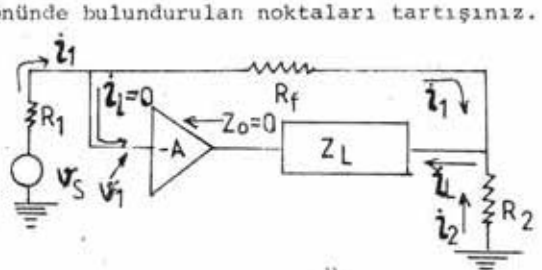
$-R_f i_f=v_o-v_s$ ...(2)

$v_s=\frac{v_o}{-A}$ ...(3), (2)'deki v_s yerine (3) konursa;

$$v_o=-\frac{R_f A}{A+1}\,i_f=-\frac{R_f A}{A+1}\,(i_1+i_2+i_3)\cong -R_f(i_1+i_2+i_3)$$

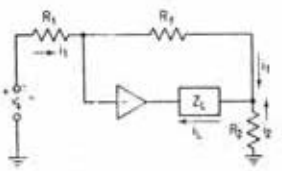
$(A\to\infty)$ için bulunmuş olur.

10-19 Şekil 10-37 bir v_s voltajını i_1 akımına ve sonra değişken Z_L impedansında, i_L yükseltilmiş akımına çeviren bir şebekeyi gösteriyor. Genel varsayımları kullanarak $i_L=(v_s/R_1)\,[1+(R_f/R_2)]$ olduğunu gösteriniz. Akım yükseltilmesine göre dirençlerin seçimi için gözönünde bulundurulan noktaları tartışınız.



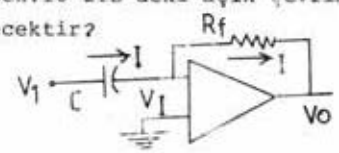
Eğer A çok büyük ise; $v_1\cong 0$ ve $i_1=\frac{v_s}{R_1}$ ...(1) $v_1\cong 0$ olduğunda $i_i=0$ kabul edilirse; $i_2R_2=R_f i_1$ ...(2) ve $i_L=i_1+i_2$ ...(3) olur. (2) den $i_2=\frac{R_f}{R_2}\,i_1$ ...(4), (3)'de (4) kullanılır. $i_L=i_1+\frac{R_f}{R_2}\,i_1=i_1(1+\frac{R_f}{R_2})$ ...(5) bulunur. (1) deki i_1 giriş akımı (5) de kullanılır ve aşağıdaki sonuç bulunur.

$$i_L = \frac{v_s}{R_1}\left(1+\frac{R_f}{R_2}\right)$$



Şekil 10-37

10-20 Şekil 10-26 daki basit türevleyiciyi gözönüne alınız. (a) A işlemsel yükselteci̇nin ideal olduğunu varsayarak $|V_o/V_1|$ kazanç büyüklüğü için Bode tipi eğriyi çiziniz. (b) Eğer işlemsel yükselteç, Şek.10-21b deki açık-çevrim kazancına sahipse, bu eğri nasıl değişecektir?

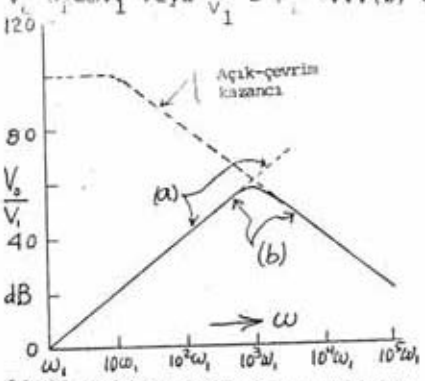


Denklem (10-52) kullanılırsa;

$v_o = -R_f C \frac{dv_1}{dt}$ ve $v_1 = V_1 \sin\omega t$

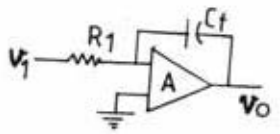
varsayılırsa $v_o = -R_f C V_1 \cos\omega t$...(1) bulunur. Gözönüne alınan genlik;

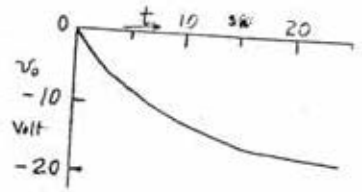
$V_o = R_f C\omega V_1$ veya $\frac{V_o}{V_1} = R_f C\omega$...(2) olur. Logaritması alınır.



$\log_{10}\frac{V_o}{V_1} = \log_{10}(R_f C) + \log_{10}\omega$...(3) bulunur. Dikkat edilirse; (2) den $\omega = \omega_1 = \frac{1}{R_f C}$ de $\frac{V_o}{V_1} = 1$ veya 0 dB elde edilir. (3) ifadesinden (ve grafikten), $\omega = \omega_1$ deki 0 dB'den itibaren, dB olarak $\frac{V_o}{V_1}$'ın Bode çiziminde 20 dB/onluk hızla arttığı sonucunu çıkarırız.

10-21 Şekil 10-25 de R_1=500 kΩ, C_f=2μF ve yükselteç kazancı $-\infty$ olsun. t=0 da $v_1 = 2\exp(-0{,}1\,t)$ voltajı uygulandığını varsayınız. $v_o(0)=0$ ise t ye göre v_oı çiziniz. Yükseltecin çalışma bölgesi ±15 V ise, yükselteç ne zaman doyuma ulaşacaktır.





$C_f=2\mu F$ $R_1=500,000\ \Omega$

$A\to-\infty$, $\upsilon_1=2,0\exp(-0,1\,t)$ ve

$\upsilon_o(0)=0$ kabul edelim.

Denk.(10-50) kullanılırsa:

$$\upsilon_o=-\frac{1}{R_1C_f}\int_o^t \upsilon_1 dt+\upsilon_o(0)$$

$$\upsilon_o=-\frac{10^6}{5x10^5x2}\int_o^t 2,0\exp(-0,1\,t)\,dt$$

$$\upsilon_o=-\frac{2}{-0,1}\exp(-0,1\,t)\Big|_o^t=20\left[\exp(-0,1\,t)-1\right]=-20\left[1-\exp(-0,1\,t)\right]$$

$\upsilon_o=-15$ V için t'yi bulalım. $-15=-20\left[1-\exp(-0,1\,t)\right]\Rightarrow$ t çözülürse;

t=13,8 sn bulunur.

10-22 Şekil 10-38 deki devreyi gözönüne alınız. t=0 a kadar $\upsilon_o(0)$ ve υ_1 ve υ_2 sıfır olsun ve sonra $\upsilon_1=4\sin 8t$ ve $\upsilon_2=5\exp(-5\,t)$ olarak alınız. (a) $\upsilon_o(t)$ yi bulunuz. (b) t=0,1 sn de υ_o nedir?

Şek.(10-38) den

a) $$\upsilon_o=-\frac{1}{0,2}\int_o^t \upsilon_1\,dt-\frac{1}{0,5}\int_o^t \upsilon_2 dt+\upsilon_o(0)$$

$$\upsilon_o=-5\int_o^t 4\sin 8t\,dt-2\int_o^t 5\,e^{-5t}\,dt$$

$$=-\frac{20}{8}\cos 8t\Big|_o^t-\frac{10}{-5}e^{-5t}\Big|_o^t$$

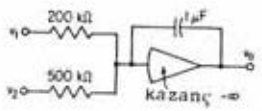
$$\upsilon_o=-2,5\cos 8t+2,5+2-e^{-5t}-2,0$$

b) Yukardaki ifadede t=0,1 sn kullanılırsa;

$$\upsilon_o=-2,5\cos 0,8+2e^{-0,5}+0,5 \Rightarrow (0,8\text{ rad}=45,9^o)$$

$$\upsilon_o=-0,713$$

10-23 Aşağıdaki diferansiyel denklemi çözmek için bir benzerlik bilgisayarı çiziniz. Başlangıç değerlerinin tümünün sıfır olduğunu ve sağ tarafta t=0 anında bir basamak fonksiyonu uygulandığını varsayınız.

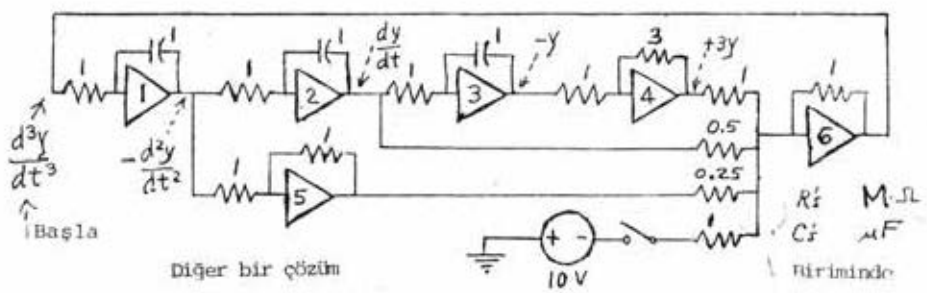


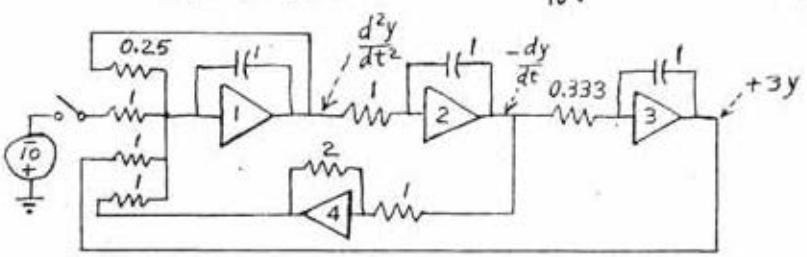
Şekil 10-38

$$\frac{d^3y}{dt^3} + 4\frac{d^2y}{dt^2} + 2\frac{dv}{dt} \cdot 3y = 10$$

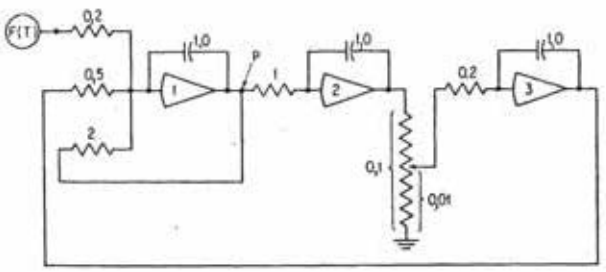
Diferansiyel denklemi yeniden düzeniersek;

$$\frac{d^3y}{dt^3} = -4\frac{d^2v}{dt^2} - 2\frac{dy}{dt} - 3y + 10$$

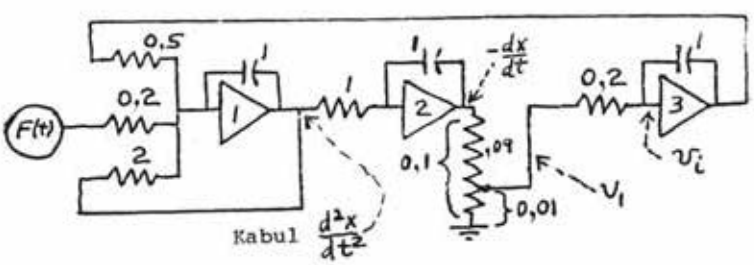




10-24 Şekil 10-39 daki devrenin çözdüğü diferansiyel denklem nedir? Devre değerleri megaohm ve mikrofarad cinsindendir. Tüm başlangıç değerleri sıfırdır. Yol gösterme: P noktasındaki voltajın d^2x/dt^2 yi temsil ettiğini varsayınız.



Şekil 10-39



İlk heseplama, $\frac{-dx}{dt}$ voltaj terimleri ile v_1 dir. $v_i \cong 0$ olduğundan 0,2 direncinin sözde toprağa gittiğini ve 0,2 direnci ile 0,01 direncinin paralel davrandığını söyleyebiliriz. Paralel eşdeğeri $0,01 \| 0,2 = 0,00952$ dir. Sonra;

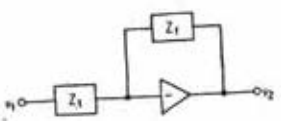
$v_1 = \frac{0,00952}{0,00952+0,09} \left(-\frac{dx}{dt}\right) = -0,0956 \frac{dx}{dt}$; (3). cü yükseltecin çıkışı $+0,478\,x$ dir. Birleşik toplayıcı ve integral alıcının çıkışı ise;

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -2 \int 0,478\, x\, dt - 5 \int F(t)\, dt - 0,5 \frac{dx}{dt} \quad \text{olur.}$$

Türevi alınırsa; $\frac{d^3x}{dt^3} = -0,956x - 5\,F(t) - 0,5 \frac{d^2x}{dt^2}$

Tekrar düzenlenirse; $\frac{d^3x}{dt^3} + 0,5 \frac{d^2x}{dt^2} + 0,956\, x = -5\,F(t)$ bulunur.

10-25 Şekil 10-40 da v_2 ve v_1 ile ilgili çeşitli işlemsel aktarım fonksiyonları Z_1 ve Z_2 için R ve C nin bileşimleri kullanılarak veya R ve C nin şebekeleri ile oluşturulmuştur. (a) Z_f değeri R ve C nin bir paralel bileşiminden oluşmuş ve $Z_1=R_1$ olsun. Aktarım forksiyonunu bulunuz. (b) Z_f nin, paralel durumundaki R ve C den ve Z_1 in, paralel durumdaki R_1 ve C_1 den oluştuğu durum için problemi tekrarlayınız.

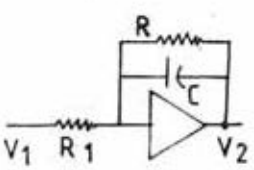


Şekil 10-40

Denk.(10-38) ile karşılaştırarak;

$$\frac{V_2}{V_1} = -\frac{Z_f(j\omega)}{Z_1(j\omega)} \ldots (1) \text{ yazılır.}$$

a)

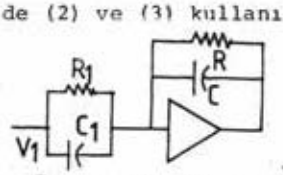


Simdi; $Z_f = \dfrac{R\,\frac{1}{j\omega C}}{R+\frac{1}{j\omega C}} = \dfrac{R}{1+j\omega RC} \ldots (2)$

ve $Z_1=R_1 \ldots (3)$

(1)'de (2) ve (3) kullanılır. $\dfrac{V_2}{V_1} = -\dfrac{R}{R_1(1+j\omega RC)} \ldots (4)$ bulunur.

b)

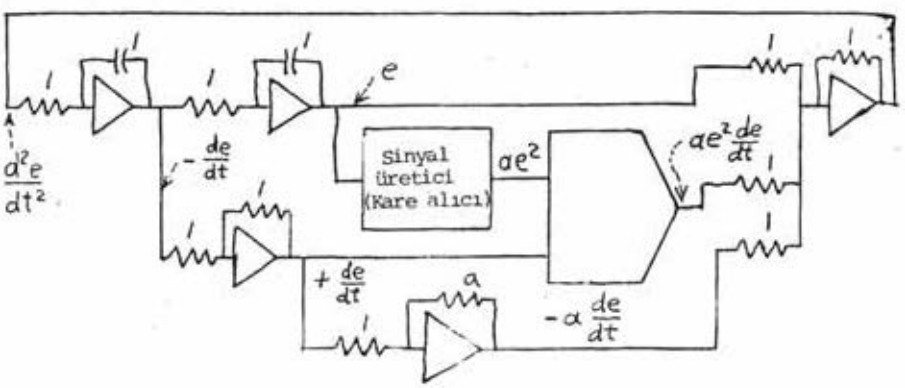


Burada Z_f yukarıdaki (2) ile aynıdır.

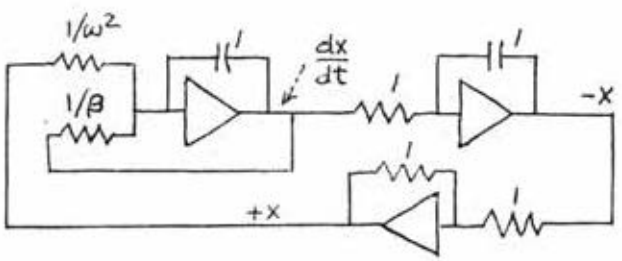
$Z_1 = \dfrac{R_1}{1+j\omega R_1 C} \ldots (5)$ Sonra; $\dfrac{V_2}{V_1} = -\dfrac{R(1+j\omega R_1 C_1)}{R_1(1+j\omega RC)}$ bulunur.

10-26 Denk.(10-68) in çözümü için bir benzerlik bilgisayarının şematik diyagramını çiziniz.

Denk.(10-68) den $\dfrac{d^2e}{dt^2} = a\dfrac{de}{dt} - ae^2\dfrac{de}{dt} - e$



10-27 $(d^2x/dt^2)+\beta(dx/dt)+\omega^2 x = 0$ denklemin çözümü için Şek.10-... dekine benzer olarak fakat sadece üç yüksülteçli bir benzerlik bilgisayarı kurunuz.



Elemanların değerleri (MΩ) ve (μF) birimlerindedir.

Sol taraftaki yükseltecin çıkışı;

$\frac{dx}{dt} = -\beta\int\frac{dx}{dt}dt-\omega^2\int x dt$ olur. Türevini alıp tekrar düzenlenirse;

$\frac{d^2x}{dt^2}+\beta\frac{dx}{dt}+\omega^2 x=0$ bulunur.

BÖLÜM-11

GÜÇ YÜKSELTEÇLERİ

11-1 2N6177 tipindeki bir transistör (Ek B) 25°C kutu sıcaklığında A sınıfı yayıcısı topraklı yükseltici olarak, transformatör kuplajlı dirençsel yükle çalışmaktadır. V_{cc}=50 V, besleme akımı Q noktasında 0,4 mA ve toplayıcı devresinin etkin yük direnci 1250 Ω olsun. a) Eğer taban akımı 0 ile 0,8 mA (tepeden tepeye) arasında değişiyorsa a.a. çıkış gücünü ve verimini hesabediniz. Kesim 11-2 deki yöntemi kullanınız. b) (a) kısmındaki koşullar altında transistörün toplayıcı akımından dolayı güç kaybını bulunuz ve transistörün katalog değeri ile karşılaştırınız. c) Sinyal yokedildiğinde transistörün güç kaybı azalmakta mı yoksa artmakta mıdır? Açıklayınız.

2N6177 (Ek.B) 25°C'de (A) sınıfı ortak-yayıcılı yükselteç transformatör kuplajlı yük. V_{cc}=50 V, R_{etkin}=1250 Ω I_B=0,4 mA (Q noktasında) I_B, 0-0,8 mA aralığında Q noktası V_{cc}=50 ve I_c=33 mA dedir. 1250 Ω yük için Q noktasından geçen a.a. yük doğrusu çizilir. Yük doğrusundan okunan değerler; V_{cmx}≅92 V, V_{cmn}≅13 V i_{cmx}≅0,064 Amper.

a) $P_{çık.}=i_{cmx}.\frac{(v_{cmx}-v_{cmn})}{8}=\frac{0,064(92-13)}{8}=0,63$ Watt

$$\eta=\frac{1}{2}\frac{v_{cmx}-v_{cmn}}{v_{cmx}+v_{cmn}}=\frac{1}{2}\frac{92-13}{92+13}=0,376$$

b) $P_{kayıp}=P_{d.a}-P_{çık.}=50x0,033-0,63=1,02$ Watt

c) Sinyal yok edildiğinde; $P_{kayıp}\cong P_{d.a}=1,65$ Watt, artmaktadır.

11-2 Orijine göre simetrik olan dolayısıyla ωt'ye göre çift fonksiyon durumunda bilinen akım dalgasını gözönüne alınız. B_3 cosωt terimi de mevcut olacak şekilde terimler gözönüne alınarak bu dalga Denk.11-7 deki biçimde gösterilebilir. Dalganın seçilen ordinatları cinsinden B_0, B_1, B_2 ve B_3 için bir formüller takımı bulunuz. Yol gösterme:ωt=0,π/3,2π/3 ve π deki ordinatları kullanınız.

Çift fonksiyon: $f(-\omega t)=f(\omega t)$ Denk. (11-7) den

$$i=I_0+B_0+B_1\cos\omega t+B_2\cos 2\omega t+B_3\cos 3\omega t\ldots(1)$$

çok kullanılan ordinatları alıp, bunlara göre semboller tanımlanır.

$\omega t=$	0	$\pi/3$	$2\pi/3$	π
$i=$	I_{mx}	$I_{1/3}$	$I_{2/3}$	I_{mn}

Denk.(1) dört defe kullanılır. (ωt'nin her değeri için bir defa).

$\omega t=0$ da $\cos 0=1$ ve (1) denkleminden

$$I_{mx}=I_0+B_0+B_1+B_2+B_3\ldots(2)$$

$\omega t=\pi/3$ de $\cos\omega t=\frac{1}{2}$; $\cos 2\omega t=-\frac{1}{2}$; $\cos 3\omega t=-1$ o zaman

$$I_{1/3}=I_0+B_0+\frac{1}{2}B_1-\frac{1}{2}B_2-B_3\ldots(3)$$

$\omega t=2\pi/3$ de $\cos\omega t=-\frac{1}{2}$; $\cos 2\omega t=-\frac{1}{2}$; $\cos 3\omega t=+1$ olur ve

$$I_{2/3}=I_0+B_0-\frac{1}{2}B_1-\frac{1}{2}B_2+B_3\ldots(4)\ \text{olur.}$$

$\omega t=\pi$ de, $\cos\omega t=-1$; $\cos 2\omega t=1$; $\cos 3\omega t=-1$

$$I_{mn}=I_0+B_0-B_1+B_2-B_3\ldots(5)\ \text{olur.}$$

d.a. bileşeni olarak, $I_0+B_0=I_d$ alalım. Böylece dört eşitliğimiz (2), (3), (4), (5) ve dört bilinmeyen, I_d, B_1, B_2 ve B_3 vardır. Bilinmeyen çözülür ve aşağıdaki sonuçlar bulunur:

$$I_d=\frac{1}{6}I_{mx}+\frac{1}{6}I_{mn}+\frac{1}{3}I_{1/3}+\frac{1}{3}I_{2/3}\ldots(6)$$
$$B_1=\frac{1}{3}(I_{mx}-I_{mn}+I_{1/3}-I_{2/3})\ldots(7)$$
$$B_2=\frac{1}{3}(I_{mx}+I_{mn}-I_{1/3}-I_{2/3})\ldots(8)$$
$$B_3=\frac{1}{6}I_{mx}-\frac{1}{6}I_{mn}-\frac{1}{3}I_{1/3}+\frac{1}{3}I_{2/3}\ldots(9)$$

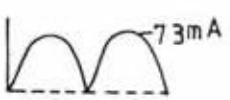
11-3 Şekil 11-6 daki devrede özellikle akımın sıfır olduğu noktalar yakınındaki çıkış akım dalgasında mevcut olan bozulmayı gözönüne alınız. Hangi durumda bozulma muhtemeldir ve nasıl minimumlaştırılabilir?

11-4 Bir B sınıfı yükseltici 2N6177 tipi transistörlere sahiptir, (Ek B) ve 25°Cde Şek.11-4 e benzer devrede çalışmaktadır. Taban akım dalgası yaklaşıklıkla yarım sinüs dalgası ve tepe değeri 1,0 mA olacak şekilde taban beslemesi yapılmaktadır. V_{CC}=100 V, R_L=1250 Ω ve transformatörün bir yarısındaki sarım sayısı ikincilindeki sarım sayısına eşit olsun. a) Yükteki akımın tepe değerini, b) V_{CC} tarafından sağlanan d.a. ve ortalama gücü, c) R_L ye giden ortalama gücü hesabediniz.

Şek.(11-4), B sınıfı yükselteç, (Ek-B) 25°C.
$i_{Bmak.}$=1,0 mA, V_{cc}=100 V, R_L=1250Ω,
R_L' toplayıcıya giden=1250 Ω

a) Şek.(B-5b) de (0 mA, 100 V) dan (80 mA ($I_{K.D.}$), OV) giden yük doğrusu çizilir. I_B=1,0 mA de okunan değer I_{cmx}=73 mA.

D.a. güç kaynağının akım dalgasının şekli:



Kabul edilen dalga sinüs şekilli olsun. O zaman,
$I_{d.a.} = \frac{2}{\pi} I_{Tepe} = \frac{2}{\pi} \times 73 = 46,5$ mA.
[Bak.Denk.(12-6)]

b) $P_d = V_{cc} I_{d.a} = 100 \times 0,0465 = 4,65$ Watt

c) I_L=73 mA Tepe, $I_L = \frac{0,073}{\sqrt{2}}$ kok $P_L = (\frac{0,073}{\sqrt{2}})^2 \times 1250 = 3,33$ Watt.

11-5 Şekil 11-10 da 2N6261 transistörü (Ek B) anahtar devresi içinde kullanılmaktadır. V_{CC}= 50 V, R_L=25Ω ve doyma direnci 1,1 olsun. Şekil 11-11 de görüldüğü gibi açıp kapatmanın ideal olduğunu fakat I_{kap}=0, T_1=0,1 msn ve $T_{aç}$=T_{kap}=1,2 msn olduğunu kabul ediniz. a) Toplayıcı akımdan ötürü transistördeki ortalama güç kaybı ne kadardır? b) Geçişin tam ortasında girişten toplayıcıya giren ani güç ne kadardır? R_L ye giden ortalama güç ne kadardır?

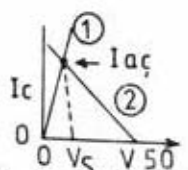
Şek.(11-10), V_{cc}=50 V, 2N6261 (Ek-B), R_L=25Ω R_{doyma}=1,1Ω, $I_{kap.}$=0, T_1=0,1 msn, $T_{aç.}$=$T_{kap.}$=1,2 msn.

a) Denk.(11-17) kullanılır; $P_{kayıp} = \frac{W_{sw} + W_{aç.} + W_{kap.}}{T}$ ...(1)

burada, $W_{sw}=2V_s I_{aç.} T_1+(b_1 I_{aç.}-b_2 V_s)T_1^2-\frac{2}{3} b_1 b_2 T_1^2 \ldots(2)$

$I_{kap.}=0$ iken $W_{kap.}=0$, $T=2x0,1+2x1,2=2,6$ msn.

$I_{aç.}$'ı bulmak için:



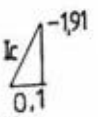
Eğri 1 $V=R_s I_c=1,1 I_c \ldots(3)$

Eğri 2 $V=50-R_L I_c=50-25 I_c \ldots(4)$

3 ve 4 'ün çözümü bulunur.

$I_s=1,91$ A $V_s=1,1$ $I_s=2,1$ V

Şimdi; $W_{aç.}=V_s I_{aç.} T_{aç.}=2,1x1,91x1,2=4,81$ mili joule. b_1 ve b_2 eğimleri gereklidir.

$b_1=\frac{50-2,1}{0,1}=479$, 



$b_2=\frac{1,91}{0,1}=19,1$

Bu değerler Denk.(2) de kullanılır.

$W_{sw}=2x2,1x1,91x0,1+(479x1,91-19,1x2,1)-\frac{2}{3}x479x19,1x10^{-3}$

$W_{sw}=3,45$ mili joule.

a) $P_{kayıp}=\frac{W_{sw}+W_{aç.}}{T}=\frac{3,45+4,81}{2,6}=3,18$ Watt.

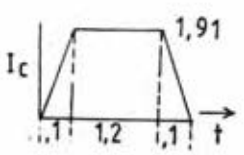
b) $P=v_c i_c=\frac{V_{cc}-V_s}{2} x \frac{I_{aç.}}{2}=\frac{50-2,1}{2} x \frac{1,91}{2}=22,9$ Watt

c) Enerjinin korunumu kullanılır. $P_{d.a.}-P_{kay.}=P_{R_L}$ veya

$P_{d.a.}=V_{cc} x I_{çort.}$ fakat $I_{çort.}=\frac{i_c \text{eğrisinin altındaki alan}}{\text{Periyod}}$

$I_{çort.}=\frac{1,91x1,2+2x\frac{1}{2}\ 0,1x1,91}{2,6}$

$P_{d.a.}=50\ (\frac{2,292+0,191}{2,6})=47,75$



Bunlardan donra,

$P_{R_L}=47,75-3,18\cong 44,6$ Watt bulunur.

11-6 Denklem (11-19) biçiminde verilmiş olan akım dalgasının Denk.(11-21) e dönüştürülmesini ayrıntılı bir biçimde gösteriniz.

$i=\frac{E_m}{R}\sin\omega t \quad \phi_1<\omega t<\pi \quad (11\text{-}19)$

$$I_{kok}=\left[\int_o^t \frac{i^2dt}{T}\right]^{1/2}=\left[\int_o^{2\pi}\frac{i^2d(\omega t)}{2\pi}\right]=\left[\int_{\phi_1}^{\pi}\frac{\frac{E_m^2}{R^2}\sin^2\omega t\,d(\omega t)}{2\pi}\right]^{1/2}$$

$$=\left(\begin{matrix}\text{Ara işlem}\\ \text{yapılacak}\end{matrix}\right)=\frac{E_m}{2R}\left[1+\frac{1}{\pi}\left(\frac{\sin^2\phi_1}{2}-\phi_1\right)\right]^{1/2}\quad\ldots(11\text{-}21)$$

11-7 Denklem (11-19) da verilen akım dalgası için I_{kok}/I_{da} oranın sayısal değerini şu kesilim açıları için ayrı ayrı hesaplayınız. a) $\pi/4$, b) $\pi/2$ ve c) $3\pi/4$.

$\frac{I_{kok}}{I_{da.}}$ değerini a) $\phi_1=\pi/4$, b) $\phi_1=\pi/2$, c) $\phi_1=3\pi/4$ için hesaplayınız.

(11-20) ve (11-21) kullanılarak $\frac{I_{kok}}{I_{d.a.}}=\frac{\pi\left[1+\frac{1}{\pi}\left(\frac{\sin 2\phi_1}{2}-\phi_1\right)\right]^{1/2}}{1+\cos\phi_1}\quad\ldots(1)$

bulunur. Bu (1) denklemi her bir açı için kullanılır.

	(a)	(b)	(c)
$\phi_1=$	$\pi/4$	$\pi/2$	$3\pi/4$
$\frac{I_{kok}}{I_d}=$	1,75	2,22	3,22 sonuçları bulunur.

11-8 Akım oranları aşağıdaki gibi olan bir kontrollu doğrultucuda maksimum tekrarlanan tepe değer=40 A ve maksimum ortalama değer=5 A dir. Bu sistem Şek.11-12a daki devrede kullanılmaktadır. e=300 sinωt ve kesilim açısının devamlı olarak $\pi/2$ ile π aralığında kabul edelim. En düşük emniyetli yük direnci ne kadardır?

I_{Tepe}=40 A mak., I_{ort}=5 A mak. $\pi/2<\phi_1<\pi$ e=300 sinωt. Verilen R direnci için maksimum akım $\phi_1=\pi/2$ dedir. Yöntem $\phi_1=\pi/2$ için I_{Tepe} ve $I_{ort.}$ nedeniyle sınırlanan R'nin sınır değerleri hesaplanır, sonra bunlardan daha yüksek olan belirlenir.

Tepe için: $I_{Tepe}=40=\frac{E_m}{R}=\frac{300}{R}$; $R=\frac{300}{40}=7,5\ \Omega$

Ortalama için: $I_{ort.}=\frac{E_m}{2\pi R}(1+\cos\phi_1)=5=\frac{300}{2\pi R}(1+\cos\frac{\pi}{2})$

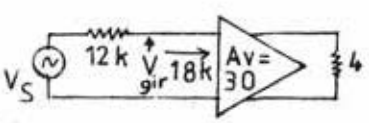
R için çözülürse; R=9,55Ω, bu da daha düşük sınırdır.

11-9 RCA2000 diferansiyel melez güç yükselticisi 25°C kutu sıcaklığında 570 Ω luk geri besleme direncine, a±37,5 V bölünmüş güç beslemesine, 30 voltaj kazancına, 4 Ω luk yük direncine, 18 kΩ luk giriş impedansına ve 43 kHz bandgenişliğine sahiptir. Bu yükseltici kaynak direnci 12 k Ω olan kaynakla beslenmektedir.
a) 4 Ω luk yüke 30 V maksimum ve 400 Hz lik sinüs voltajını sağlayabilmek için kok değeri ne kadar olan bir kaynak voltajı gereklidir? b) (a) kısmındaki koşullar altında yüke giden güç nedir?

RCA2000, 25°C, R_t=570Ω, V_t=37,5, V_-=37,5 V 4Ω'luk yükte A_v=30 dur. $R_{gir.}$=18 kΩ, BG=43 kHz Z_s=12 kΩ

a) 30 V tepe gerilimini 4Ω'luk yükte elde etmek için V_s'yi hesaplayalım.

$V_{gir.} = \frac{18}{12+18} V_s = \frac{18}{30} V_s$



$V_L = A_v V_{gir}$ ve böylece

$30 = 30 \times \frac{18}{30} V_s$ (Tepe voltajda)

$V_s = \frac{30}{18} = 1,67\ V_{Tepe}$

b) $P_{R_L} = \frac{V_{kok}^2}{R_L} = (\frac{30}{\sqrt{2}})^2 \times \frac{1}{4} = 112,5$ Watt.

Not: Yükselteç aşırı yüklenir.

BÖLÜM-12

DOĞRULTUCU DEVRELERİ, SÜZGEÇLER VE D.A. GÜÇ KAYNAKLARI

12-1 Yarıiletken divod 60 frekanslı 120 V etkin değerli bir güçle beslenen yarım-dalga doğrultucu devresinde kullanılmaktadır. Yük direnci 5000 Ω ve kaynak direnci ihmal edilmektedir. a) Ortalama akımı, b) Akımın tepe değerini ve c) Ters yön voltajının tepe değerini bulmak için diyod üzerinde neler gereklidir? d) Yüke gönderilen gücün değeri nedir?

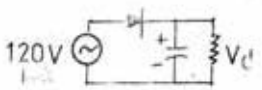
a) $I_{ort.} = \frac{1}{\pi}\frac{E_m}{R} = \frac{\sqrt{2}\ 120}{\pi\ 5000} = 0{,}0108$ A

b) $I_{Tepe} = \frac{E_m}{R} = \frac{\sqrt{2}\ 120}{5000} = 0{,}034$ A

c) TYV=$E_m=\sqrt{2}$ 120=170 V. TYV=Ters yön voltajı

d) $P=\frac{1}{2}\left(\frac{I_{tepe}}{\sqrt{2}}\right)^2 \times \frac{1}{R} = 1{,}44$ W.

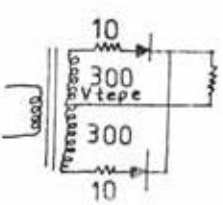
12-2 Alıştırma 12-1 de verilen değerlerle beslenen yarım dalga doğrultucu mevcuttur. Yük direnci büyük bir sığaç ile şöntlenmiş olduğundan dalgalanma voltajı ihmal edilebilir. Diyoddaki ters voltajın tepe değeri ne kadardır?



$V_m=\sqrt{2}\ 120$

TYV=$\sqrt{2}$ 120 = 339 V

12-3 Şekil 12-2 deki tam-dalga doğrultucusu devresinde orta noktanın her iki yarısında ikincil voltajın tepe değeri 300 V ve R_s=10 Ω dur. a) Eğer divodun maksimum ortalama akımı 200 mA olarak yazılı ise en düşük R_L nin emniyetli değeri nedir? b) Her bir diyodda ne kadarlık ters tepe voltajı tutulur?



a) $I_{ort.}$=200 mA her diyod için

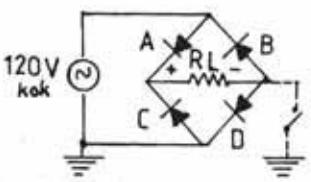
$I_{Tepe} = \pi I_{ort.} = 200\pi$ mA

$I_{Tepe} = \frac{V_{tepe}}{R_s+R_L}$ ve, $0{,}2000\pi = \frac{300}{10+R_L}$

R_L için çözülürse; R_L=467 Ω bulunur.

b) TYV=600 V, I_L=0 iken

12-4 Şekil 12-3 deki devrenin güç kaynağı 120 V etkin değerli 60 tit/sn frekanslı a.a. dır ve bir ucundan topraklanmıştır. a) Eğer R_L=1000 Ω ise vükteki doğru akım ne kadardır? b) Eğer R_L nin negatif tarafı yanlışlıkla topraklanmışsa sonuç ne olur?



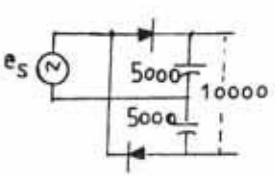
a) R_L=1000 Ω

$$I_d=\frac{2}{\pi}I_{Tepe}=\frac{2}{\pi}\frac{\sqrt{2}\ 120}{1000}=0,108\ A.$$

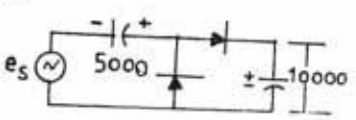
b) Diyod B 120 V'luk kaynağa karşı yerleştirilmiş olur ve yanar.

12-5 Şekil 12-12 deki iki devrede e_L=10000 V olduğunu kabul edelim. a) Şekil 12-12a daki e_s nin tepe değeri ve 1 divodu ile 2 divodu arasındaki ters tepe voltajları ne kadardır? b) Sekil 12-12b için aynı problemi tekrar ediniz.

a)



b)



e_S=5000 V_{Tepe}

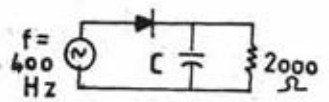
TYV=10.000 Volt.

TYV=5000+5000=10.000 V

12-6 Şekil 12-4 deki 1 diyodu ve 2 divodundaki akımların dalga biçimlerini: a) ani duruma göre, b) hafif gecikmiş transformatör indüktansından ötürü biraz gecikmiş olmaları durumuna göre çiziniz.

12-7 Şekil 12-7 deki divod akımlarını i_1,i_2... gibi işaretleyerek divod akımı dalgabiçimlerinin hepsini aynı zaman cetvelinde göstererek diyagram hazırlayınız.

12-8 Bir yarım dalga doğrultucu devresinde yük direnci sığaçla şöntlenmiştir. E_m=60 V, R_L=2000 Ω ve f=400 Hz olduğunu kabul edelim. Tepeden-tepeye dalgalı voltajın 1,0 V dan az olması için gerekli sığacın değeri nedir?



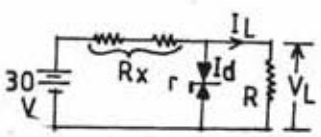
E_m=60 V, Dalgalanma=1 V

Denk.(12-4) kullanılırsa;

$\Delta E = \frac{E_m}{RC2f}$ veya

$$C = \frac{E_m}{(\Delta E)R2f} = \frac{60}{1x2000x800} = 37,5x10^{-6} \text{ F.}$$

12-9 Şekil 12-16 daki şönt düzeltici devresinde kırılma diyodu kullanılmaktadır, diyodda V_Z=18 V, r_D=20 Ω i_N=2 mA ve P_{kay}=1,0 W dır. Yük direnci 400 Ω dan 4000 Ω kadar değiştiğinde d.a. güç kaynağının sabit ve 30 V olduğunu kabul edelim. a) Bu devre için uygun R_x değerini bulunuz. b) Bu devre için 0,5 W diyod yeterli midir? c) Verilen yük direnci değişme bölgesi için yaklaşık yük voltaj değişme miktarı ne kadardır?



$400 < R_L < 4000$

V_Z=18 V, r_D=20 Ω, i_N=0,002

$i_{L_{mak}} \cong \frac{V_Z}{400} = \frac{18}{400} = 0,045$ A

Denk.(12-17) kullanılarak;

a) $R_x = \frac{V_s - V_z - r_D i_N}{i_N + i_{L_{mak}}} = \frac{30-18-20x0,002}{0,002+0,045} = 254$ Ω

R_L= 4000 Ω iken $i_{L_{min}} \cong \frac{18}{4000} = 0,0045$ A.

ve $I_d = i_S - i_{L_{min}} = 0,047-0,0045 = 0,0425$ A, $(P_d)_{mak.}$ hesaplanır.

$P_d \cong (V_z + I_D r_D) I_D = (18+20x0,0425)\ 0,0425 = 0,80$ W.

b) 0,5 W çok düşük, P_d'nin yukarıdaki değerine bakınız.

c) Maksimum i_L de, $V_L = V_z + r_D i_N = 18+20x0,002 = 18,04$ W.
Minimum i_L'de Denk.(12-19) kullanılır.

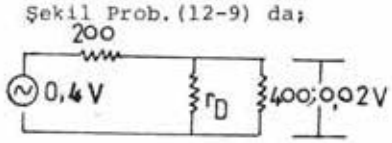
$$V'_L = \frac{V_s r_D + V_z R_x - R_x r_D i_{L_{min}}}{R_x + r_D} = \frac{30x20+18x254-254x20x0,0045}{254+20}$$

V'_L=18,79 V buradan; $\Delta V = V'_L - V_L = 18,79-18,04 = 0,75$ V olur.

12-10 Şekil 12-16 daki gibi şöntlü düzenleyici divod devresi dalgalı voltajı 0,4 V olan kaynağa sahiptir. R_x=200 Ω ve R_L=400 Ω ol-

sun. Yükün uçlarında voltaj dalgalanmasının 0,020 voltu aşmaması için, diyodun gerekli olan dinamik direncini bulunuz.

Şekil Prob.(12-9) da;



R_x=200 Ω, R_L=400 Ω

Voltaj bölüşümü kullanılarak:

$$0,02=\frac{r_D \| 400}{200+r_D \| 400} \times 0,4$$

Buradan r_D=10,8 Ω bulunur.

Yalnızca dalgalanma voltajı gözönüne alındı.

12-11 Şekil 12-21 deki devrenin düzenleyici etkisini genel olarak açıklayınız. Bunun için yük akımı arttıkça V_u kaynak voltajının belli bir miktar düştüğünü kabul ediniz ve yük direncinin azalmasının sonucunu araştırınız.

12-12 Voltaj düzeltme terimi $(V_{LO}-V_{LF})/V_{LF}$ olarak tanımlanır. Burada V_{LF} belirtilen akım için yük voltajını ve V_{LO} yük akımının sıfır olması durumunda yük voltajını temsil etmektedir. Bir seri düzelticinin girişinde 50 V ve yükünde 30 V nominal voltaj değerleri vardır. 200 mA yük akımına kadar düzeltme ve çıkış direnci değerleri karşılıklı olarak 0,002 ve 1,5 Ω dır. a) Eğer giriş voltajı yüzde 3 lük dalgalanmaya sahipse 50 mA yük akımında yük voltajının dalgalanması mili volt olarak ne kadardır? b) Eğer kaynak voltajı sabit tutulur ve yük akımını 40 mA den 80 mA artırırsak mili volt olarak yük voltajındaki değişme ne kadardır?

a) Giriş voltajındaki değişmelere karşılık voltaj düzeltmesinin 0,002 olduğunu kabul edelim. Sonra çıkış dalgalanması=1,5x 0,002=0,003 veya 3 mV ve yaklaşık olarak, yük akımından bağımsızdır.

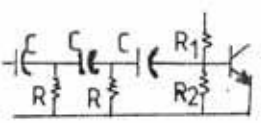
b) $\Delta V = -R_o \Delta I_L = -1,5x\ (0,08-0,04) = -0,060$ V

BÖLÜM-13

TİTREŞKEN VE TERS ÇEVİRİCİ DEVRELER

13-1 Şekil 13-4a daki devreyi yeniden çiziniz, fakat bir tek güç kaynağı ve uygun önbesleme devresi kullanınız. Önbesleme elde etmede bir yöntem sığaçla şöntlenmiş direncin yayıcıya eklenmesidir.

13-2 Şekil 13-4d deki RC faz kaymalı titreşken devresinde transistör taban giriş direnci 1800 Ω, R_1=40 kΩ R_2=10 kΩ ve C=0,005 μF tır. a) Sondaki sığaç ile toprak arasındaki eşdeğer a.a. direnci nedir? b) Öteki iki faz kaydırma devresindeki R dirençlerinin a) şıkkında hesaplananın aynı olduğunu varsayanız ve titreşimin frekansını hesaplayınız.



Transistörün eklem tipi olduğunu kabul edelim.

$R_{gir.}$=1800 Ω R_1=40k , R_2=10kΩ, C=0,005 μF

$R_1 \| R_2 = \frac{40x10}{50} = 8$ kΩ

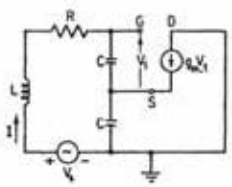
a) $R_1 \| R_2 \| R_{gir.} = \frac{8x1,8}{9,8} = 1,47$ k Ω

b) $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{6}\,RC} = \frac{1}{2\pi\sqrt{6}x1470x5x10^{-9}} = 8830$ Hz olur.

13-3 Şekil 14-16, Şek.13-4c deki Colpitts titreşkeninin vaklaşık çözümlenmesi için bir model göstermektedir. Burada MOYİ transistörünün akıtıcı iletkenliği ihmal edilmiştir. İki sığacın eşit olduğu varsayılmış, devre kayıpları ve çıkış gücünü karşılamak için R direnci ilave edilmiştir. Düşünsel bir V_s voltaj kaynağı da konmuştur. Titreşim için kriter elde etme yöntemi V_s/I oranını hesaplayıp sıfıra eşitlemekten ibarettir. Teorik olarak V_s sıfıra gitse bile yine akım mevcuttur. V_s/I oranının reel kısmından g_m in kritik değerini ve j li kısmından titreşimin frekansını bulabiliriz. Bu yolu izleverek bu iki koşulun

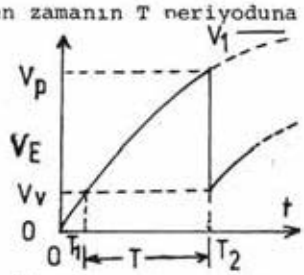
$$g_m = R\omega^2C^2 \quad \text{ve} \quad \omega = \sqrt{\frac{2}{LC}}$$

olduğunu gösteriniz.



Şekil 13-16 Colpitts titreşkeninin modeli.

13-4 Denklem (13-18) i türetiniz. Yol gösterme: Şekil 13.12 de ilk yükselmede sığacın voltajı υ nin V_v den V_p ye yükselmesi için geçen zamanın T periyoduna eşit olduğuna dikkat ediniz.



Grafiğe bakılarak;

$T=T_2-T_1$ ve $f=\frac{1}{T}$ hesaplanır.

$V_E=V_1-V_1\ e^{-t/RC}$ (Denk.2-23)

$t=T_2$'de $V_E=V_p$ ve

$V_p=V_1-V_1 e^{-T_2/RC}$ (1) olur.

$t=T_1$ de $V_E=V_v$ veya $V_v=V_1-V_1\ e^{-T_1/RC}$ (2) olur.

T_1 ve T_2 için (1) ve (2) çözülür.

$T_1=-RC\ \ln\frac{V_1-V_v}{V_1}$ (3); $T_2=-RC\ \ln\frac{V_1-V_p}{V_1}$ (4)

(3) ve (4) kullanılarak; $T=T_2-T_1=-RC\ \ln\frac{V_1-V_p}{V_1}+RC\ \ln\frac{V_1-V_v}{V_1}$

$T=RC\ \ln\left(\frac{V_1-V_v}{V_1}\times\frac{V_1}{V_1-V_p}\right)$

$f=\frac{1}{T}=\frac{1}{RC\ \ln\left(\frac{V_1-V_v}{V_1-V_p}\right)}$ (13-18) bulunur.

BÖLÜM-14

MODÜLASYON, MODÜLASYON ÇÖZÜMÜ ve İLGİLİ KONULAR

14-1 Direnç zor-ölçer köprü devresi 5 -kHz taşıyıcı voltajla uyarılmaktadır. Köprü çıkışında modüle edilmemiş taşıyıcı voltajın tepe değeri 400 mV dur. Belli bir 200 Hz lik titreşim zor-ölçer yapısına uygulandığında modülasyon faktörü 0,6 olan GM çıkış voltajı oluşturduğunu varsayalım. a) Modüle edilmiş dalganın bileşenlerinin genlikleri ve frekansları nedir? b) Modüle edilmiş dalganın ani maksimum ve minimum değerleri nedir?

f_c=5 kHz, f_s=200 Hz, E_c=400 mV tepe, m=0,6

a) $e=E_c \underset{\downarrow}{\cos}\ \omega_c t + \frac{m}{2} E_c \underset{\downarrow}{\cos}(\omega_c+\omega_s)t + \frac{m}{2} E_c \underset{\downarrow}{\cos}\ (\omega_c-\omega_s)t$

Genlik	400mV	120mV	120mV
Frekans	5000Hz	5200Hz	4800Hz

b) Maksimum=400+120+120=640 mV
Minimum =400-120-120=160 mV olur.

14-2 Bir frekans düşürücü alıcısının taşıyıcı frekansı 1,1 MHz ve ses frekans bandı 200-2000 Hz olan GM dalgasını almakta olduğunu varsayınız. Yerel titreşkenin frekansı 1,555 mHz olsun. Mevcut olan bileşenlerin, a) antenin girişinde b) OF yükselticisinin çıkışında, c) ses yükselticisinin çıkışında frekansları nedir?

f_c=1,1 MHz, $f_{osilatör}$=1,555 MHz, $200<f_s<2000$

a) Antende: $f_c \pm f_s$: 1,100200 den 1,102000 Hz'ye
ve
1,099800 den 1,098,000Hz'ye

b) OF yükselticisinin çıkışında ve $f_{osilat.}-f_c \pm f_s$: $f_{osilat.}-f_c$=1,555-1,100=0,455 MHz.
0,453 MHz den 0,4548 MHz ve
0,4552 MHz den 0,457 MHz'e kadar.

c) 200 Hz'den 2000 Hz'e kadar.

14-3 Bir voltaj dalgası

$$e=20 \sin 314{,}000t+2 \cos 308.350t-2 \cos 319.650t$$

bağıntısı ile ifade edilmektedir. Bu voltaj bir algılayıcıya uygulanmaktadır. Eğer dalga zarfının kayıpsız olarak alındığı kabul edilirse algılayıcının çıkış voltajının a.a. bileşeninin frekansı ve büyüklüğü nedir?

$e=20 \sin 314.000t+2 \cos 308.350t-2 \cos 319.650t$

$e=E \sin \omega_c t+\frac{m}{2} E \cos (\omega_c-\omega_s)t-\frac{m}{2} E \cos (\omega_c+\omega_s)t$

$\omega_s=314000-308350=5650$; $E=20$, $\frac{m}{2}E=2$

$\frac{m}{2}20=2$ ve $m=0,2$, $E_s=mE=0,2x20=40$ V

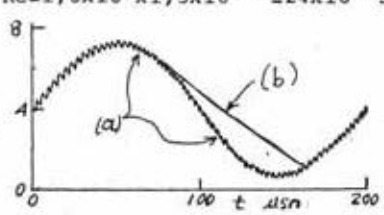
$f_s=\frac{\omega_s}{2\pi}=\frac{5650}{6,28}=900$ Hz olur.

14-4 Bir GM voltaj dalgasının modüle edilmemiş taşıyıcı genliği 4V ve modülasyon derecesi 0,8 dir. Taşıyıcı frekansı 10^6 Hz ve sinyal frekansı 5000 Hz dir. Bu dalga doğrusal bir diyod algılayıcıya uygulanmaktadır ve algılayıcıda C=150 pF ve R=160.000 Ω olan süçgeç devresi kullanılmaktadır. a) Çıkış voltaj dalgasının zarfını çiziniz. b) C nin 500 pF çıkarıldığını düşünerek a) şıkkını tekrarlayınız.

$E=4$ V, $m=0,8$, $f_c=10^6$Hz, $f_s=5000$ Hz.

$T_c=10^{-6}$ sn, $T_s=\frac{1}{5000}=200x10^{-6}$ sn, R=160 kΩ, C=150 pF

$RC=1,6x10^5x1,5x10^{-10}=24x10^{-6}$sn $E_{mak.}=E+mE=4+3,2=7,2$ V



$E_{min.}=E-mE=4-3,2=0,8$ V

b) $RC=160.000x5x10^{-10}$
$=80x10^{-6}$sn=80µsn

şekilden de görüleceği gibi dalga kırpılması olur.

14-5 Bir titreşkenin frekansı aşağıdaki yöntemle ölçülmektedir. Kaynaktan gelen 5,0 MHz lik standart frekanslı sinyal ve bu titreşken frekans düşürmede kullanılmıştır. Orta frekans, katod-ışınları osiloskobu ile karşılaştırılıp 30.500 Hz olarak bulunmaktadır. Başka ek testler, gözönüne alınan titreşkenin frekansının

standart sinyalin frekansından düşük olduğunu göstermektedir. Araştırılan titreşkenin frekansı nedir? Eğer laboratuvar titreşkeninin kalibrasyonu yüzde iki doğrulukta ise hesaplanan doğruluğun yüzdesi kaçtır? Standart frekansın doğruluğu 1/50 milyondur.



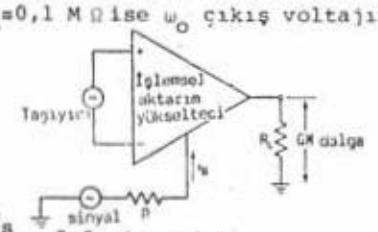
$f_s=5MHz=5x10^6$ Hz

$f_x=f_s-30.500=4969500$ Hz

$f_s=5,000,000\pm1$ olduğunu biliyoruz.

$f_s-f_x=30,500\pm610$ Hz. Duyarlılık=610,1 Hz veya =0,0123 % olur.

14-6 Şekil 14-5 deki işlemsel iletkenlik aktarım yükselticisi i_B ye $g_m=18\ i_B$ bağıntısı ile bağlıdır. Burada g_m µmho ve i_B µA birimlerine sahiptir. ω_c taşıyıcı voltajın $2,0 \sin\omega_c t$ volt ve ω_s sinyal voltajın $5+5 \sin \omega t$ volt olduğunu kabul ediniz. R=1,0 M Ω ve R_L=0,1 M Ω ise ω_o çıkış voltajının ifadesini bulunuz.



$g_m=18\ i_B$ µmho, i_B µA

$\upsilon_c=2 \sin\omega_c t$ Volt

$\upsilon_s=5+5 \sin \omega t$ Volt

R=1 MΩ, R_L=0,1 MΩ

$i_B=\frac{\upsilon_s}{R}=5+5 \sin \omega t(\mu A)$

$g_m=18\ i_B=90+90 \sin \omega t$ (µmho), $\upsilon_{çıkış}=g_m R_L \upsilon_c$

$\upsilon_{çıkış}=(90+90 \sin \omega t)(0,1)\cdot 2 \sin\omega_c t=18 \sin\omega_c t+18 \sin\omega t \sin\omega_c t$

Not: Çıkış voltajı RCA CA3060 İŞLEMSEL YÜKSELTEÇ için çok yüksektir.

14-7 Radyo vericinin merkez frekansı 10 MHz ve Δf_c=20 kHz olan FM telemetri sistemi kullanıldığını kabul edelim. Eğer sinyal frekansı 5000 Hz ise a) modüle edilmiş dalganın önemli bileşenlerinin frekansları nelerdir? b) Modüle edilmemiş taşıyıcıya kıyasla bu bileşenlerin genlikleri nelerdir?

Denklem (14-20)'den, Δf_c=20 kHz, f_c=10 MHz

f_s=5 kHz = 0,005 MHz., $\frac{\Delta\omega_c}{\omega_s} = \frac{\Delta f_c}{f_s} = \frac{20}{5} = 4$

m=0,1,2,... ve $\frac{\Delta\omega_c}{\omega_s}$ = 4 için Bessel Fonksiyonu değerleri gereklidir.

m	f(MHz)	Bessel Fonksiyonu	Bağıl Değer
0	10	-0,397	1,00
1	10±0,005	-0,066	0,166
2	10±0,010	+0,364	0,917
3	10±0,015	+0,430	1,083
4	10±0,020	0,281	0,708
5	10±0,025	0,132	0,332
6	10±0,030	0,0491	0,124
7	10±0,350	0,0152	0,038

14-8 FM telemetri sisteminin yayın hattı, taşıyıcı frekansı 224 MHz ve maksimum sapması 0,1 olan sinyal kullanmaktadır. FM alıcı sinüs dalga sinyalinin bandgenişliğini a) f_s=3 kHz ve b) f_s=30 kHz için bulunuz.

f_c=224 MHz, Δf_c=0,1 MHz = 100 kHz

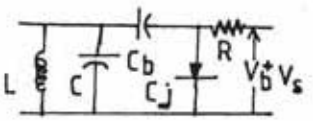
a) f_s=3 kHz için; $\frac{\Delta f_c}{f_s} = \frac{100}{3}$=3,33, Şek.14-11 den

$\frac{f_B}{2\Delta f_c}$ = 1,23 ve f_B=1,23x0,2 = 0,246 MHz=246 kHz.

b) f_s=30 kHz için; $\frac{\Delta f_c}{f_s}$ =3,33 Denk.(14-11) kullanılarak

$\frac{\Delta f_B}{2\Delta f_c}$ =1,95 ve f_B=390 kHz bulunur.

14-9 Şekil 14-8 de varaktör frekans modülatör devresindeki C_b sığacının a.a. karşı kısa devre gibi davrandığını, R direncinin yeterince büyük olduğunu ve etkisinin ihmal edilebildiğini kabul ediniz. V_B=5 V, υ_s=3,0 sinωt V, L=2μH, C=80 pF ve $C_j = 35/V_R^{0,4}$ pF olsun. Burada V_R, diyod üzerindeki ters voltajdır. a) Frekansın minimum-maksimum değişim bölgesini bulunuz. b) C nin uçlarındaki voltajın ani frekansı, υ_s sinyal voltajı ile doğrudan değişir mi? Açıklayınız.



C_h=kısa devre; R'nin etkisini ihmal ediyoruz.

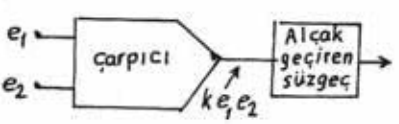
V_B=5 V, L=2μH, C=80 pF,

υ_s=3,0 sinωt, $C_j = \frac{35}{V_R \times 0,4}$ pF

a) $V_B+\upsilon_s$= -5+3 sinωt; $V_B+\upsilon_s$'nin aralığı -2 V dan -8 V'a kadar. Bu değerler için C_j'yi hesaplayalım. C_j=26,5 pF ve C_j=15,22 pF C+C_j' nin aralığı 106,5 pF'den 95,22 pF'ye kadardır. $f=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC_t}}$ kullanılarak Rezonans frekansı hesaplanır, $f_{min.}$=10,91 MHz ve $f_{mak.}$=11,53 MHz bulunur.

b) C_j, υ_s'nin lineer olmayan fonksiyonu olduğundan, hayır.

14-10 a) Şekil 14-19 daki faz-duyarlı algılayıcıyı gözönüne alınız. Burada $\omega_1=\omega_2=\omega$dir. Fakat sinyal dalgasına faz eklenmiştir, yani $e_1=E_r \cos \omega t$ ve $e_2=E_s\cos(\omega t+\phi)$ düşük frekans geçiren süzgecin çıkışı nedir? Çoğaltıcının çıkışının ke_1e_2 olduğunu kabul ediniz.
b) Bu algılayıcı sistemin gürültüyü yok etme yeteneğini açıklayınız.



$\omega_1=\omega_2=\omega$
$e_1=E_r \cos\omega t$
$e_2=E_s \cos(\omega t+\phi)$

a) $ke_1e_2=k\,E_sE_r \cos\omega t \cos(\omega t+\phi)$

$\cos A \cos B=\frac{1}{2}[\cos(A+B)+\cos(A-B)]$ özdeşliği kullanılır.

$ke_1e_2=\frac{kE_sE_r}{2}[\cos(2\omega t+\phi)+\cos(-\phi)]$ bulunur.

Alçak-frekans geçiren süzgeç $\cos(2\omega t+\phi)$ terimini ayırır. (Kayıp olmadığını kabul ederek):

Çıkış= $\frac{k}{2}E_rE_s\cos(-\phi)=\frac{k}{2}E_rE_s\cos\phi$ bulunur.

b) Gürültü bileşeni, $\frac{k}{2}E_m[\cos(\omega_n+\omega_r)t+\cos(\omega_n-\omega_r)t]$ biçiminde çıkış terimi oluşturur. Darband düşük-frekans süzgeci durumunda, çıkışta yalnızca sıfır frekans yakınında fark-frekans terimi görülür. Gerçekte, gürültü bandgenişliği, süzgecin bandgenişliğini düşürür ve işaret (sinyal)-gürültü oranı düzeltilir. Diğer taraftan sinyal frekansı da geçiş bandı aralığında olacak şekilde yeterince düşük olmalıdır.

14-11 Sinyal voltajı $e_s=E_{sm}\sin(\omega_s t+\phi)$ $E_{2m}\sin(2\omega_s t+\alpha)$ olarak verilmiş anahtar tipli faz-duyarlı algılayıcı gözönüne alınız a) Çıkış voltajının ortalama değeri nedir? b) Eğer sinyal voltajının ikinci teriminin frekansı temel frekansın diğer harmonikleri ile değişirse (a) daki cevap farklı olur mu? c) Faz algılayıcı devresinin sinyale gelen gürültü voltajlarına karşı ayırıcı olup olmayacağını tartışınız.

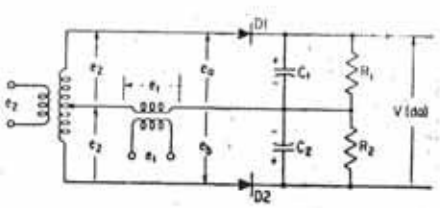
$e_s=E_{sm}\sin(\omega_s t+\phi)+E_{2m}(2\omega_s t+\alpha)$

a) $2\omega_s t$ teriminden katkı gelmez, Denk.(14-28) kullanılır ve $E_{ort}=\frac{2}{\pi}E_{sm}\cos\phi$ bulunur.

b) Çift harmoniklerin katkısı olmadığı halde, tek harmonikler faz değerine bağlı olarak katkıda bulunurlar.

c) Gelişigüzel gürültünün çıkıştaki geniş ortalaması sıfırdır.

14-12 Şekil 14-23 deki faz ayırdedici devresi $e_1=20\sin(2\pi 400t+\phi)$ ve $e_2=20\sin 2\pi 400t$ ile kullanılmaktadır. a) $\phi=0^o$, 60^o ve 90^o için V değerlerini hesaplayınız. V nin ϕ ye göre nasıl bir doğrusal bağlılığı vardır? b) Bu uygulama için uygun süzgeç sığaçları ve dirençleri bulunuz.



$e_1=20\sin(2\pi 400t+\phi)$, $e_2=20\sin(2\pi 400t)$

Denk.(14-35) kullanılır ve $E_{1m}=E_{2m}$ olduğuna dikkat edilirse;

$V=2\sqrt{2}\,E_m(\cos\frac{\phi}{2}-\sin\frac{\phi}{2})=56{,}5(\cos\frac{\phi}{2}-\sin\frac{\phi}{2})$ bulunur.

Sonuçlar;	ϕ	0^o	30^o	60^o	90^o	
a)	V	56,5	40	20,6	0	Volt

V'nin ϕ'ye göre grafiği yaklaşık olarak doğrusaldır.

b) f=400, $T=\frac{1}{f}$ = 0,0025 sn. τ = RC=10.T=0,025 sn kabul edelim.

R=50.000 Ω seçelim buna göre;

$$C=\frac{\tau}{R}=\frac{0,025sn}{5x10^{4}\Omega}=0,5x10^{-6}=0,5\ \mu F$$

C_1 ve C_2, 0,5 μF ve $R_1=R_2$=50.000 Ω olur. (Başka değerler de mümkün)

BÖLÜM-15

GÜDÜMLÜ SİSTEMLER

15-1 Denklem (15-9) la ifade edilen Şek.15-5 deki güdümlü sistem M=0,2 kg ve K_m=45 N/m sabitlerine sahiptir. a) Eğer B=3,6 N.s/m ise 0,05 m basamak girişe cevabı nedir? Eğer uygulanabilirse Şek. 15-7 yi kullanarak cevap eğrisini çiziniz. b) Bir birim sönüm oranı veren B değeri nedir? c) Eğer sönüm oranı 0,6 verecek biçimde ayarlanabiliyor ve basamak voltaj girişi uygulanıyorsa üst taşma yüzdesi kaçtır ve bu ne zaman oluşur?

Şek.(15-5), Denk.(15-9), M=0,2 kg, K_m=45 N/m B=3,6 N.s/m

a) Denk.(15-14) $\xi = \dfrac{B}{\sqrt{4MK_m}} = \dfrac{3,6}{\sqrt{4x0,2x45}} = 0,6$

$\omega_n = \sqrt{K_m/M} = \sqrt{45/0,2} = 15$ rad/sn.; $\omega_d = \omega_n\sqrt{1-\xi^2} = 15\sqrt{1-0,6^2} = 12$rad/sn.

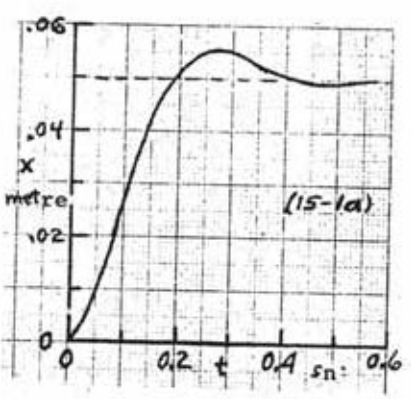
Denk.(15-18)'den

$$X = X_i\left[1 - \frac{\exp(-\xi\omega_n t)}{\sqrt{1-\xi^2}}\sin(\omega_d t + \cos^{-1}\xi)\right]$$

$$X = 0,05\left[1 - \frac{\exp(-9t)}{0,8}\sin(12t + 53,1^{o})\right]$$

Şek. 15-7, ζ =0,6 için kullanılırsa (X_i=0,05)

$\omega_n t$	$t_{(sn)}$	x/x_i	x
1	0,0666	0,30	0,015
2	0,133	0,76	0,038
3	0,200	1,03	0,515
4	0,2665	1,10	0,055
5	0,333	1,07	0,535
6	0,400	1,01	0,505
7	0,466	0,99	0,0495



b) ξ=1,0 için B=$\sqrt{4MKm}$ gerekir.
B=$\sqrt{4x0,2x45}$ = 6,0 N.sn/m.

c) (a)dan $x=0,05\left[1-1,25e^{-9t}\sin(12t+53,1^{o})\right]$

Maksimum değeri bulmak için:

$\frac{dx}{dt}=0=0,05\{0-1,25[e^{-9t}12\cos(12t+53,1^{o})+$

$(-9)e^{-9t}\sin(12t+53,1^{o})]\}$ t için çözülür

ve t=0,262 sn. bulunur. t,x formülünde

kullanılır ve $x_{mak.}=0,0547$ veya %9,5

taşma bulunur.

15-2 a) Basamak voltaj girişi kabul ederek Kes.15-3 teki viskoz sönümlü güdümlü sistem için durum hatasını girişe bağlı kılan diferansiyel denklemi türetiniz. b) Aynı soruyu rampa giriş için tekrarlayınız.

Denk.(15-12)'den başlayarak,

$\frac{M}{K_m}p^2x+\frac{M}{K_m}px+x=x_i$ ..(1) Tanımlanan hata=$y=x_i-x$ $x=x_i-y$ ve $px=py$,

$p^2x=p^2y$, (1)'de kullanılır.

$-\frac{M}{K_m}p^2y-\frac{B}{K_m}py+x_i-y=x_i$ ..(2) veya

$\frac{M}{K_m}p^2y+\frac{B}{K_m}py+y=0$ ...(3)

b) Denk.(15-12)'nin sağ tarafı= $v_i t$

Tesbit edilen hata=$y=v_i t-x$ veya $x=v_{it}-y$
(Tanımlanan hata)

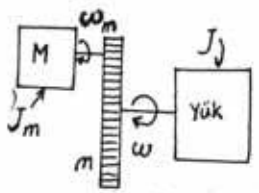
$px=v_i-py$; $p^2x=-p^2y$; x diferansiyel denklemde kullanılırsa:

$-\frac{M}{K_m}p^2y-\frac{B}{K_m}(py-v_i)+v_i t-y = v_i t$ veya

$\frac{M}{K_m}p^2y+\frac{B}{K_m}py+y=\frac{B}{K_m}v_i$ bulunur.

15-3 Azaltma faktörü n olan ve bir frenler dizisi yardımıyla bir yükü hareket ettiren motoru gözönüne alınız. Bunun anlamı, yük üzerindeki dönme momenti motorunkinin n katı veya motorun hızı yükün hızının n katı demektir. Motorun eylemsizliği J_m ve yükün eylemsizliği J olsun. Yük milindeki J_{et} ile gösterilen toplam etkin eylemsizliğin ne olduğunu araştıracağız. a) $J_{et}=J+n^2 J_m$ olduğunu gösteriniz. b) Maksimum rotor dönme momentinin T_m olduğunu varsayalım. Maksimum yük ivmelenmesi için en uygun n değe-

rinin $\sqrt{J/J_m}$ olduğunu gösteriniz.



J den dolayı moment$=J\frac{d^2\omega}{dt^2}$...(1)

(Motor milinde M'den dolayı moment)$=nJ_m\frac{r^2\omega_m}{dt^2}$..(2)

(Yük milinde Motor momenti)$=nJ_m\frac{d^2\omega_m}{dt^2}$...(3)

$\omega_m = n\omega$ olduğundan $\frac{d^2\omega_m}{dt^2} = n\frac{d^2\omega}{dt^2}$...(4). (4) ve (3) kullanılarak:

Motor etkisi$=nJ_m\ n\frac{d^2\omega}{dt^2}$...(5). Toplam moment$=(1)+(5)=J\frac{d^2\omega}{dt^2}+n^2J_m\frac{d^2\omega}{dt^2} =$

$=(J+n^2J_m)\frac{d^2\omega}{dt^2}$ Buradan

a) $J_{etkin} = J+n^2J_m$ bulunur.

b) Yük milinde Maksimum moment$=nTm=(J+n^2J_m)\frac{d^2\omega}{dt^2}$

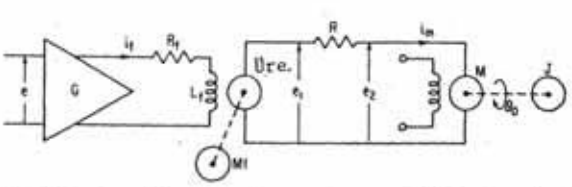
İvme$=\alpha=\frac{d^2\omega}{dt^2} = T_m n(J+n^2J_m)^{-1}$

n'nin maksimum değerini bulmak için:

$\frac{d\alpha}{dn} = 0 = T_m n(-1)(J+n^2J_m)^{-2}\ 2nJ_m+T_m(J+n^2J_m)^{-1}$

n'için çözülür ve $n = \sqrt{J/J_m}$ bulunur.

15-4 Wart-Leonard kontrol sistemini kullanan güdümlünün bir kısmı Şek.15-15 de gösterilmiştir. G yükselticisi yoluyla üretecin alan akımını kontrol eden hata voltajı e olsun. Yardımcı motor Ml Gen üretecini, dolayısıyla sabit alan akımına sahip M motorunu sürer.



Şekil 15-15 Motor-üreteç (Wart-Leonard) kontrol sistemi.

J toplam yük ve motorun eylemsizlik momentini ve R de jeneratör-motor sargı çevriminin toplam direncini temsil etmektedir. Armatör indüktanslarının ihmal edilebilir olduğu kabul edilmektedir. e_1, Gen ve e_2 de M içinde üretilen voltajlardır. Bu varsayımlarla ve sistemin doğrusal olduğunu giriş ve çıkış arasındaki işlemsel aktarım fonksiyonunun:

$$\frac{\theta_o(t)}{e(t)} = \frac{\frac{R_f K_q G}{K_m}}{p(T_f p+1)(T_m p+1)}$$

biçiminde verildiğini gösteriniz. Burada $T_f=L_f/R_f$, $T_m=JK/K_t K_m$ dir. K_t armatör akımı başına düşen motor dönme momenti, K_m, $p\theta_o(t)$ birim değeri başına motorun zıt emk ve K_q birim jeneratör alan akımı için Gen de üretilen voltajdır.

15-5 İkinci mertebe güdümlü sistemin büyüklüğü X_i olan basamak girişine karşı titreşimli cevabını gözönüne alınız. Cevabın ilk tepesi $\omega_d t_m=\pi$ eşitliğini sağlayan t_m zamanında olur. a) Bu durum için birim taşmanın

$$\frac{x-X_i}{X_i} = \frac{-\exp(-\xi\omega_n t_m)}{(1-\xi^2)^{1/2}} \sin(\omega_d t_m+\cos^{-1}\xi)$$

biçiminde verildiğini gösteriniz. b) Eğer $\omega_n=10$ rad/sn ve sönüm oranı 0,6 ise birim üst taşmayı hesaplayınız ve üst taşmanın oluştuğu zamanı bulunuz.

$x-X_i$ üst taşmasını hesaplamak için Denk.(15-18) yeniden düzenlenir.

a) $x-X_i=X_i \frac{\exp(-\xi\omega_n t)}{\sqrt{1-\xi^2}} \sin(\omega_d t+\cos^{-1}\xi)$ (15-18) tepe nokta için,

$\omega_d t=\pi$ ve $t=\pi/\omega_d$ değerini kullanıp eşitliği X_i'ye bölersek;

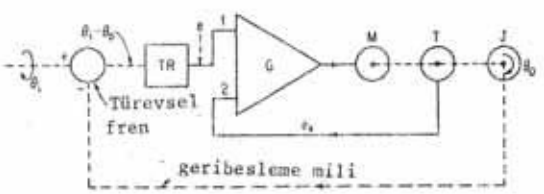
$$\frac{x-X_i}{X_i} = \frac{-\exp(-\xi\omega_n \pi/\omega_d)}{\sqrt{1-\xi^2}} \sin(\pi+\cos^{-1}\xi) \ldots (1)$$

b) $\omega_n=10$ ve $\xi=0,6$ kabul edersek, $\omega_d=\omega_n\sqrt{1-\xi^2}=0,8\ \omega_n = 8$ olur.

Bu değerleri Denk.(1) de kullanırsak.

$\frac{x-X_i}{X_i} = +0,094$ veya % 9,4 ve $t=\frac{\pi}{\omega_d} = 0,393$ sn bulunur.

15-6 Hız geribeslemeli sistem adı verilen Sek.15-16, güdümlü sistemde sönüm, çıkış değişkeninin değişme hızı ile orantılı ek bir geribesleme ile elde edilir. Şekil 15-16 da çıkış θ_o açısal yerdeğiştirmedir ve T de geribesleme voltajı üreten küçük tachometre üreteçtir. Böylece $e_U = K_T p\theta_o$ dır. Burada K_T bir sabit, θ_o açısal yerdeğiştirme ve p de türev operatörüdür. Geribesleme mili, diferansiyel fren sisteminin bir mili üzerine etki eder. Dişli sistemin çıkış hatası $\theta_i - \theta_o$ dır. Burada θ_i giriş emir açısıdır. $e = (\theta_i - \theta_o)$ olacak biçimde TR dönüştürücüsü hata açısını e voltajına dönüştürür. e ve e_U voltajları fark yükselticisine gider. Bunun çıkışı $e - e_U$ ile orantılıdır. J nin, bütün hareket eden parçaların eylemsizlik momenti olduğunu varsayınız. Motor indüktansı, zıt emk, sürtünme kuvvetini ve diferansiyel frenlerdeki gerive itme gibi



Sekil 15-16 Hız geribeslemeli ikinci mertebe güdümlü sistemi.

bütün doğrusalsızlıkları ihmal ediniz. Böylece

$$\text{motor dönme momenti} = K_m(e - e_U)$$

biçiminde yazılabilir. a) Sistemin diferansiyel denkleminin

$$Jp^2\theta_o + K_m K_T p\theta_o + K_m K\theta_o = K_m K\theta_i$$

olduğunu gösteriniz. b) Sistemin davranışını Kes.15-3 te açıklanan ikinci mertebe güdümlü sistemle karşılaştırınız. Sönümsüz radyan frekansı ve sönüm oranı için ifadeler bulunuz. c) Motor dönme momentinin $e - e_U$ büyüklüğüne oranının 1,2 N-m/V, hata dönüştürücü sabitinin 10 V/rad, tachometre sabitinin 0,08 V-sn/rad ve $J = 0{,}12$ kg-m^2 olduğunu varsayarak 10^o eğimli basamak giriş voltajı için cevabın grafiğini çiziniz.

Şek.(15-16) $e_U = K_T P\theta_o$, Hata $= \theta_i - \theta_o$ $e = K(\theta_i - \theta_o)$

Motor Dönme Momenti $= K_m (e - e_U)$, fakat motor dönme momenti $= JP^2\theta_o$ idi. Bu ikisinden: $JP^2\theta_o = K_m(e - e_U) = K_m[K(\theta_i - \theta_o) - K_T P\theta_o]$

Tekrar düzenlenirse;

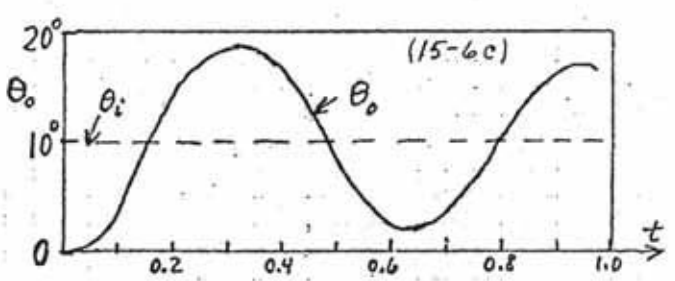
a) $JP^2\theta_o + K_m K_T P\theta_o + K_m K\theta_o = K_m K\theta_i$ bulunur.

b) Bu da Denk.(15-11)'e benzeyen ikinci mertebeden bir denklemdir. Denk.(15-12) şekline sokmak için her iki taraf $K_m K$'ye bölünür.

$\frac{J}{K_m K} P^2\theta_o + \frac{K_T}{K} P\theta_o + \theta_o = \theta_i$, karşılaştırma ile, $\omega_n = \sqrt{\frac{K_m K}{J}}$ ve

$\xi = \frac{K_m K_T}{(4JK_m K)^{1/2}}$ bulunur.

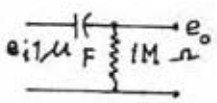
c) $K_m = 1,2$ N.m/V, $K = 10$ V/rad., $K_T = 0,08$ V.sn/rad. $J = 0,12$ kg.m^2; ξ hesaplanır. $\xi = \frac{1,2 \times 0,08}{(4 \times 0,12 \times 1,2 \times 10)^{1/2}} = 0,04$ bulunur. (kullanışlı sistem için çok düşük) $\omega_n = \sqrt{\frac{1,2 \times 10}{0,12}} = 10$ rad/sn; $f_n = \frac{10}{2\pi} = 1,59$ Hz; $T_n = \frac{1}{f_n} = \frac{1}{1,59} = 0,628$ sn. ve Hatta $\omega_d \cong \omega_n = 10$; $(1 - \xi^2)^{1/2} \cong 1$, $\xi\omega_n = 0,4$ ve $\theta_o = 10\left[1 - e^{-0,4t} \sin(10t + 87,7^o)\right]$



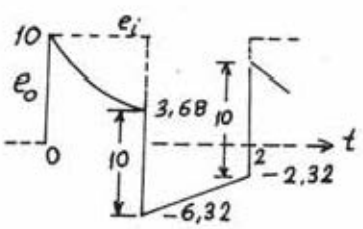
BÖLÜM-16

DALGA OLUŞTURMA, ŞEKİLLEME; PULS ÜRETİCİLER

16-1 Şekil 16-1B deki RC devresinde Şek.16-41 deki biçimde 10 V luk tekrar edici puls voltajı uyqulandığını varsayınız. R=1M Ω ve C=1 μ F olsun. Çıkış voltajlarını yarı nicel olarak, şekildeki zamanlar üzerinden (a) başlangıçta sığaç üzerindeki yükü sıfır varsayarak, puls voltajı ilk uyqulandığı durum için, (b) puls dalgasının uygulanmasından uzun bir zaman sonra yani kararlı durumda çiziniz. Çıkış dalgalarını şekilde gösterildiği biçimde giriş dalgaları üzerine bindiriniz.



(a)

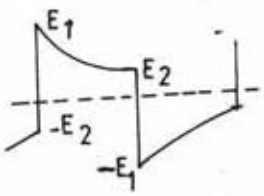


τ=RC=1sn.

t=1sn de $e_o = 10e^{-1} = 3,68$ V.

t=2sn de $e_o = -6,32\ e^{-1} = -2,32$ V.

b) Kararlı durum:
Simetriden dolayı pozitif ve negatif pulslar eşittir.



Düşey parça=10 V

Böylece

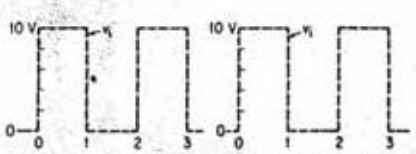
$E_1 + E_2 = 10$...(1) ve

$E_2 = E_1 e^{-1} = 0,368\ E_1$...(2)

(1) ve (2) çözülürse;

$E_1 = 7,32$ V ve

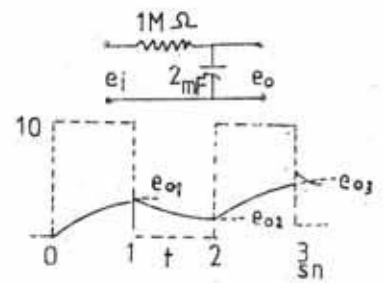
$E_2 = 2,68$ V bulunur.

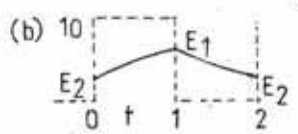


(a) Başlangıçtaki geçici (b) Kararlı durum

Şekil 16-41 Giriştekı puls şekilleri.

16-2 Şekil 16-4l deki giriş dalgasının Şek.16-2a daki RC devresine uygulandığını varsayınız. Şimdi MΩ, C=2μF olsun. Çıkış dalgabiçimlerini şekildeki zamanlar üzerinden (a) $e_c(0)=0$ varsayarak, puls voltajının ilk uygulandığı durum için, (b) kararlı durum için çiziniz. (c) C yi 10 μF olarak değiştirerek (a) ve (b) yi tekrarlayınız.





τ=RC=2 sn

Birinci yükselme:Genel olarak

$e_o=10(1-e^{-t/\tau})$ ve

$e_{o1}=10(1-e^{-0,5})=3,94$ V.

İkinci; $e_{o2}=3,94\ e^{-0,5}=2,39$ V

Üçüncü; $e_o=E_f-(E_f-E_i)e^{-t'/\tau}$...(16-3)

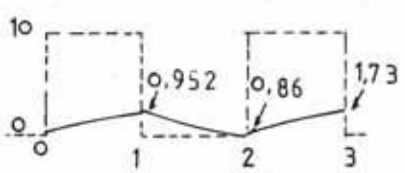
t' zamanı t=2 den itibaren ölçüldü.

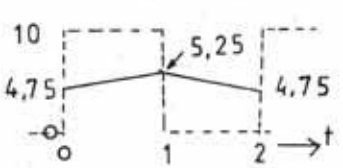
Burada; $E_f=10$, $E_i=2,39$

$e_{o3}=10-(10-2,39)^{-0,5}=5,39$ V

Kararlı durumda dalganın inişi çıkışına eşittir. Düşüş=E_1-E_2 fakat $E_2=E_1e^{-0,5}$ olduğundan $E_1-E_2=E_1-E_1\ e^{-0,5}=0,394\ E_1$...(1) Yükselme için: $e_o=E_f-(E_f-E_i)e^{-t/\tau}$...(16-3) Şimdi $E_f=10$; $E_i=E_2$, τ=2 ve $e_o=E_1 \Rightarrow$ t=1 sn'de $E_1=10-(10-E_2)e^{-0,5}=3,94+0,606\ E_2$...(2) E_1 ve E_2 için (1) ve (2) çözülür $E_1=6,24$ V., $E_2=3,78$ V bulunur.

c) (a) ve (b) deki metot kullanılır ve sonuca gidilir. Sonuçlar:

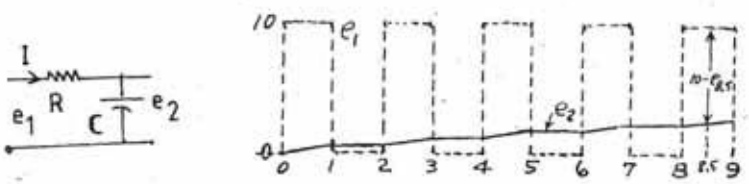




16-3 Denklem (16-4) ü doğrulayınız. Yol gös:Pozitif e_1 pulsunun başlangıcında sığaç voltajı için bir değer belirleyiniz. Başlangıçtan önce e_o ın, $-E_1$ e ve pulsun sonunda $+E_1$ e eşit olması gerektiğini kullanınız.

16-4 Şekil 16-1c de $\tau=T$ için çıkış pulsunun tepe değeri T zamanında ΔE kadar düşer. Çıkış pulsundaki eğilmenin bir ölçüsü $\Delta E/E$ oranıdır. (a) Bu dalga için $\Delta E/E$ oranının $\left[1-\exp(-T/\tau)\right]$ ya eşit olduğunu gösteriniz. (b) Eğer $\tau \gg T$ ise $\Delta E/E \simeq T/\tau$ olduğunu gösteriniz. Yol gös: $\exp x = 1+x+x^2/2+\frac{1}{3!}x^3+\ldots$ açılımını kullanınız.

16-5 (a) Bir RC integral alıcının devre diyagramını çiziniz ve giriş ve çıkış voltajlarını belirleyiniz. (b) Şekil 16-41 de olduğu biçimde 5 pulsun integre edilmesi gerektiğini ve pulsların herbirinin 1 msn genişliğinde olduğunu varsayınız. İntegral alıcı için R ve C değerlerini, beşinci pulsun integre edilmesindeki hatanın yüzde 2 olacak biçimde seçiniz. (c) Bu integral alıcıda sığaç sızdırmaları veya dielektrik soğurma yüzünden hata olasılığını inceleyiniz.



Genel olarak $e_2 \simeq \frac{1}{RC}\int e_1 dt$, $e_2 \ll e_1$ yaklaşıklığı gerekir. Hesaplarımızda, $e_{8,5}$ olarak gösterilecek olan, t=8,5 deki çıkış voltajı esas alınacaktır. t=8 deki e_2, e_8 ve t=9 daki e_2 ninde e_9 olduğunu kabul edelim. Buna göre;

$e_8 = \frac{10 \times 0{,}001 \times 4}{\tau} = \frac{0{,}04}{\tau}$ (ideal değer)

$e_9 = \frac{0{,}05}{\tau}$ (ideal) ve $e_{8,5} = \frac{0{,}045}{\tau}$; Kesirsel hata $= \frac{e_{8,5}}{10} = \frac{0{,}0045}{\tau}$

Belirli kesirsel hata=0,02 böylece. $0{,}02 = \frac{0{,}0045}{\tau}$, sonra $\tau = 0{,}225$sn

e_9'un ideal değeri $= \frac{0{,}05}{\tau} = \frac{0{,}05}{0{,}225} = 0{,}222$ Volt.

C=1 μF seçersek; $R = \frac{\tau}{C} = \frac{0{,}225}{10^{-6}}$ 225 000 ohm bulunur.

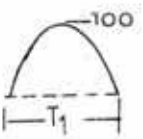
Not: Yapılan hesaplamalarda, e_2 nin t=7 den t=8 düşüşünden ve benzer bir periyod olan t=1 den t=2 ye e_2 düşüşünden dolayı oluşacak olan

hatalar ihmal edildi. Bu etkiler önemli ölçüde hatayı artırırlar.

c) Bu etkiler, C'deki yükü azaltır ve böylece de e_2'yi azaltırlar. Yüksek değerli sığaç kullanılmalıdır.

16-6 Bir yarı sinüs biçimli, genliği 100 V ve genişliği T_1 olan pulsun, Şek.16-5, bir RC integral alıcısına uygulandığını, R=0,1 MΩ ve C=1μF olduğunu düşününüz. (a) Sığaç voltajının 2 V a ulaşması için T_1 in yaklaşık değeri nedir? (b) T_1 in (a) şıkkında hesaplanan değere sahip olduğunu varsayarak integral alıcı devresinde integral almanın sağlığını artırabilmek için ne değişiklik yapılabilir?

a)



R=0,1MΩ, C=1μF, RC=0,1 sn.

$e=100\sin 2\pi ft = 100 \sin \frac{\pi}{T_1} t$

$e_o = \frac{1}{RC}\int_0^{T_1} e\,dt,\quad 2 = \frac{1}{0,1}\int_0^{T_1} 100\sin\frac{\pi}{T_1}t\,dt;$

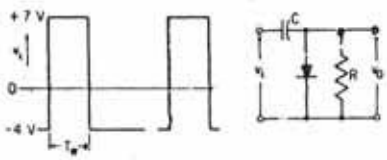
integral alınır ve T_1 için çözülürse T_1=0,00314 sn bulunur.

b) RC artırılarak integral almanın doğruluğu artırılabilir ancak bu durumda çıkış voltajı düşer. Belli bir değer için anlaşmak gerekir.

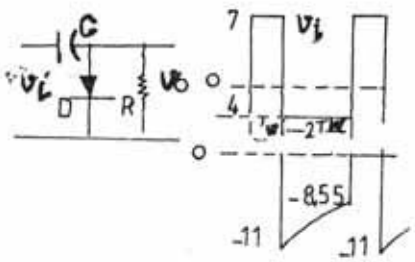
16-7 (a) Sinüs dalga giriş voltajının tepe ve taban kısımlarını kırpan Şek.16-7 deki devreye benzer bir devre düzenleyiniz. (b) Devrenizdeki bileşenlerin değerlerini +10 V ve -5 V voltaj düzeylerinde kırpacak biçimde düzenleyiniz.



16-8 Şekil 16-42 deki v_i dalgası gösterilen devreye uygulanmıştır. (a) $\tau=RC=8T_w$ ise kararlı durumda v_o ın dalgabiçimini çiziniz. (b) Diyodun ters çevrilmesi durumunda (a) şıkkını tekrarlayınız.



Şekil 16-42



Birinci puls sırasında, sol taraf (+) olacak şekilde C, 7 volt'a kadar yüklenir. υ_i -4 V gidince $\upsilon_o$da -11 V'a gider. Diyod kapalı(kesilimde) iken seri RC devresi olur ve burada $\upsilon_o = V\, e^{-t/\tau}$ olur. Bu eşitlikte V=-11 Volt'tur. Negatif kısmın sonunda, t=2 Tw ve τ=8 Tw olacağından $\upsilon_o = -11\, e^{-\frac{2Tw}{8Tw}} = -11\, e^{-\frac{1}{4}} = -8{,}55$ V bulunur.

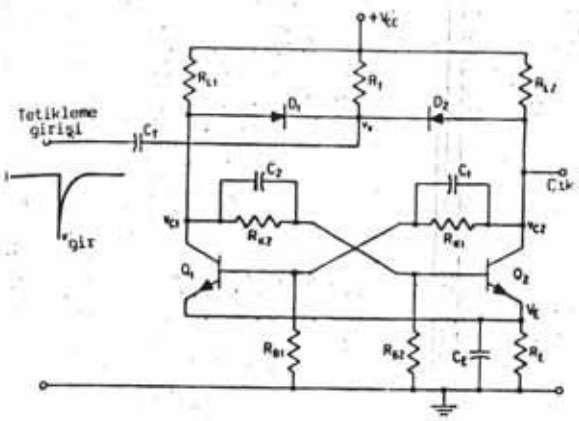
b)

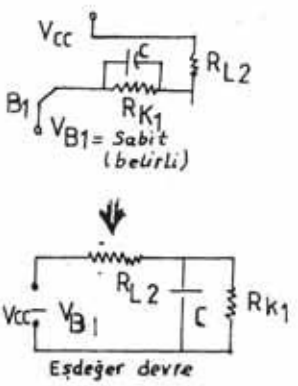


Yukardakine benzer nedenlerden $\upsilon_o = +11\, e^{-\frac{Tw}{8Tw}}$ υ_o=9,7 Volt bulunur.

16-9 Şekil 16-18 de ikikararlı ÇT de Q_2 kesilime gittikten sonra υ_{C2} dalgasının yükselen geçici kısmını dikkate alınız. Transistörün zaman geciktirme etkisi ihmal edilirse, V_E sabit alınırsa ve Q_1 in tabanı, yayıcısından daha yukarıda küçük bir voltajda kıskaçlanmışsa yükselen geçicinin zaman sabitinin $C_1R_{K1}R_{L2}/(R_{K1}+R_{L2})$ olduğunu gösteriniz. (b) Bu zaman sabitini simetrik bir devre için ve C_1=220 pF, R_{K1}=42 kΩ, R_{K1}=2,2 kΩ olması durumunda hesaplayınız. (c) Yükselme zamanı, (b) şıkkındaki koşullar altında nedir? (d) υ_{C2} dalgasının düşme zamanının, yükselme zamanıyla karşılaştırıldığında neden kısa olduğunu açıklayınız.

D_2kesilimde iken devrenin esas parçasını çizelim.





a) Bu eşdeğer devre Şek.(16-6a) ile aynıdır ve zaman sabiti $C[R_{K1} \| R_{L2}]$ ye eşittir. Böylece $\tau = C\, R_{K1} R_{L2}/(R_{K1}+R_{L2})$.

b) C_1=220 pF, R_{K1}=42kΩ, R_{L2}=2,2kΩ

$$\tau = \frac{220\times10^{-12}\times4,2\times10^{4}\times2,2\times10^{3}}{4,42\times10^{4}} = 0,46\times10^{-6}\,\text{sn} = 0,46\ \mu\text{sn}.$$

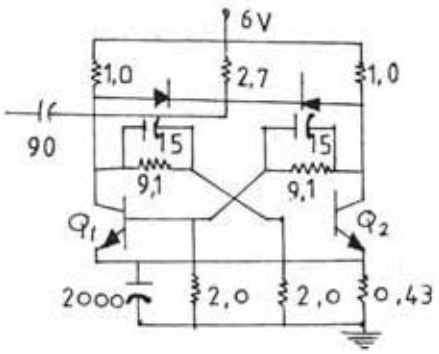
c) Yükselme zamanı=T_r=2,2c Denk.(16-35), T_r=1,01 μsn olur.

d) Yükselme zamanı C_1 sığacının yeniden yüklenmesine bağlıdır. Düşme zamanı, Q_2 doyuma girtiğinde R_{L2} üzerinde akım oluşturularak v_{C2}'nin küçülmesini kapsar. Doyma direnci düşüktür. Bu nedenlerle C_1'deki yükün yeniden düzenlenmesinin, düşme zamanına etkisi azdır. Çıkış ucu ile toprak arasındaki gelişi güzel (kaçak) kapasitans ihmal edilirse, düşme zamanı hemen hemen sıfır olur.

16-10 (a) Bir toplayıcısı tetikli ÇT devre diyagramı çiziniz ve elemanlarını Kes.16-9 un sonunda verilen değerlerle işaretleyiniz. (b) V_E, $V_{Ckap.}$ ve $V_{Caç.}$ değerlerini hesaplayınız. V_{CE} nin doyum değerinin 0,2 V olduğunu varsayınız.

106

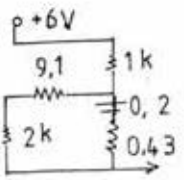
a)



b) Q_2=AÇIK
Q_1=KAPALI

$V_{CE(Doyma)}$=0,2 V

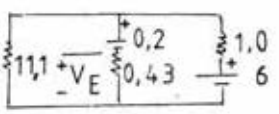
Devresi



C'ler PF, R'ler kΩ

Yeniden çizimi;

Bu devrede V_E gerilimi çözülürse V_E=1,69 V ve V_{C2}=1,89 V bulunur.

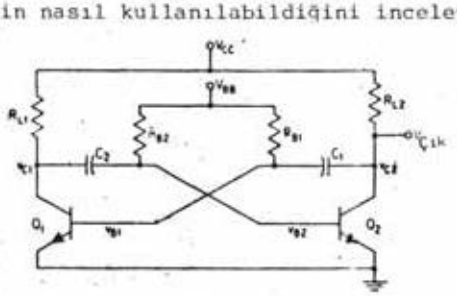


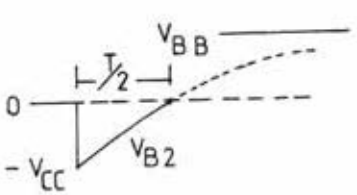
Q_1 kapalı(kesilimde);

$$V_{C1}=V_E+V_{BE2}+\frac{9,1}{10,1}(V_{CC}-V_{B2})$$

V_{C1}=1,69+0,6+3,35=5,64 V $\Rightarrow$ ($V_{BE2(doyumda)}$=0,5 iken)

16-11 Şekil 16-20 deki kararsız ÇT devresinde $C_1=C_2=C$, $R_{B1}=R_{B2}=R_B$ ve $R_{L1}=R_{L2}=R_L$ olsun. $V_{Cdoy.}$=0, $V_{Ckap.}=V_{CC}$, $v_{Baç.}$=0 ve geçişin, taban voltajı sıfırdan yukarı çıktığında oluştuğunu varsayınız. Serbest çalışma frekansının yaklaşık olarak $f=(2R_BC \ln (V_{CC}/V_{BB}))^{-1}$ olduğunu gösteriniz. V_{BB} nin değişiminin frekansı kontrol etmek için nasıl kullanılabildiğini inceleyiniz.



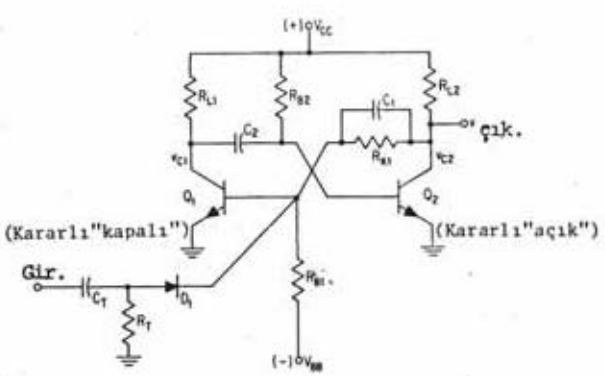


Türetme v_{B2} dalgası üzerine kurulur. Genel olarak

$v_{B2}=V_f-(V_f-V_i)\exp(-t/\tau)$; (16-3) buradan $V_f=V_{BB}$, $V_i=-V_c$ ve $t=\frac{T}{2}$ de $v_{B2}=0$ dır. (16-3) Denkleminde bu değerler kullanılırsa; $0=V_{BB}-(V_{BB}+V_{CC})\exp(-\frac{T}{2\tau})$ ve çözülürse; $\frac{T}{2\tau}=\ln(\frac{V_{BB}+V_{CC}}{V_{BB}})$ ve buradan $f=\frac{1}{T}=\frac{1}{2\tau\ln(\frac{V_{BB}+V_{CC}}{V_{BB}})}$ bulunur. (Burada $\tau=R_BC$ dir.) Formülden f nin V_{BB}'ye bağlı olduğu görülüyor.

16-12 Şekil 16-18 deki tipte doymuş ikikararlı bir simetrik ÇT için R_L, R_K, R_B ve R_E direnç değerlerini seçiniz. $V_{CC}=9$ V varsayınız ve $V_E=2$ V olsun. Oda sıcaklığının 25°C olduğunu ve kesilim akımlarının ihmal edilebildiğini varsayınız. Kullanılan npn transistörleri için: $V_{BE}=0,7$ V($I_C=10$ mA da ve $I_B=0,25$ mA da için) $V_{CEdoy.}=0,2$ V (aynı I_C ve I_B için), $V_{CEO}=25$ V ma, $V_{EBO}=25$ V mak, transistörün güç harcaması=150 mW mak, da ileri iletme oranı=β_{FE}=0,20 ($I_C=10$ mA ve $V_{CE}=0,3$ V için) dir. Transistörün açık olması durumunda hesapladığınız I_B değerlerini ve kapalı olması durumundaki V_{BE} değerlerini belirleyiniz.

16-13 Şekil 16-23 deki tekkararlı CT devresinde R_L, R_{B1}, R_{B2}, R_{K1} ve C_2 değerlerini 100 µsn puls genişliği verecek biçimde seçiniz. Alıştırma 16-12 de verilen transistörün özelliklerini kullanınız.



Şek.(16-23)'de $R_{L1}=R_{L2}=R_L$ $T=100$µsn, $V_{CC}=10$ V, $V_{BB}=-10$V olduğunu kabul edelim.

$T\cong 0,69\ R_{B2}\ C_2=10^{-4}$ sn...(1)

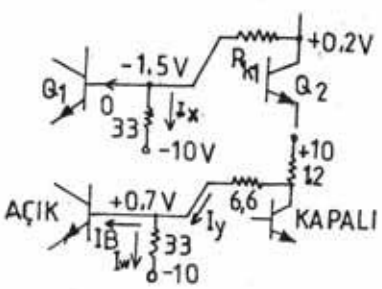
Q_2'yi doyuma götürecek I_{B2} için R_{B2} seçilir. Keyfi olarak $R_L=1,2$ kΩ seçilir.

$I_{C2}\cong\frac{V_{CC}-V_{CE}}{R_L}=\frac{10-0,2}{1,2}=8,2$ mA (önbesleme devresi akımı ihmal edilir)

Sonra; $I_{B2} \geq \frac{I_{C2}}{\beta} = \frac{8,2}{20} = 0,41$ mA

$R_{B2}(mak.) = \frac{V_{CC}-V_{BE}}{I_B} = \frac{10-0,7}{0,41} = 22,6$ kΩ

R_{B2}=20 kΩ seçilir. Denk.(1) C_2'yi bulmak için kullanılır ve C_2=0,00725 μF bulunur. Sonra, C_2'yi AÇIK, Q_1'i KAPALI tutmak için R_{K1} ve R_{B1} seçilir. R_{B1}=33 ilk deneme olarak seçilir. V_{31}=-1,5 V olduğu kabul edilir. Sonra $I_x = \frac{10-1,5}{33}$ =0,258 mA ve $R_{K1} = \frac{0,2-(-1,5)}{0,258}$= 6,6 kΩ bulunur.



Son hesaplama, Q_2KAPALI ve Q_1 AÇIK iken I_{B1}'i bulma işlemidir Şek. vanda.

$I_y = \frac{10-0,7}{7,8}$ = 1,19 mA,

$I_w = \frac{10,7}{33}$ = 0,32

$I_B = I_y - I_w$=1,19-0,32=0,87 mA.

Fakat Q_1'i doyuma götürmek için I_C/β veya 8,2/20 veya 0,41 mA gerekir. Bu nedenle I_B çok yüksektir. R_{B1}=68 kΩ için hesaplamalar tekrarlanır. R_{K1}=13,6 k ve Q_2 AÇIK, Q_1 KAPALI iken I'_B=0,47 mA bulunur. Gerekli olan 0,41 mA ile karşılaştırılabilir. Özet olarak: (Diğer değerler de mümkün) R_L=1,2 kΩ, R_{B2}=20 kΩ, R_{B1}=68 kΩ, R_{K1}=13,6 kΩ, C_2=0,00725 μF bulunur.

16-14 Şekil 16-25a daki tetikleme devresinde V_{CC}=10 V, R_{L1}= 2,2 kΩ R_{L2}=1,2 kΩ, R_E=330Ω, R_L=12 kΩ, R_2=18 kΩ, C=220 pF ve R_B=1,0 kΩ olsun. Transistörler Alış. 16-12 de verilenler olduğuna göre V_U ve V_L nin değerlerini bulunuz. V_{BE} ve $V_{CEdoy.}$ voltajlarının hesaplanan etkilerini belirtiniz.

Sadece sonuçları verelim:

$V_{CE(Doyum)}$=0,2 V

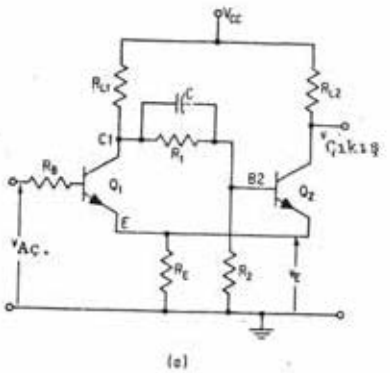
$V_{BE(Doyum)}$=0,7 V

$V_{BE(Kesilim)}$=0,5 V ve

$V_{BE(Çalışma)}$=0,5 V kabul edersek;

yaklaşık sonuçlar:

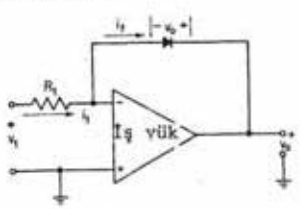
V_u=3,1 V ve V_L=1,8 V bulunur.



(a)

Şek.(16-25a)

16-15 Şekil 16-32 deki logaritmik yükselteç için R_1=5000 Ω olsun ve diyod sıcaklığı 290°K de $I_s=10^{-7}$ A varsayınız. υ_o'ı, giriş voltajı (a) 0,5 V ve (b) 5,0 V olması durumlarında hesaplayınız. Yaklaşık diyod denklemi, [Denk.(16-30)], bu voltaj bölgeleri için geçerli olur mu?



Şek.16-32

R_1=5000 , T_{diyot}=290°K

$I_s=10^{-7}$ A

a) $\upsilon_{gir.}$=0,5 V ise; genel olarak

$$\upsilon_o=-V_T \ln \frac{\upsilon_1}{R_1} + V_T \ln I_s \quad ...(16\text{-}32)$$

$$V_T=\frac{kT}{e}=\frac{1,38\times10^{-23}\times290}{1,6\times10^{-19}}=0,025$$

υ_o=-0,025 ln 10^{-4}+0,025 ln 10^{-7}=0,2303-0,404=-0,174 V.

b) υ_{gir}=5 V iken υ_o=-0,025 ln 10^{-3}+0,025 ln 10^{-7}=-0,131 V.

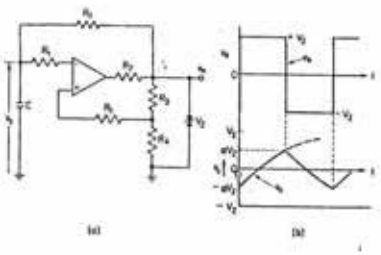
Diyod denklemi: $i_f=I_s\left[\exp(-\upsilon_o/V_T)-1\right]$ ...(16-29)

$\exp(\frac{-\upsilon_o}{V_T})$ ile 1 karşılaştırılabilir.

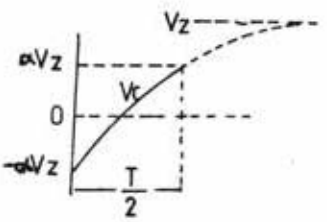
$\exp(-\frac{\upsilon_o}{V_T})=\exp(\frac{0,131}{0,025})=\exp(5,24)=188$

Hata≅ $\frac{1}{188}$ veya 0,6 % olur.

16-16 Şekil 16-33 deki devreyi ve dalgabiçimini Denk.(16-33)'ü ıspatlamak için çözümleyiniz.



Şekil 16-33

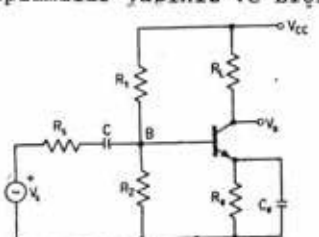


υ_c, $-\alpha V_z$ den başlar ve üstel olarak V_z'ye yönelir. Giriş akımı sıfır olduğu sürece R_1'in hiçbir etkisi yoktur.

Şimdi zaman sabiti: $\tau=R_fC$ olur.

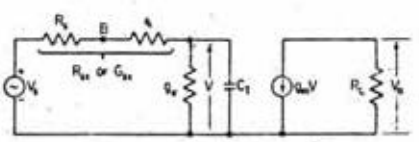
$\upsilon_c=V_f-(V_f-V_i)\,e^{-t/\tau}$ ...(16-3) Burada, $V_f=V_z$, $V_i=-\alpha V_z$ ve $t=\frac{T}{2}$ de $\upsilon_c=\alpha V_z$ dir. Denk. (16-3) de $\alpha V_z=V_z-(V_z-\alpha V_z)e^{-T/2\tau}$, T için çözülür ve $T=2\tau\ln(\frac{1+\alpha}{1-\alpha})=2R_fC\ \ln(\frac{1+\alpha}{1-\alpha})$

16-17 Şekil 16-11a daki gibi bir ortak yayıcılı kat 2μsn genişliğinde bir kare pulsu yükseltmek için kullanılmaktadır. Giriş pulsu ve kazanç pulsu ortalama 5 V yükseklikte olacak şekildedir. Transistör ve devre dökümanları: $R_L=300\Omega$, $R_S=75\Omega$, $r_x=50\Omega$, $r_\pi=300\Omega$, $g_m=0,3$ mho, $C_\pi=100$ pF $C_\mu=2$ pF ve C=0,5 μF dir. C_e nin ve taban direncinin hiçbir etkisi olmadığını varsayınız. Çıkış pulsu için hesaplamalar yapınız ve biçimini yaklaşık olarak çiziniz.



Şekil (8-11a)

$R_L=300\Omega$, $R_s=75\Omega$, $r_x=50\ \Omega$
$r_\pi=300\Omega$, $g_m=0,3\frac{1}{\Omega}$
$C_\pi=100$ pF, $C_\mu=2$ pF, C=0,5μF.
C_e'nin ve R_s taban direncinin hiçbir etkisi yok puls 2μsn.



Şek. (8-19)

Şek. (8-19) model devresi kullanılarak

$\tau_r = C_T(R_{sx}+r_\pi)$ ... (16-34)

burada:

$C_T = C_\pi + C_\mu\left[1+R_L(R_{sx}+g_m)\right]$ ... (8-33)

$G_{sx} = \frac{1}{R_s+r_x} = \frac{1}{75+50} = 0{,}008$

$C_T = 100+2\left[1+300(0{,}008+0{,}3)\right] = 287$ pF.

$\tau_r = C_T(R_{sx}+r_\pi) = 2{,}87\times10^{-10}(125+300) = 0{,}122\times10^{-6}$ sn $= 0{,}122$ µsn.

yükselme zamanı $= 2{,}2\tau_r = 2{,}2\times0{,}122 \cong 0{,}27$ µsn... (10% den 90%'a)

Düşme zaman sabiti $= \tau_f = C(R_{gir.}+R_s)$ ... (16-36)

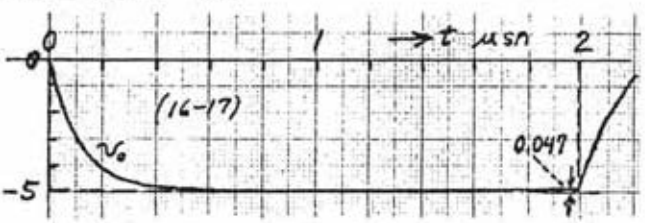
$R_{gir} = R_b \| (r_x+r_\pi) \cong r_x+r_\pi$ R_b'nin etkisi olmaz.

$\tau_f = 0{,}5\times10^{-6}(75+50+300) = 212\times10^{-6}$ sn.

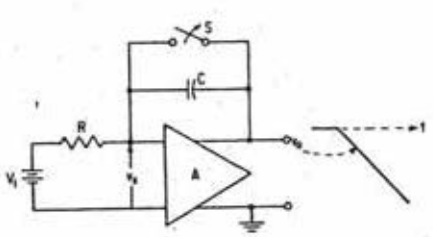
$\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{T_w}{\tau_f}$ veya

$\Delta V = \frac{T_w}{\tau_f}.V_1$

$\Delta V = \frac{2}{212} \times 5 = 0{,}047$



16-18 (a) Şekil 16-38 deki devrenin rampa çıkış voltajı v_o ı, zamanın fonksiyonu olarak sembolik biçimde ifade ediniz. (b) $V_1 = 10$ V, $A = -100$ ve $RC = 1{,}0$ msn değerlerini (a) şıkkındaki fonksiyona yerleştiriniz. (c) 1 msn in sonunda (b) şıkkındaki fonksiyonun tam doğrusallıktan yüzde olarak sapmasını bulunuz. Yol göst: e^x in açılımını $e^x = 1+x+x^2/2+x^3/6+\ldots$ (b) şıkkındaki sonuca yerleştiriniz ve ilk üç ya da dört terimini gözönüne alınız.



Şek. (16-38)

$$v_o = \frac{1}{1+(1-A)RCp} AV_1 \quad \ldots(16\text{-}40)$$

a) Övleyse $v_o = AV_1\left[1-\exp\{-t(1-A)RC\}\right]$, RC=1,0 msn olur.

b) $v_o = -1000\left[1-\exp(-t/101)\right]$, t=msn olarak.

c) t=1 msn; $v_o = -1000\left[1-(1-\frac{1}{101}+\frac{1}{2(101)^2}-\frac{1}{6(101)^3}\ldots\right]$

$v_o \simeq \frac{1000}{101}\left(1-\frac{1}{202}+\frac{1}{61206}\right) = -99,01(1-0,00493)$ ve buradan:

Hata=0,439 % olur.

BÖLÜM-17

MANTIK VE SAYMA DEVRELERİ

17-1 Aşağıdaki ikili sayıları onluk biçime çeviriniz: (a) 10101, (b) 101110 ve (c) 1000011.

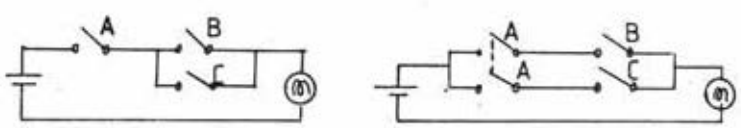
a) $10101 \rightarrow 1x2^4+0x2^3+1x2^2+0\ 2^1+1x2^0 = 16+0+4+0+1 = 21$

b) $101110 \rightarrow 1x2^5+0x2^4+1x2^3+1x2^2+1x2^1+0x2^0 = 32+0+8+4+2+0 = 46$

c) $1000011 \rightarrow 1x2^6+0x2^5+0x2^4+0x2^3+0x2^2+1x2^1+1x2^0 = 64+0+0+0+0+2+1=67$

17-2 (a) Birisi Denk.(17-17) nin sol tarafını öteki ise sağ tarafını açıklayan iki anahtarlama devresi kurunuz. (b) A, B ve C nin bütün olası bileşimleri için iki yanın doğruluk tablolarını düzenleyerek Denk. (17-17) vi doğrulayınız.

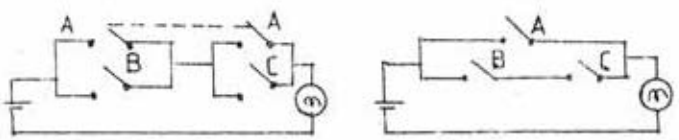
A.(B+C) = A.B+A.C...Denk.(17-17)



A	B	C	B+C	A.(B+C)	A.B	A.C	A.B+A.C
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	0	1	1
1	1	0	1	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1

17-3 (17-18) bağıntısının iki yanını açıklamak için anahtarlama devreleri kurunuz.

$(A+B).(A+C) = A+B.C$ ... (17-18)



17-4 (a) De Morgan yasasını Denk. (17-19) daki biçimde üç değişken için yazınız. (b) Doğruluk tablolarını düzenleyerek yasanın bu biçiminin doğruluğunu gösteriniz.

$\overline{A+B+C} = (\bar{A}.\bar{B}.\bar{C})$

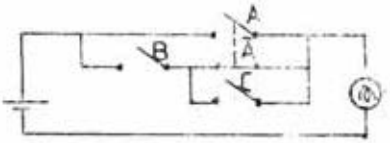
A	B	C	A+B+C	$\overline{A+B+C}$	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$\bar{C}$	$\bar{A}.\bar{B}.\bar{C}$
0	0	0	0	1	1	1	1	1
0	0	1	1	0	1	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0	1	0
0	1	1	1	0	1	0	0	0
1	0	0	1	0	0	1	1	0
1	0	1	1	0	0	1	0	0
1	1	0	1	0	0	0	1	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0
				*				*

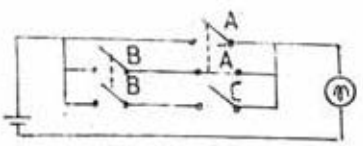
(*) Her iki kolon aynı

17-5 Anahtarlama devrelerinde A gibi özel bir girişin negatif yapılması, A kapandığında açılan ($\bar{A}$ yı temsil etmek için) bir anahtar veya röle ile başarılır. $\bar{A}$ yı temsil etmek için bir anahtarlama sembolü kurunuz. Sonra, $A+B.(\bar{A}+C) = A+B.\bar{A}+B.C$ mantık bağıntısının iki yanını temsil eden anahtar devreleri kurunuz.

Anahtar







$A+B.(\bar{A}+C)$ $A+B.\bar{A}+B.C$

17-6 (a) $A\bar{B}+\bar{A}\bar{B}$ nin $\bar{B}$ ye eşit olduğunu gösteriniz. (b) $A\ (A+B)+AB\bar{C}=A$ olduğunu gösteriniz.

a) $A.\bar{B}+\bar{A}.\bar{B} = \bar{B}.(A+\bar{A}) = \bar{B}.1 = \bar{B}$

b) $A(A+B)+AB\bar{C} = AA+AB+AB\bar{C}$ fakat $AA=A$ olduğundan

$=A+AB+AB\bar{C} = A(1+B)+AB\bar{C} =$; fakat $(1+B) = 1$ olduğundan

$=A+AB\bar{C} = A(1+B\bar{C}) = A$ olur.

17-7 Boole cebirini kullanarak (a) $(A+B)(B+C)(A+C) = AB+BC+AC$ ve (b) $\overline{\bar{A}+B}+\overline{\bar{A}+\bar{B}} = A$ olduğunu gösteriniz.

a) $(A+B)(A+C) = A+BC$ olduğunu biliyoruz.

$(A+B)(B+C)(A+C) = (B+C)(A+C)(A+BC) = AB+AC+BBC+BCC$

$BB=B$, $CC=C$ $\Longrightarrow$ $= AB+AC+BC+BC$

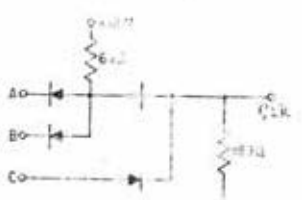
$BC+BC=BC$ $\Longrightarrow$ $= AB+AC+BC$ sonucu bulunur.

b) De Morgan kanunundan;

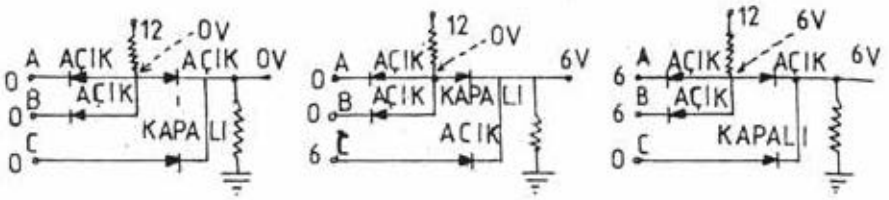
$\overline{\bar{A}+B} = \bar{\bar{A}}.\bar{B} = A\bar{B}$ ve $\overline{\bar{A}+\bar{B}} = \bar{\bar{A}}.\bar{\bar{B}} = AB$ buradan

$\overline{\bar{A}+B}+\overline{\bar{A}+\bar{B}} = A\bar{B}+AB = A(\bar{B}+B) = A.1 = A$ bulunur.

17-8 Diyodların ideal olduğunu varsayarak aşağıdaki koşullarda Şek.17-38 deki çıkış voltajlarını bulunuz: (a) $A=B=C=0$ V, (b) $A=B=0$ V, $C=6$V ve (c) $A=B=6$ V, $C=0$ V. (d) çıkış için Boole ifadesi nedir?



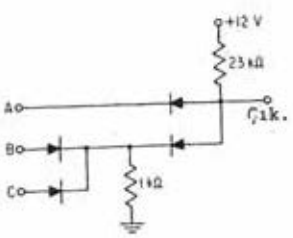
Şekil 17-38



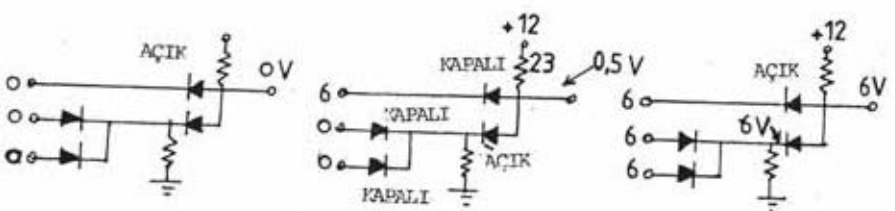
a) $V_{çıkış}$=0 V b) $V_{çık.}$=6 V c) $V_{çık.}$=6 V

d) Çıkış=A.B'C

17-9 Diyodların ideal olduğunu varsayarak aşağıdaki koşullarda Şek.17-39 un çıkış voltajlarını bulunuz: (a) A=B=C=0 V, (b) A=6 V, B=C=0 V ve (c) A=B=6 V, C=0 V. (d) Çıkış için Boole ifadesi nedir?



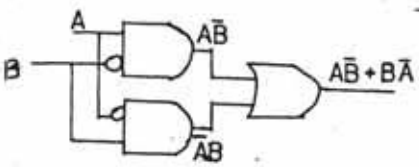
Şekil 17-39



a) $V_{çıkış}$=0 b) $V_{çıkış}=\frac{1}{24}x12=0,5V$ c) $V_{çık.}$=6 V

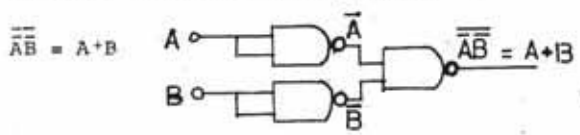
d) Çıkış=A(B+C) Not: 0 dan 0,6 V'a kadar="0" 6V="1" dir.

17-10 DIŞARLAYAN VEYA işlevi $A\bar{B}+B\bar{A}$ ifadesiyle de yapılabilir. (a) Bu mantığı yapan sembolik bir mantık sistemi çiziniz. (b) DIŞARLAYAN VEYA mantığını doğrulamak için bir doğruluk tablosu hazırlayınız.



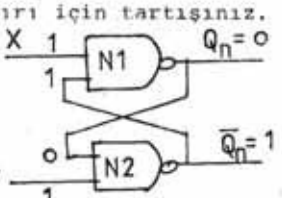
A	$\bar{A}$	B	$\bar{B}$	$A\bar{B}$	$B\bar{A}$	$(A\bar{B}+B\bar{A})$
0	1	0	1	0	0	0
0	1	1	0	0	1	1
1	0	0	1	1	0	1
1	0	1	0	0	0	0

17-11 Denklem (17-19) dan $\overline{\bar{A}\bar{B}}=A+B$ olduğu görülür. Bu temelden hareketle iki girişli üç VEDEĞİL geçitinden bir VEYA geçiti kurunuz. Bir VEDEĞİL geçitinin girişleri birbirine bağlandığında bir TERS-ÇEVİRİCİ olduğuna dikkat ediniz.



17-12 Tablo 17-7 Şek.17-26a daki devre eylemine karşılık gelir. (a) N1 ve N2 geçitlerini çiziniz ve $Q_n=0$, X=Y=1 için giriş ve çıkış durumlarını işaretleyiniz. Bu durumlar birbirleriyle uyumlu mudur? (b) Şekil 17-26a daki eylemi, $Q_n=0$ ise Tablo 17-7 nin altıncı satırı için tartışınız.

a)

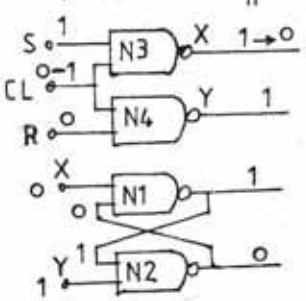


N1 için; $(\overline{1.1})=0=Q_n$

N2 için; $(\overline{0.1})=1=\bar{Q}_n$

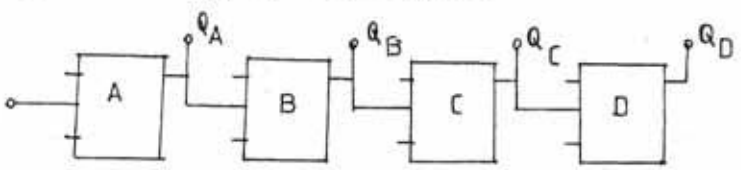
b)

Satır.	S_n	R_n	CL	X	Y	Q_{n+1}
5	0	0	0→1	1	1	$0=Q_n$
6	1	0	0→1	1→0	1	0



Satır 6: S=1, CL=0 ve R=0 iken X=1 ve Y=1 olur. Bak. Yanda CL, 1'e gittiğinde X, 0'a gider fakat Y, 1'de kalır. X=0 ve Y=1 iken $Q_n=1$ ve $Q_n=1$ ve $\bar{Q}_n=0$ elde edilir. Bu durum VEDEĞİL geçitleri N1 ve N2'yi gerektirir.

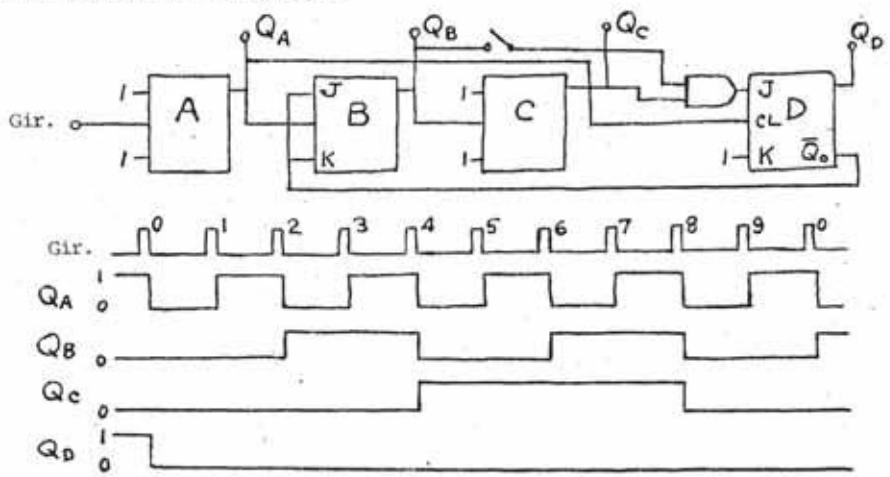
17-13 Q_D çıkışlı D flip-flopunu Şek.17-30 daki zincire eklediğimizi varsayalım ve 1 pulsu Q_A nın 0 dan 1 e gitmesine neden olsun. Q_C için 0 dan 1 e ve 1 den 0 a götüren puls sayılarını listeleyiniz. Bunu Q_D için tekrarlayınız.



Q_C, 4 pulsu ile 0→1 gider, sonra 8 pulsu ile 1→0'a gider, sonra 12 pulsu ile 0→1 gider ve 16 pulsu ile de 1→0'a gider.

Q_D, 8 pulsu ile 0→1 gider ve 16 pulsu ile 1→0'a gider.

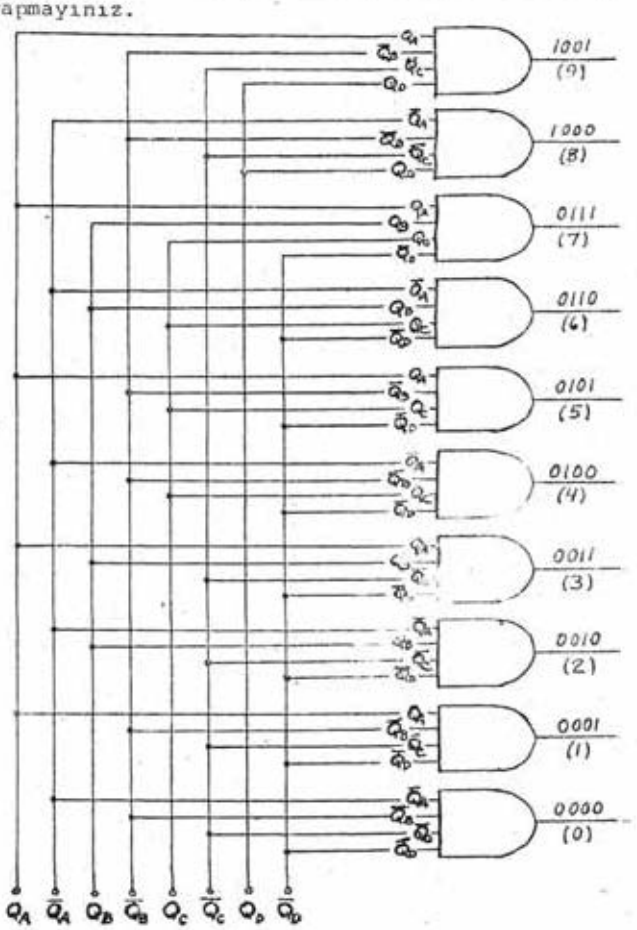
17-14 Şekil 17-32 de Q_B den VE geçitine giden bağlantının koptuğunu varsayalım böylece VE geçiti 0 girişine sahip olur. O zaman eğer Şek.17-32 deki dalga biçimleri dizisi başlatılırsa dalgabiçimlerinde ne fark olur?



Şekil (17-32) deki durumla aynı olan, başlangıç şartlarına sahip dalgaşekli ile başladığımızı varsayıyoruz. Puls "0" durumunda iken Q_D durumu değişir, fakat, VE geçidin bir girişi açık olması duru-

munda D'nin J girişi sıfırda kaldığı sürece, D sinyali değiştirme durumuna gelmez. $\bar{Q}_D=1$ olduğundan son pulsla birlikte Q_B dalgası "1"'e yükselir. Son durumlar grubunun,başlangıç şartı olarak kabul edilen grupla uyuşmadığına dikkat edilmelidir.

17-15 Şekil 17-32 deki onluk sayaç için Şek.17-33 dekine benzer bir onluk kod çözücü şebeke kurunuz. Yol gös: flip-flop çıkış çizgilerini Q_A,$\bar{Q}_A$,Q_B v.b. ile işaretleyiniz fakat flip-flop blok çiçizimini yapmayınız.



17-16 Bir titreşkenin frekansı aşağıdaki yöntemle ölçülüyor. National Bureau of Standards istasyonundan 5,0 MHz frekanslı WWV sinyali frekansı ölçülecek titreşkenin sinyali ile karşılaştırılıyor. Orta frekans 1 sn geçit zamanı kullanılarak bir sayaçta ölçülüyor (10^6 da 2 sağlıklı) ve 30.500 Hz bulunuyor. Ek denemeler titreşkenin frekansının standart sinyalin frekansından küçük olduğunu gösteriyor. Bu durumda titreşkenin frekansı ve ölçmenin doğruluğu nedir? Standart frekansın $5x10^7$ de ±1 sağlıkla bilindiğini varsayınız.

$f_{standart}=5,0x10^6$ Hz, $\pm 1/5.10^7$

Geçit zamanı=1 sn , $\pm 2/10^6$

$f_{stand.}-f_x$ =30.500±1, ±1 belirsizlik nedeniyle gelir.

$f_x=f_{stand.}-30.500$ = 4 969.500 Hz.

Sayma belirsizliği nedeniyle gelen hata ilave edilir. f_x=4.969.500±1 ±$1/5x10^6$ standart frekans belirsizliği katkısı ve $\pm\frac{2}{10^6}$ x 30.500 sayma veya ±0,06 sayma geçit zamanı belirsizliği katkısı. Bu hatalar ilave edilirse;

f_x=4.969,500±1±0,10±0,06

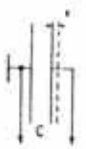
f_x=4.969.500±1,16 Hz.

Toplam hata $2,32|10^7$ dır.

BÖLÜM-18

DÖNÜŞTÜRÜCÜLER (TRANSDUCERS)

18-1 Şekil 18-2a daki sığaçsal dönüştürücünün sert, paralel levhalardan oluştuğunu ve alanın kenar etkisinin ihmal edilebildiğini varsayalım. C sığacı ve x yerdeğiştirmesi arasındaki bağıntının doğrusal olup olmadığı sorusunu tartışınız.



Şek.(18-2a)

$C = \epsilon \frac{A}{b}$, A=yüzey, b=levhalar arası boşluk.

$b = B + x$ olduğunu kabul edelim. Burada x değişkendir. Buna göre;

$C = \epsilon \frac{A}{(B+x)}$ olur. Buradan da görüldüğü gibi;

C, x'e doğrusal olarak bağlı değildir, fakat çok küçük aralık için değişim yaklaşık olarak doğrusaldır.

18-2 Bir yapısal eleman üstündeki metal yapraklı dirençli zorlanma ölçeri bir Wheatstone köprüsüne bağlanıyor. Ölçerin direnci 240 Ω, ölçer uzunluğu, 0,762 cm ve ölçer çarpanı 2,2 dir. Elemandaki gerilmenin ölçer direncinde neden olduğu değişiklik 0,22 Ω ise üyedeki gerilme nedir?

R=240Ω, l=0,762 cm, Ölçer çarpanı=2,2

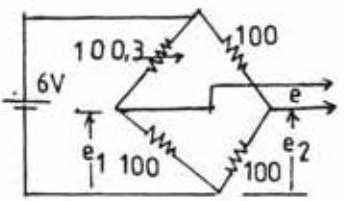
ΔR=0,22 Ω

$$Zor = \frac{\Delta L}{L} = \frac{1}{\text{ölçer çarpanı}} \times \frac{\Delta R}{R} = \frac{1}{2,2} \times \frac{0,22}{240}$$

$$Zor = 4,17 \times 10^{-4}$$

18-3 Bir zorlanma-ölçeri köprü devresinde aktif ölçerin direncinin belli zorlanma ile 100 den 100,3 Ω a artırıldığını öteki üç kolda direncin 100 Ω da kaldığını varsayınız. Kaynak voltajı 6 V ve kaynak impedansı sıfır olsun. Köprünün çıkışı bir yükselticiye geliyor.

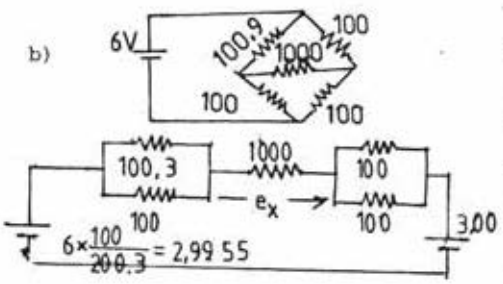
(a) Eğer yükseltecin giriş direnci hiç bir etki olmayacak ölçüde büyükse yükselticiye gelen giriş voltajı nedir? (b) Yükseltici için R_{gir} i 1000 Ω vasayınız. (a) daki değerin bir kesri olarak giriş voltajı nedir?



a) $e=e_1-e_2=\frac{100}{100+100,3}x6-\frac{1}{2}x6$

$e=-0,00450$ V

b)



Thévenin teoremi iki defa uygulanır. (Bak.Şek.1-14)

$100\|100,3 = 50,07\ \Omega$

Toplam Direnç $R=1100,07$

$e_x=\frac{(3,0-2,9955)x1000}{1100,07}$

$e_x=0,00409$ V = 4,09 mV

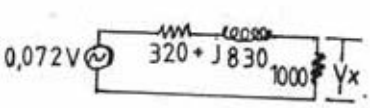
18-4 Tablo 18-2 deki değişkenlere sahip bir doğrusal değişken fark gösterici transformatör 6 V etkin değerle 2,4 kHz frekansında uyarılmıştır. Sabit bir 0,0254 cm lik yerdeğiştirme için transformatörün etkin çıkış voltajı: (a) ikincil devre açık olduğunda ve (b) 100 Ω girişli yükselteç eklendiğinde nedir? Çözümlemede yapılan yaklaşıklıkları tartışınız.

İkincil impedansı, $Z=320+j830\ \Omega$

Volt başına $(\frac{volt}{inç})$ uyarma = 1,2

a) Üretilen Voltaj = 6,0x0,01x1,2 = 0,072 Volt.

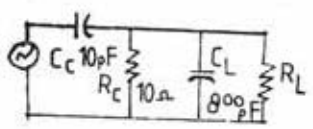
b) İkincil impedansın, toplam kaynak impedansı olduğunu kabul edelim.



$\vec{v}_x=\frac{0,072\angle 0^{o}x100}{1320+j830}$

$|\vec{v}_x|=\frac{72}{(1320^2+830^2)^{1/2}}=0,0461V$

18-5 Bir piezoelemanlı-yükselteç bileşimi Şek.18-7 deki eşdeğer devreye sahiptir. $C_c=10$ pF, $R_c=10^{10}\ \Omega$ ve $C_L=800$ pF olsun. Uygulanan titreşimin 1 V etkin değerli ve 2 Hz frekanslı voltaj oluşturduğunu varsayınız. (a) Yükseltecin girişindeki voltajın etkin değerini: (a) $R_L=10^6\ \Omega$ ve (b) $R_L=20x10^6\ \Omega$ için hesaplayınız.



a) $R_L=10^6\,\Omega$, X_{C_C} ve X_{C_1}'yi

$R_L=1\ M\Omega$

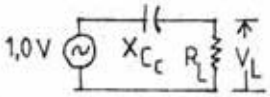
hesaplıyalım.

$$X_{C_C}=\frac{1}{\omega C_C}=\frac{10^{12}}{2\pi 2\times 10}=7{,}96\times 10^{9}\,\Omega$$

$X_{C_C}=7960\ M\Omega$

$$X_{C_L}=\frac{1}{\omega C_L}=\frac{10^{12}}{2\pi 2\times 800}=9{,}95\times 10^{7}\,\Omega,\quad X_{C_L}=99{,}5\ M\Omega$$

$X_{C_L}\cong 100\times R_L$ olduğundan X_{C_L}'nin etkisi ihmal edilebilir ve hatta $R_C\cong 10{,}000\ R_L$ olduğundan onun etkisi de ihmal edilir. Yaklaşık olarak devrenin son şekli aşağıdaki gibidir.

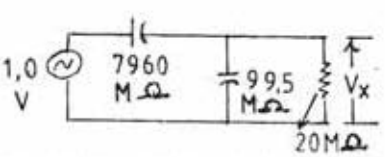


$$|\vec{V}_L|=\frac{R_L\times V}{(R_L^2+X_{C_C}^2)^{1/2}}=\frac{1{,}0\times 1{,}0}{(1^2+7960^2)^{1/2}}$$

$$=0{,}000126\ V$$

$|\vec{V}_L|=0.126$ mV olur.

b) $R_L=20\times 10^6\,\Omega=20\ M\Omega$iken X_{C_L} ihmal edilemez, fakat R_C hala ihmal edilebilir. Buna göre devre:

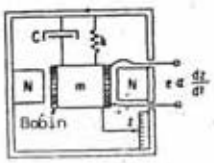


Bu devre de V_x çözülürse

$V_x=0{,}00247\ V=2.47$ mV

bulunur.

18-6 Bir sismik dönüştürücü Şek.18-9c deki biçimine sahiptir. Makaranın kütlesi 10 g ve yay sabiti 10 N/m dir. (a) Sönümsüz doğal f_n frekansı nedir (b) Eğer 0,6 lık normalize sönüm isteniyorsa sönüm sabitinin gereken değeri nedir? (c) Dönüştürücü yapısı 2 mm tepeden tepeye (t-t) harmonik genlikli 20 Hz frekansla kalibre edildiğinde ölçülen çıkış voltajı 200 mV t-t dir. Dönüştürücü 8 Hz harmonik titreşimi ölçmek için uygulanıyor ve t-t çıkışı 120 mV dur. Bu titreşimin genliği nedir? Sistemin ideal olmayan cevabı için bir doğrultma ekleyiniz (d) İdeal cevabı olmaması yüzünden eklenen düzeltme ihmal edilirse ve yüzde 5 i aşmayan genlik hatasına göz yumulabilinirse bu dönüştürücünün kullanılması gereken en alçak frekans nedir?



Şek.(18-9c)

m=10qr.=10^{-2} kg

k=10 N/m, Denk.(18-12) kullanılır.

a) $f_n = \frac{1}{2\pi}\omega_n = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = 5,05$ Hz bulunur.

b) Denk.(18-13) kullanılır $\xi = \frac{C}{C_C} = \frac{C}{2\sqrt{km}}$ buradan

$C = \xi 2\sqrt{km} = 0,6x2\sqrt{10x10^{-2}} = 0,379 \frac{N.sn}{m}$ olur.

c) f=20 Hz de X_o=2 mm (t-t) için V=200 mV (t-t). Denk.(18-14) kullanılır, $\omega_n = 2\pi x 5,05$ ve f=20 Hz'de $\frac{Z_o}{X_o} = 1,016$ ve f=8 Hz.de $\frac{Z_o}{X_o} = 1,033$ bulunur. Bobine indüklenen voltaj=V=kZ_of dir ve V, Z_o ve f ile orantılıdır. k'yı bulmak için düzeltme verileri kullanılır;

$k = \frac{V}{Z_o f} = \frac{200}{Z_o 20} = \frac{10}{Z_o}$, fakat $Z_o = \frac{Z_o}{X_o} \times 2 = 1,016 \times 2$

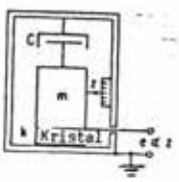
$Z_o = 2,032$ mm dir.

buna göre $k = \frac{10}{2,032} \frac{mV-sn}{mm}$

f=8 Hz de, V=120 ve $Z_o = \frac{V}{kf} = \frac{120}{\frac{10}{2,032}x8} = 3,048$ mm

f=8 Hz de $\frac{Z_o}{X_o} = 1,033$ olduğunu biliyoruz. Son olarak X_o'ın değerini hesaplayabiliriz. $X_o = 3,048x \frac{X_o}{Z_o} = \frac{3,048}{1,033} = 2,95$ mm (t-t) olur.

18-7 Şekil 18-9b deki gibi yapılan bir piezoelektrik ivmemetre gözönüne alınız. İvmemetrenin m kütlesi, yerine yerleştirme dışında 40 g dır. (a) Eğer sönümsüz doğal frekans 5 kHz ise yay sabiti nedir? (b) Yay sabiti (a) da hesaplandığı gibi alındığında sönüm 0,5 normalize sönüm çarpanı verecek biçimde ayarlanmıştır. Eğer m kütlesinin dönüştürücü muhafazasına göre genliğinin muhafazanın ivmesine normalize oranı düşük-frekans değerinin 1,05 ini aşmazsa dönüştürücü ne kadar yüksek frekansta kullanılır?



Şek.(18-9b)

m=40 gr = 0,040 kg.

Denk.(18-12) kullanılır: $\omega_n = 2\pi f_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$

veya $k = 4\pi^2 f_n^2 m$ bulunur.

a) $k = 4\pi^2 \times 25\times10^6 \times 0{,}040 = 3{,}95\times10^7$ N/m

b) $\xi = 0{,}5$ ve $\frac{\omega_n^2 Z_{maksimum}}{\ddot{X}} = 1{,}05$ (Denk.(18-16) kullanılır.)

$$\omega_n^2 \frac{Z_o}{\ddot{X}_o} = 1{,}05 = -\frac{1}{\left(\left[1-\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right]^2 + \left(2\xi\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right)^{1/2}}$$

$\xi = 0{,}5$ değeri yerine konur ve $\frac{\omega}{\omega_n}$ değeri çözülürse; $\frac{\omega}{\omega_n} = 0{,}32$ ve $f = 5000\times0{,}32 = 1600$ Hz bulunur.

18-8 Alıştırma 18-7 de tanımlanan piezoelektrik ivmemetre maksimum 200 g olarak ifade edilsin, yani yerçekimi ivmesinin 200 katı bir değerde olsun. Sorun olan titreşim harmonikse uygulanabilen maksimum genlik aşağıdaki frekanslarda ne büyüklüktedir? (a) 40, (b) 100, (c) 400 ve (d) 1000 Hz. Bu frekanslarda maksimum ivmeye karşılık gelen kristal sapmasının tepe değerini de hesaplayınız.

Problem (18-17) den: $k = 3{,}95\times10^7$ N/m, $m = 0{,}040$ kg $\xi = 0{,}5$, Mak.ivme = 200 g = $200\times9{,}8$ m/sn^2 = 1960 m/sn^2 $X = A \sin \omega t$; $\frac{dx}{dt} = A\omega\cos\omega t$;

$\frac{d^2x}{dt^2} = -A\omega^2 \sin\omega t$. Mak.ivme $= A\omega^2 = 1960$; $A = \frac{1960}{\omega^2}$,A'nın değerini farklı frekanslar için hesaplayalım.

	f(Hz)	A(mm)
a)	40	30,9
b)	100	4,95
c)	400	0,309
d)	100	0,0495

Denk.(18-10) kullanılarak Z_o kristal sapması hesaplanır. $X_o = A$ için,

$C = \xi 2\sqrt{km} = 0{,}5\times2\sqrt{3{,}95\times10^7 \times 0{,}04}$

$C = \sqrt{1{,}252}$

$$Z_o = \frac{\omega^2 A}{\left[\left(\frac{k}{m}-\omega^2\right)^2 + \left(\frac{\omega C}{m}\right)^2\right]^{1/2}};$$

f= 40 100 400 1000 Hz

Z_o=1,98x10^{-3}, 1,98x10^{-3}, 1,99x10^{-3}, 2,02x10^{-3}mm.

K,m ve C'nin değerleri yerine konur ve ve A değerlerine karşılık olan Z_o değerleri hesaplanır.

18-9 Şekil 18-16 daki pn fotodiyod belirtgenlerini aydınlanmanın sabit bir değeri için güneş pilinden maksimum güç çıkışı elde etme tartışmasına temel olarak kullanınız.

18-10 Dokuz-katlı bir fotoçoğaltıcı tüp S=0,25 $V^{4,2}$ deneysel bağıntısıyla verilen bir aydınlanma duvarlığına sahiptir. Burada S lümen başına mikroamper olarak duvarlık ve V kat başına voltajdır. (a) Kat başına V=10 V olduğu zaman 2 µlm lik ışık akısı için anod akımı nedir? (b) Çoğaltıcının fotokatod yüzeyi 6,45 cm^2 olsun. Hiç bir odaklayıcı mercek araya konmamışsa 32-mum güçlü bir lambanın (a) da verilen ışık akısını vermesi için ne kadar uzağa konulmalıdır? (c) Eğer duvarlık V=10V taki değerin yüzde ±10 u içinde tutulması gerekiyorsa V de ne kadar değişmeye izin verilebilir?

9 katlı foto coğaltıcı, S=0,25 $V^{4,2}$

a) L=2 µlm., V=100 Volt.

S=0,25x100^{4,2}=0,63x10^8 µA/lüm.; i=SL=0,63x10^{8}x2x10^{-6}=126 A.

b) Yüzev=0,3 inç^2, 32 mum güçlü lamba

$F=EA=\frac{I}{r^2}A$ veya $r=(\frac{I}{F}A)^{1/2}=(\frac{32\ \text{mum-güç.}}{2x10^{-6}\ \text{lümen}} \times \frac{0,3}{144})^{1/2}$=183 ft

c) S, ±10% değişebilir.

V'nin yüksek değeri için; $\frac{(V_1)^{4,2}}{100^{4,2}}$ =1,10 $\Rightarrow$ V_1=102,4 Volt.

V'nin düşük değeri için; $\frac{(V_2)^{4,2}}{100^{4,2}}$ =0,90 $\Rightarrow$ V_2=97,6 Volt.

bulunur.

18-11 Silikon bir güneş pilinin yüzeyi 2x2 cm dir. Bu pil 100 W lık tungsten lambasından 254 cm uzağa konduğu zaman 130 fotomumluk aydınlanma alıyor. Pil üzerindeki vük direnci maksimum

güç için ayarlandığında pilin çıkışı 0,4 V ta 6 mA dır. Lambanın düzgün olarak bütün doğrultularda yayınladığı varsayılırsa güç aktarımının verimi nedir?

Yüzey=2x2 cm^2 100 W'lık lamba.

Çıkan güç=V.I=0,4x0,006=0,0024 W

$$\text{Giren (Alınan) güç} = \frac{\text{Güneş pili yüzeyi}}{\text{1 ft yarıçaplı küre yüzeyi}} \times 100$$

$$= \frac{2x2cm^2}{4\pi(30,45)^2} \times 100 = 0,0342 \text{ W}$$

$$\text{Verim} = \eta = \frac{P_{çık.}}{P_{gir.}} = \frac{0,0024}{0,0342} = 0,070$$

18-12 Ge fotodiyod için Şek.18-19 daki S14 eğrisinin λ=2,0 µm de sıfır olduğunu varsayıyoruz. Bu bilgiyi esas olarak Ge da elektron volt cinsinden yasak enerji aralığı nedir?

λ=2 µm $eE_g = \frac{hC}{\lambda}$; $E_g = \frac{hC}{e\lambda}$

h=6,63x10^{-4}, c=30x10^8 m, e=1,6x10^{-19} coul.; λ=2x10^{-6}m

$$E_g = \frac{6,63x10^{-34}x3x10^8}{1,6x10^{-19}x2x10^{-6}} = 0,62 \text{ eV.}$$

18-13 0,9 µm dalga boylu tek renkli ışınımlanan bir fotodiyod üzerindeki deneme, H=12 mW/cm^2 ve V_R=5 V olduğu zaman 100 µm lik akım veriyor. Duygun yüzey 3 mm^2 ise kuantum verimini (saniyede serbest bırakılan elektronların foton miktarına oranı) hesaplayınız.

λ=0,9 µm, i=100 µA, H=12 m W/cm^2, V_R=5 V

yüzey=3 mm^2, i=10^{-4} A, H=0,012 W/cm^2

$$\text{Saniyedeki elektron sayısı} = \frac{i}{e} = \frac{10^{-4}A}{1,6x10^{-19}} = 0,625x10^{15}$$

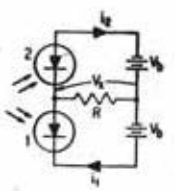
Yüzeydeki güç=0,012x3x10^{-2}=3,6x10^{-4} W

$$\text{Bir foton'un Enerjisi} = \frac{hC}{\lambda} = \frac{6,63x10^{-34}x3,0x10^8}{0,9x10^{-6}} = 22,1x10^{-20} \text{ joule}$$

Saniyedeki foton sayısı = $\frac{3,6\text{x}10^{-4}}{22,1\text{x}10^{-20}} = 1,63 \times 10^{15}$

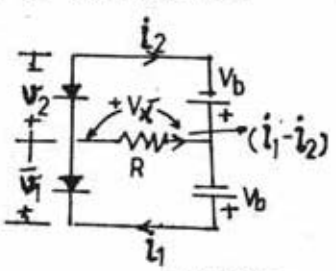
Verim= $\frac{\text{Saniyedeki Elektron Sayısı}}{\text{Saniyedeki Foton Sayısı}} = \frac{0,625\text{x}10^{15}}{1,63\text{x}10^{15}} = 0,38$ olur.

18-14 Diyodlar üzerindeki aydınlanma değerleri arasındaki farkı algılamak için Şek.18-22 deki devrede iki fotodiyod kullanılmıştır.



Şekil 18-22

Diyodların doğrusal bölgede (Şek.18-16 da $\upsilon > \pm$ 6 V bölgesinde) yani diyod akımının $i=I_D\ E(I_o+g\upsilon)$ biçiminde ifade edilebildiği bölgede çalıştığını varsayınız. Burada I_D karanlık akımı E aydınlanma, I ve g sabitlerdir. Fotodiyodlar üzerindeki E_1, E_2 aydınlanmaları, devre ve diyod değişkenleri cinsinden V_x için analitik bir ifade: (a) R sonsuz iken ve (b) R gözönüne alındığında, bulunuz. I_D nin ihmal edilebildiğini ve diyodların özdeş olduğunu varsayınız. (c) E_1=101, E_2=99 cm mum, V_b=40 V, R→∞, I_o=1,0 μA/cm mum ve g=0,002 μA/V x ft mum olduğu zaman V_x in değeri nedir? (d) R=0,1 MΩ için (c) yi tekrarlayınız.



Şekilden

I_D ihmal ediliyor.

$i_1=E_1(I_o+g\upsilon_1)\ldots(1)$

$i_2=E_2(I_o+g\upsilon_2)\ldots(2)$

R'deki gerilim ise;

$V_x=R\ (i_1-i_2)\ldots(3)$

$\upsilon_1=V_b-V_x\ldots(4)$

$\upsilon_2=V_b+V_x\ldots(5)$

(1) ve (2) deki i_1 ve i_2 değerleri (3) kullanılır,

$V_x = R\left[E_1(I_o + g\upsilon_1) - E_2(I_o + g\upsilon_2)\right]$...(6) veya

$V_x = RI_o(E_1 - E_2) + Rg(E_1\upsilon_1 - E_2\upsilon_2)$...(7) burada (4) ve (5) deki υ_1 ve υ_2 değerleri kullanılır,

$V_x = RI_o(E_1 - E_2) + Rg\left[E_1(V_b - V_x) - E_2(V_b + V_x)\right]$...(8) Denklem V_x değeri için çözülür,

$$V_x = \frac{(I_o + gV_b)(E_1 - E_2)}{(\frac{1}{R}) + g(E_1 + E_2)} \quad ...(9)$$

a) $R \to \infty$ iken $V_x = \dfrac{(I_o + gV_b)(E_1 - E_2)}{g(E_1 + E_2)}$...(10)

b) $V_x = \dfrac{(I_o + gV_b)(E_1 - E_2)}{(\frac{1}{R}) + g(E_1 + E_2)}$

c) $E_1 = 101$, $E_2 = 99$; $V_b = 40$; $R \to \infty$; $I_o = 1{,}0$ μA/cm mum

$g = 0{,}002 \frac{\mu A}{V}$ x cm.mum. Denk.(10) kullanılır.

$V_x = \dfrac{(1{,}0 + 0{,}002 \times 40)(101 - 99)}{0{,}002 \times 200} = 5{,}4$ Volt

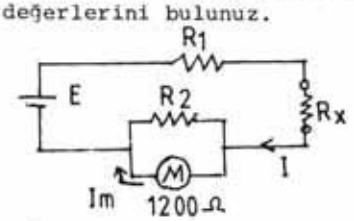
d) Denk.(9) kullanılır. $R = 0{,}1$ MΩ $= 1 \frac{\mu A}{V} = 1 \frac{1}{M\Omega}$

$V_x = \dfrac{(1{,}0 + 0{,}002 \times 40)(101 - 99)}{(\frac{1}{0{,}1}) + 0{,}002 \times 200} = 0{,}208$ Volt olur.

BÖLÜM-19

ELEKTRONİK ALETLER

19-1 Şekil 19-1 deki ohmmetre devresindeki M ölçü aleti tam skala 25 μA akıma ve 1200 Ω dirence sahiptir. R_x=10.000 Ω iken ibrenin skalanın yarısına kadar sapması için gerekli R_1 ve R_2 değerlerini bulunuz.



R_x=0 iken, $I=I_{tam-skala}$ ve

I_m=25 μA.

R_x=10,000 Ω iken $I=\frac{I_{tam-ska}}{2}$; ve

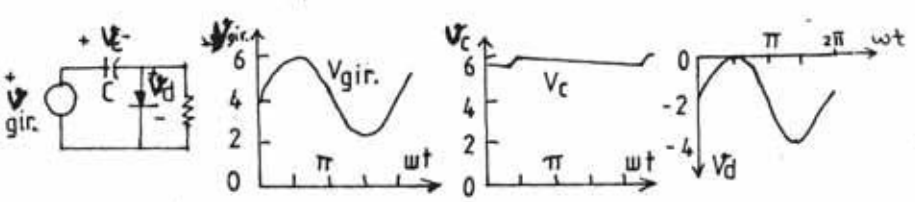
$I_m=\frac{25}{2}=12,5$ μA.

E belirtilmediğinden, sadece R_1 ve R_2 değerlerini seçmeliyiz. R_x=10.000 Ω iken devrenin toplam direnci R_t iki katına çıkar. (Gösterge yarıda)

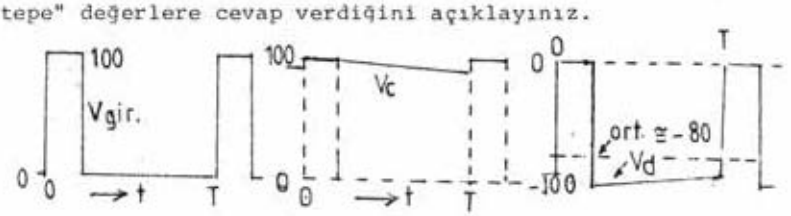
$R_1+\frac{1200xR_2}{1200+R_2}=10.000$ Ω R_1 ve R_2'nin mümkün değerleri şunlardır:

R_2=	1200	2400	3600 Ω
R_1=	9400	9200	9100 Ω

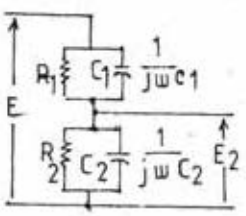
19-2 Şekil 19-3 deki υ_{gir} in 4+2 sinωt V değerine sahip olduğunu kabul edelim. RC nin, υ_{gir} in a.a. bileşeninin periyodunun yaklaşık 10 katına eşit olduğunu ve elektronik VM'nin giriş impedansının çok yüksek olduğunu kabul edelim. υ_{gir}, υ_d ve C üzerinde düşen voltaj υ_C'nin kabaca dalga şeklini çiziniz. υ_d nin ortalama değeri, υ_{gir} nin değişken bileşenini tepe değeri ile orantılımıdır?



19-3 Şek.19-3 deki υ_{gir} için Şek.19-9d deki 100 V luk puls dalgası kullanıldığını varsayalım. RC, dalganın periyodunun yaklaşık 10 katı ve elektronik VM nin giriş direnci sonsuz olsun. υ_d nin dalga biçimini bulunuz. υ_d nin ortalama değeri nedir? Bu voltmetre sisteminin neden giriş dalgası "ortalama değer üstü tepe" değerlere cevap verdiğini açıklayınız.



19-4 Şekil 2-35 deki gibi iki bölümlü azaltıcı dengeleyici çiziniz. Bileşime uygulanan voltajın $\sqrt{2}$ E sinωt olduğunu kabul edelim. Eğer $R_1C_1=R_2C_2$ ise, düşürücü bölümdeki E_2 voltajı ile toplam E voltajının oranının frekanstan bağımsız olduğunu gösteriniz. (Dengeleyici voltaj bölücü, aynı zamanda bozmadan pulsu da küçültür. Voltaj pulsunun, Fourier integralleri ile harmonik voltajın sonsuz serisi şeklinde açıklandığını düşünelim. Serinin her terimi aynı oranda küçültülür. Voltaj pulsunun, Fourier integralleri ile harmonik voltajın sonsuz serisi şeklinde açıklandığını düşünelim. Serinin her terimi aynı oranda küçültülür ve böylece küçültülmüş terimlerin toplamı aynı şekilde fakat daha düşük genlikte puls verir).



$$\frac{E_2}{E} = \frac{Z_2}{Z_{top.}} = \frac{R_2 \| \frac{1}{j\omega C_2}}{R_2 \| \frac{1}{j\omega C_2} + R_1 \| \frac{1}{j\omega C_1}} =$$

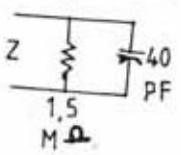
$$\frac{E_2}{E} = \frac{\frac{R_2}{1+j\omega R_2 C_2}}{\frac{R_2}{1+j\omega R_2 C_2} + \frac{R_1}{1+j\omega R_1 C_1}}$$

$R_2C_2=R_1C_1=T$ kabul edelim. Buna göre;

$$\frac{E_2}{E} = \frac{\frac{R_2}{1+j\omega T}}{\frac{R_2}{1+j\omega T} + \frac{R_1}{1+j\omega T}}$$ pay ve paydadaki terimler sadeleştirilirse

$$\frac{E_2}{E} = \frac{\frac{R_2}{1+j\omega T}}{\frac{R_2+R_1}{1+j\omega T}} = \frac{R_2}{R_2+R_1}$$ sonucu bulunur. Bunun da ω'dan bağımsız olduğu görülüyor.

19-5 Ortalama değere cevap veren elektronik voltmetre 1,5 MΩ giriş impedansına sahiptir ve 40 pF sığaçla şöntlenmiştir. Aşağıdaki frekanslarda giriş impedansının şiddetini bulunuz. (a) 5 kHz, (b) 100 kHz, ve (c) 1,5 MHz.

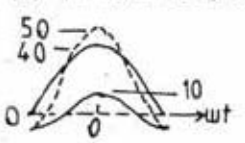


$$\vec{Z} = R \| \frac{1}{j\omega C} = \frac{R}{1+j\omega RC} = \frac{1{,}5\times10^{6}}{1+j\omega 6\times10^{-5}}$$

f =	5000	10^5	$1{,}5\times10^6$ Hz
$\lvert\vec{Z}\rvert$ =	700.000	39.800	2.650 Ω

19-6 Bir yükselteç çıkış voltajı dalgası 40 cos 1000 t+10 cos 2000 t V olarak ifade edilebilir. (a) Bu dalganın kok değeri nedir? (b) Sinüs dalgasının kok değerine göre ölçeklendirilmiş ve dalganın pozitif tepelerine cevap veren voltmetreye bu dalga uygulandığında göstergede okunan değer nedir? (c) Sinüs dalgası kok ortalamasına cevap veren voltmetre için (b) yi tekrarlayınız.

e=40 cos 1000 t+10 cos 200 t



a) $E_{kok} = \sqrt{\frac{40^2+10^2}{2}} = 29{,}2$ Volt

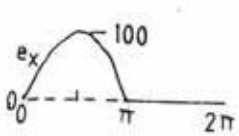
b) R=0,707 x tepe=0,707 x 50 = 35,35 Volt.

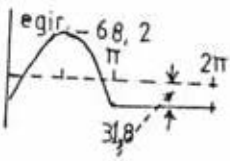
c) R= $\frac{\pi}{\sqrt{2}}$ x pozitif yarım dalganın ortalaması. $\omega t = 77^{o}$ de e=0 bulunur.

$$E_{ort.} = \frac{1}{2\pi} \times 2 \times \int_0^{77^{o}} (40\cos\omega t + 10\cos 2\omega t)\, d(\omega t) = 13{,}1$$

$$R = \frac{\pi}{\sqrt{2}} \times 13{,}1 = 29{,}1 \text{ Volt.}$$

19-7 Yarı periyodu doğrultulmuş sinüs dalgasının ilk varısı 100 sinωt V ve geri kalan kısmı sıfırdır. Bu voltaj dalgası, her ikisinde de giriş bağlantılarında seri sığaç bulunan iki elektronik voltmetreye uygulanıyor. Her iki voltmetre, sinüs ayar dalgasının kok değerine göre ölçeklendirilmiştir. (a) Ortalama değer üstü değerlere cevap veren voltmetrede ve (b) pozitif yarım-dalga ortalama değerlere cevap veren voltmetrede, okunan değer nedir?





e_x'in ortalaması;

$e_x = \frac{1}{\pi} \times 100 = 31,8$

a) Tepe değere cevap veren VM nin okuduğu değer;

$0,707 \times$ Tepe veya $0,707 \times 68,2 = \underset{(kok)}{49,3}$ Volt

b) $e_{gir.}$ dalgasının pozitif kısmının ortalama değeri gereklidir. Bu aşağıdaki gibi açıklanabilir.

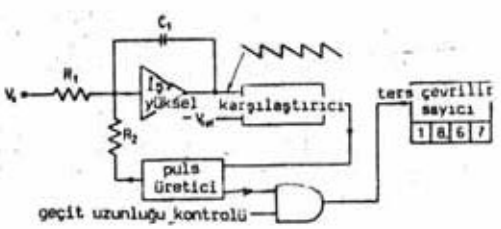
$18,5^{o} < \omega t < 161,5^{o}$ aralığında: $e_{gir.} = 100 \sin\omega t - 31,8$

Bu dalganın ortalama değeri $E_{ort.} = 17,6$ V bulunur.

VM de okunan değer $= 2,22 \times E_{ort.} =$ (Bak.tam dalga cevaplı VM)

Okunan değer $= 2,22 \times 17,6 = 39,1$ Volt (kok) olur.

19-8 Şekil 19-8 de görülen toplu devre SVM sisteminde $R_1 = 0,2$ MΩ $C_1 = 0,002\mu F$, ve $-V_{ref} = -2,5$ V olduğunu kabul edelim. (a) $V_x = 1,25$ V ise puls üretecinin tekrarlama hızı nedir? (b) Tek bir pulsun, C_1 den çıkardığı yük miktarı ne kadardır? (c) Eğer geçit zamanı 1,0 sn ise $V_x = 2,5$ V olduğunda sayıcıdaki sayma ne kadardır?



$R_1 = 0,2$ MΩ, $C_1 = 0,002\mu F$, $-V_{ref.} = -2,5$ V. İntegre edici çıkışı $= \frac{1}{RC} V_x T$; Testere dişi periyodu T sonunda

$$V_{ref} = \frac{1}{RC} V_x T = \frac{1}{RC} V_x \frac{1}{f} \text{ ve } f = \frac{V_x}{RCV_{ref.}}$$

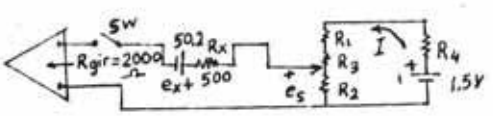
a) $$f = \frac{1,25}{0,2 \times 10^{6} \times 2 \times 10^{-9} \times 2,5} = 1250 \text{ Hz}$$

b) $Q=C_1 V_{ref.}=0,002 \times 10^{-6} \times 2,5=0,005 \times 10^{-6}$ coulomb.

c) Sayma=2500, (Testere dişi dalganın frekansı 2500 sn^{-1} iken)

19-9 Şekil 19-13 deki devrede, E nin değerinin 1,5 V, S değişken direncin toplam 200 Ω ihtiva ettiğini, ve SW açık iken e_s=50 mV olduğunu kabul edelim. Yükselteç giriş direnci 2000Ω, ve bilinmeyen voltaj kaynağının Thévenin eşdeğeri, 50,2 mV d.a. kaynak ve seri direnç 500 Ω dan oluşsun. SW1 ucuna bağlandığında yükselteç giriş voltajı ne kadardır?

E=1,5 V, S=200Ω, e_s=50mV (SW açık), $R_{gir.}$=2000 Ω



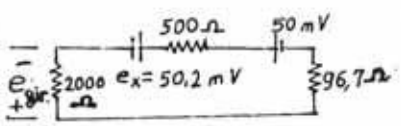
$$I=\frac{100\ mV}{200\ \Omega}$$

$$R_{top.}=\frac{V}{I}=\frac{1,5}{6,5\times10^{-3}}$$

$$R_{top.}=3000\ \Omega$$

R_2'yi bulmak için; $\frac{R_2}{3000}=\frac{50}{1500}$ veya R_2=100 Ω olur. e_s'nin sağında Thévenin kaynağı kullanılır. $R_{Thév.}$=100//2900 = 96,7, $E_{Thév.}$=50 mV.

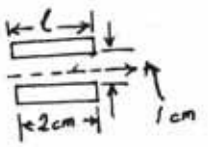
Eşdeğer devre;



Devre ilmeğinin direnci=
(2000+500+96,7)Ω=2596,7 Ω

$$e_{gir.}=\frac{2000}{2596,7}\times(50,2-50)=0,154mV$$

19-10 Katod ışınları tüpü elektron tabancasındaki elektronlar, V_a hızlandırma voltajından ötürü oluşan potansiyel enerjiyi harcayarak kinetik enerji kazanırlar. q_e ve m elektron yükü ve kütlesi olmak üzere, enerjileri eşitleverek, elektronların tabancadan ayrıldıkları hızı $(2q_eV_a/m)^{1/2}$ olarak bulunuz. Özel bir KIO tüpü elektrostatik saptırma levhaları, tüp ekseni boyunca 2 cm boyuta sahiptirler ve 1 cm aralıkla yerleşmişlerdir. Hızlandırma voltajı 3000 V ise elektronların levhayı geçmesi için gerekli uçuş zamanının sinyal periyodunun yüzde beşinden küçük olması şartı ile saptırma levhalarına uygulanabilecek en yüksek frekanslı sinyal nedir?



V_a=3000 V, iken elektronların hızını hesaplayalım.

$$\upsilon=\left(\frac{2\frac{e}{m}V_a}{m}\right)^{1/2}=\left(\frac{2x1,6x10^{-19}x3000}{9,11x10^{-31}}\right)^{1/2}$$

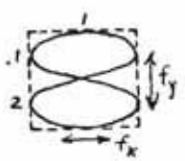
$$\upsilon=3,24x10^{7}\ m/sn.$$

levhalar arasından geçiş zamanı=$t=\frac{1}{\upsilon}$

$$t=\frac{1}{\upsilon}=\frac{0,02\ m}{3,24x10^{7}m/sn}=6,18x10^{-10}\ sn. \quad ; \quad \frac{5}{100}=0,05$$

$$t=0,05\ T=\frac{0,05}{f}\ \text{buradan,}\ f=\frac{0,05}{t}=\frac{0,05}{6,18x10^{-10}}=8,1x10^{7}\ Hz.$$

19-11 Lissajous şekillerinden, iki bileşenin frekans oranını anlayabilmek için nasıl bir genel kural verilebilir?



Şekilden görüldüğü gibi, Lissajous şeklinin dikdörtgenle sınırlandığını düşünelim. Sekil meydana gelirken izi ters yönde tekrarlamaz, ve f_x/f_y oranı, şeklin düşey eksene dokunma savısının yatay eksene dokunma (teğet) sayısına oranına eşittir. n_x=yatay eksene teğet sayısı, n_y=Düşey eksene teğet sayısı olmak üzere;

$$f_x.n_x=f_y.n_y \Rightarrow \frac{f_x}{f_y}=\frac{n_y}{n_x}\ \text{şekilden;}\ \frac{f_x}{f_y}=2\ \text{dir.}$$

19-12 KIO da bir çift saptırma levhası bulunmaktadır ve bağlantı kablolarının sığası 40 pF dır. Bu plaka sistemi 30 V/cm saptırma duyarlığına sahiptir. (a) Testeredişli lineer taramada 0,5μsn/cm lik tarama hızı oluşturmak için hangi hızda voltaj değişimi gerekir? (b) Bu şartlar altında, saptırma levhası sistemine nekadar akım verilmelidir?

C=40 pF, 30 V/cm, 0,5 μsn/cm = $\frac{1}{2}\ \frac{\mu sn}{cm.}$

a) 2 cm, 60 V ister. $\frac{dV}{dt}=\frac{\Delta V}{\Delta t}=\frac{60}{1x10^{-6}}=6\ x\ 10^{7}$ V/sn.

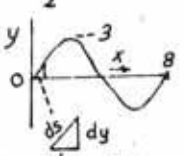
b) $i=C\ \frac{dV}{dt}=40\ x\ 10^{-12}\ Fx\ 6x10^{7}$ V/sn = 0,0024 A

i=0,0024 A=2,4 mA

19-13 Osiloskop ekranında, fotoğrafik olarak tek geçici akımı kaydetmede tek sınırlayıcı etki, yazma hızı olarak adlandırılan ekran üzerindeki aydınlık noktasının ani çizgisel hızıdır. Özel bir durum için uygun olarak kaydedilen en büyük yazma hızının $8\text{x}10^6$ cm/sn olduğunu kabul edelim. (a) Puls yüksekliği 3 cm ve pulsun yükselmesi sırasında yatay sapma 2 cm olan kayıt edilebilir puls için en kısa yükselme zamanını hesaplayınız. (b) Dalganın periyodu 8 cm ve tepeden-tepeye sapma 6 cm ye ayarlandığında, kaydedilebilen geçici sinüs dalganın en yüksek frekansını hesaplayınız.

a) 

$\frac{\Delta l}{\Delta t}=8\text{x}10^6 \frac{\text{cm}}{\text{sn.}}$; $\Delta t=\frac{\Delta l}{8\text{x}10^6}=\frac{\sqrt{13}}{8\text{x}10^6}=0{,}45\text{x}10^{-6}$ sn (yükselme zamanı)

b) 

T=periyod, f=frekans

$y=3 \sin \frac{2\pi x}{8}=3 \sin \frac{\pi}{4} x \ldots (1)$

$ds=\left[(dx)^2+(dy)^2\right]^{1/2} \ldots (2)$

(1) den $dy=\frac{3\pi}{4}(\cos \frac{\pi}{4}x)dx \ldots (3)$ (3),(2)'de kullanılır.

$ds=\left[(dx)^2+\frac{9\pi^2}{16}(\cos^2 \frac{\pi}{4}x)(dx)^2\right]^{1/2}$

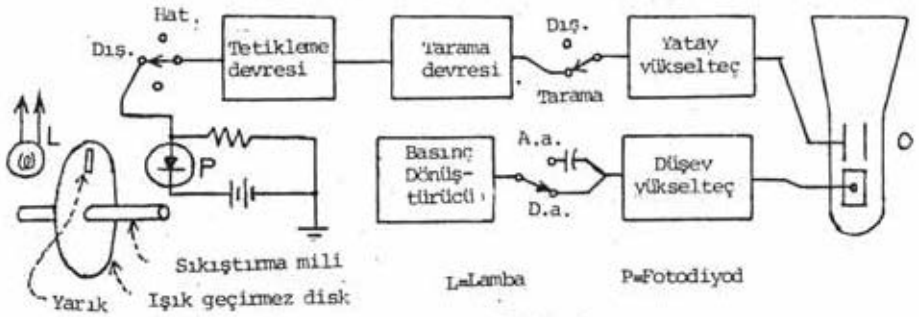
$ds=\left[1+\frac{9\pi^2}{16} \cos^2 \frac{\pi}{4}x\right]^{1/2} dx$; buradan

$\frac{ds}{dt}=\left[1+\frac{9\pi^2}{16} \cos^2 \frac{\pi}{4} x\right]^{1/2} \frac{dx}{dt} \ldots (4)$

fakat x=0'da $\frac{ds}{dt}$ maksimum olur. Bu nedenle; $(\frac{ds}{dt})_{max.}=\left[1+\frac{9\pi^2}{16}\right]^{1/2} \frac{dx}{dt}$;

veya $(\frac{ds}{dt})_{max.}=2{,}56 \frac{dx}{dt}$ fakat $\frac{dx}{dt}=\frac{8}{T}=8f$ ve $(\frac{ds}{dt})_{max.}=8\text{x}10^6$ Bu değerlerden $8\text{x}10^6=2{,}56\text{x}8f \Rightarrow f=3{,}9\text{x}10^5$ Hz bulunur.

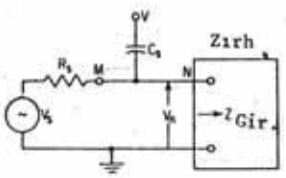
19-14 Hava kompresöründeki basıncın zamana göre grafiği osiloskop ekranında çizilmek isteniyor. Osiloskop yükseltecine yeterli voltajı, bir basınç-voltaj dönüştürücüsünün verdiğini varsayınız. Şekil 19-20 ye benzer blok çizimi bu problem için yapınız. Kompresör milinin dönmesi ile eşzamanlı olacak taramayı da bu düzenlemeye koyunuz. "İç" zamandaşlığın kullanılmasının yeterli olmayacağına dikkat ediniz.


Hat.
Dış.
Tetikleme devresi
Tarama devresi
Dış.
Tarama
Yatay yükselteç
L
P
Basınç Dönüş-türücü
A.a.
D.a.
Düşey yükselteç
O
Sıkıştırma mili
Yarık
Işık geçirmez disk
L=Lamba
P=Fotodiyod
O=Osiloskop

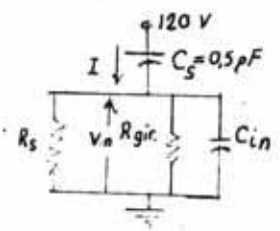
BÖLÜM-20

ELEKTRİKSEL GÜRÜLTÜ

20-1 Şekil 20-11 eşdeğer devresinde C_s, 120 V, 60 Hz şebeke ucu V ile açıktaki MN teli arasındaki parazit sığacını göstermektedir. Zırhlanmış cihazın (örneğin osiloskop) giriş impedansı Z_{gir} 1 MΩ dirençle paralel bağlı 40 pF sığaçtır. C_s=0,5 pF olarak, (a) R_s= 5000Ω (b) R_s=500 kΩ için gürültü voltajı V_n yi hesaplayınız.



Şekil 20-11



a) $R_{gir.}$= 10^6 Ω

$C_{gir.}$= 40 pF

R_s=5000Ω, $R_s \| R_{gir.}$=4975

$$X_{C_s}=\frac{1}{\omega C_s}=\frac{1}{2\pi x60x0,5x10^{-12}}=5,3x10^9$$

$$X_{C_{gir.}}=\frac{1}{2\pi x60x40x10^{-12}}=66,3x10^6\Omega$$

V_n'üzerindeki $C_{gir.}$ etkisi ihmal edilirse;

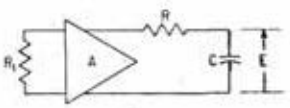
$$V_n=I(R_s\|R_{gir.})\simeq\frac{120}{5,3x10^9}\ x\ 4975=0,113x10^{-3}\ V=0,113\ mV$$ bulunur.

b) R_s=500,000 Ω $R_s\|R_{gir.}$=$0,333x10^6$ Ω. Buradada $C_{gir.}$ sığacının etkisi ihmal edilirse

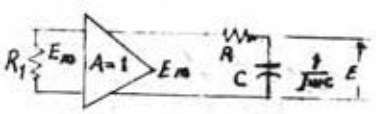
$$V_n=I(R_s\|R_{gir.})\simeq\frac{120}{5,3x10^9}\ x\ 0,333x10^6=7,5x10^{-3}\ V=7,5\ mV$$ bulunur.

20-2 Şekil 20-12 deki A yükselteci ideal, gürültüsüz birim kazanca sahip bir voltaj yükseltecidir. R_1 direnci sadece basit sıcaklık gürültüsü üretmektedir. (a) C sığacının uçlarındaki gürültü volta-

jının kare ortalamasının $E^2=kTR_1/RC$ ve gürültü bandgenişliğinin de 1/4 RC olduğunu gösteriniz. (b) Böyle bir ölçü aletinin yavaş değişen bir büyüklüğü ölçerken, çıkıştaki RC süzgecinin gürültünün azaltılmasına etkisini tartışınız. Bu yöntemin sınırlamaları nelerdir?



Şekil 20-12

a) 

$$E=\frac{1/j\omega C}{R+1/j\omega C}\,E_n=\frac{1}{1+j\omega RC}\,E_n$$

$$\tau=RC,\quad E_n^2=4\,kTR_1\,df$$

olduğunu varsayalım.

$$|E|^2=\left(\frac{1}{1+4\pi^2\tau^2f^2}\right)\quad E_n^2=\frac{4kTR_1}{1+4\pi^2\tau^2f^2}\,df$$

$$|E|^2=4kTR_1\int_0^\infty\left(\frac{1}{1+4\pi^2\tau^2f^2}\right)df=\frac{4kTR_1}{4\pi^2\tau^2}\int_0^\infty\frac{1}{\frac{1}{4\pi^2\tau^2}+f^2}\,df$$

$$=\frac{kTR_1}{\pi^2\tau^2}\,2\pi\tau\tan^{-1}2\pi\tau f\Big|_0^\infty=\frac{2kTR_1}{\pi\tau}\times\frac{\pi}{2}=\frac{kTR_1}{\tau}=\frac{kTR_1}{RC}$$

$$B=\frac{1}{G_o^2}\int_0^\infty|G(f)|^2df,\quad |G(f)|^2=\frac{1}{4\pi^2\tau^2\left(f^2+\frac{1}{4\pi^2\tau^2}\right)}$$

$$G_o=1;\quad B=\frac{1}{4\pi^2\tau^2}\int_0^\infty\frac{1}{\left(f^2+\frac{1}{4\pi^2\tau^2}\right)}\,df=\frac{2\pi\tau}{4\pi^2\tau^2}\,\frac{\pi}{2}=\frac{1}{4RC}$$

b) $\frac{1}{2\pi RC}$ değeri; sinyal içindeki frekans bileşenlerinden en büyüğünün yaklaşık üç katına eşit olacak şekilde RC değeri seçilerek, çıkış sinyali üzerinde fazla etki yapmadan, çıkıştaki toplam gürültü azaltılabilir.

20-3 10,000 Ω değerindeki bir karbon direncin gürültüsü 300°K sıcaklıkla ölçüldüğü zaman $E^2=2,21x10^{-15}\ V^2$ olarak bulunmuştur. Ölçme sisteminin bandgenişliği 10 Hz ve merkez frekansı da 200 Hz dir. Direncin gürültü sıcaklığı nedir?

$R=10^4\ \Omega$, $E^2=2,21x10^{-15}\ V^2$, B=10 Hz, $f_{merkez}=200$ Hz.

$T_n=\frac{P_n}{k}=7,25x10^{22}\ P_n$, P_n=(B=1 Hz) için mümkün olan güç.

$P=\frac{E^2}{4R}$, $E^2=4kTR\ \Delta f$

Adım 1; Δf=1'de E^2 okumalarının azaltılması.

$$|E^2|_{\Delta f=1}=\frac{1}{10}\times 2,21x10^{-15}=2,21x10^{-16}$$

Adım 2; P_n'nin hesaplanması.

$$P_n=\frac{E^2}{4R}=\frac{2,21x10^{-16}}{4x10^4}=0,552x10^{-20}$$

Adım 3; T_n'nin bulunması.

$$T_n=7,25x10^{22}\ P_n=7,25x10^{22}x0,552x10^{-20}=400^{\circ}K$$

20-4 Girişi ve çıkışı uygun dirençlere sahip bir yükselteci ele alalım. $R_i=300\ \Omega$ ve $R_L=5000\ \Omega$ olsun. R_i sadece sıcaklık gürültüsü üretiyor olsun ve sıcaklık da 290°K olsun. Yüksek kaliteli bir yükseltecin gürültü sayısı 3,2 ve uygun yük altında güç kazancı 2000 dir. (a) Her bir periyod için yükseltecin eklediği gürültü gücü nedir? Yol gösterme: Genel olarak bu büyüklüğün kTG(F-1) olduğunu gösteriniz. Burada G yükseltecin güç kazancıdır. (b) Eğer yükseltecin gürültü bandgenişliği 500 Hz ise R_L yük direnci üzerine gelen toplam gürültü gücü nedir? (c) (b) şıkkında verilen şartlar altında çıkıştaki gürültü voltajının kok değeri nedir?

a) N_{ao}=(Δf=1) için, çıkıştaki mümkün olan toplam gürültü gücü

N_{ar}=290°K deki giriş devresinin sıcaklık gürültüsü nedeniyle meydana gelen ve N_{ao}'nun bir parçası olan güç.

$F=\frac{N_{oa}}{N_{ar}}$; Girişte: $N_{ar}=kT\Delta f=kT$ Δf=1 ve T=290°K de

Çıkışta: $N_{ar}=kTG$, $N_{ao}=F\ N_{ar}=FkTG$.

Bir periyotta yükselteç tarafından ilave edilen mümkün gürültü } $= N_{ao}-N_{ar}=FkTG-kTG=kTG(F-1)$

Burada; $kTG(F-1)=1,38x10^{-23}x290x2000(3,2-1)=1,76x10^{-17}$ W/Hz

b) $P_{gir.}=kT\Delta f$; $P_{çık.}=P_{gir.}GF=kT\Delta fGF$

$P_{çık.}=1,38x10^{-23}x290x500x2000x3,2=1,28x10^{-14}$ W

c) $P=\frac{E^2}{4R}$; $E=(4RP)^{1/2} = (4x5000x1,28x10^{-14})^{1/2}$

$E=16x10^{-6}$ V=16 μV

20-5 Bir iki kutuplu transistör, 300 Ω kaynak direnci olduğu halde çalışırken, 5 MHz frekansta gürültü sayısı 4 dB dir. Gürültü, 5 MHz frekans civarında çok az değişmektedir. Bu transistör 300 Ω kaynak direnci ve 2000 Ω yük direnci ile bir yükselteç olarak çalışmaktadır. Yük direnci (2000Ω), yükseltecin çıkış direncine eşittir. 5 MHz merkez frekansı etrafında 10 kHz bandgenişliği durumunda yük direnci uçlarındaki gürültü voltajı nedir? Kaynak direnci sadece 290°K de sıcaklık gürültüsü üretmektedir.

f=5MHz de F=4 dB, $R_s=300\Omega$, $B=10^4$ $4=10\log_{10}F$ ve buradan F=2,51 bulunur. $F=\frac{N_{ao}}{N_{ar}}$, Girişte; $(N_{ar})_{gir.}=kTB$

kabul edilen güç kazancı = 300 buna göre; $N_{ar}=300$ kTB, $N_{ao}=N_{ar}F=2,51x300$ kTB ve $N_{ao}=\frac{E^2}{4R_L}$ idi. Buradan; $E=(4R_LN_{ao})^{1/2}$

$E=(4x2000x2,51x300x1,38x10^{-23}x290x10^4)^{1/2} = 0,15x10^{-6}$ Volt.

BÖLÜM-21

BİLGİ TOPLAMA, İLETME, KAYIT VE İŞLEME, TELEMETRİ

21-1 Şekil 21-5 deki sistemde örnekleme hızının 30/sn olduğunu varsayınız. Buna uygun üretilen en yüksek sinüs dalga frekansı (a) bir ideal ara değeri bulma süzgeci kullanılırsa ve (b) pratik bir süzgeç kullanılırsa, nedir?

Örnekleme hızı=30/sn, F=30 Hz (Örnekleme frekansı).

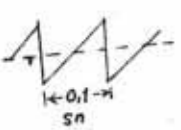
a) İdeal Filtre, $F \geq 2 f_m$, $f_m = \frac{1}{2} F = \frac{1}{2} 30 = 15$ Hz.

b) Nichols ve Rauch'a göre; $F = 2,5 f_m$

$f_m = \frac{1}{2,5} \times 30 = 12$ Hz

21-2 Şekil 21-5 deki v_s sinyal voltajının, Ek D-2 ve Şek.D-2 de gösterilen 0,01 sn periyodlu testere dişi şekline sahip olduğunu varsayınız. Temel frekans bileşeni genliğinin 0,1 i veya daha büyüğüne sahip Fourier bileşenlerinin yayınlanacağını düşünerek örnekleme hızı seçilir. Buna göre pratik gerekli örnekleme hızı nedir?

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,01 sn} = 100$ Hz.



$f(t) = \frac{2}{\pi} (1 \sin\omega t + \frac{1}{2} \sin 2\omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t + \ldots)$

Açılımda katsayısı $\frac{1}{10}$ olan terim $10\,\omega t$ dir ve bu terime gerek vardır.

$F = 10 f = 1000$ Buradan; $f_m = \frac{F}{2,5} = \frac{1000}{2,5} = 400/sn$

21-3 Bir sıcaklık ölçme sistemi 300°C lik bir kademe, 0,6°C lık ayırma ve 5 sanivelik yükselme zamanına sahiptir. (a) Kademenin yüzdesinde makul olan hatayı tesbit ediniz. (b) Sıcaklık 24°C/sn oranında değişiyorsa sıcaklığın ardışık anlamlı gözlemleri arasındaki minimum zaman aralığını bulunuz.

T_r=5sn, Aralık=300°C, ΔY=0,6°C=Ayırma gücü

a) $\Delta Y = \frac{2\epsilon}{100} Y_r$, $\epsilon = \frac{100 \Delta Y}{2 Y_r} = \frac{100 \times 0,6}{2 \times 300} = 0,1$ (yüzde)

b) $\frac{0,6^{o}C}{24^{o}C/sn} = \frac{1}{40} = 0,025$ sn olur.

21-4 Tipik bir modern sayısal bilgisayar tek duvarlı modda, 24 atmalı kelime uzunluğuna sahiptir. En küçük anlamlı atmayı 5 adımla göstererek ve uniform kuantizasyon kullanarak yerden ava uzaklığı ifâde etmek için bu kelimenin yeterince uzun olup olmadığını bulunuz.

Yerin merkezinden ayın merkezine yakınlık=238.857 mil.
Yerin yarıçapı=3963 mil, Ayın varı çapı=1080 mil. yüzeyden-yüzeye uzaklık=238857-3963-1080=233.814 mil. veya $5280x233,814=1,234x10^{9}$ fit. Her adım 5 fit. Adım sayısı = $n = \frac{1,234x10^{9}}{5} = 2,47x10^{8}$

Eğer ; $Y_{min}=\Delta Y$ ise $Y_{maksimum} = \Delta Y(2^{a}-1)$, $\begin{cases} a=24 \\ a=\text{kelime uzunluğu} \end{cases}$

$\frac{Y_{mak.}}{\Delta Y} = 2^{a}-1 \simeq 2^{a} = 2^{24} = 1,68x10^{7}$: Uygun değil.

21-5 Bir ivme ölçer 0,5 gr lık bir duyarlığa ve 50 gr lık tam-skala değerine sahiptir. 0,5-50 gr aralığında aynı miktara sahip %1 lik en büyük bağıl yanılgıyla çıkışını kodlamak için kaç atma gereklidir?

Maksimum bağıl hata=0,01 = $\frac{\Delta Y/2}{Y_{min.}}$, $Y_{min.}=0,5$
$\Delta Y=0,01x0,5x2=0,01$

$Y_{mak.}=Y_{min.}+(2^{n}-1)\Delta Y$

$50=0,5+(2^{n}-1)0,01 \Rightarrow 2^{n} = 4943$ bulunur.

$2^{12}=4096$ olduğundan n=13 gerekir (13 bit kelime).

21-6 Pratik uygulamalarda band sınırlı sinyal kavramı sadece eldeki sinyaller için "etkin" band genişliği tanımlandıktan sonra anlamlıdır. Aşağıdaki sinyalleri ve onların bandgenişliklerini gözönüne alınız:
a) 60 Hz sinüs dalgaya sıfırdan pozitife geçtiğinde tetiklenmiş 6 atmalı seri benzerlik sayısal çeviricinin çıkışı. Bu sinyal içinde maksimum frekans, atma hızının 5 katıdır.

b) Eğimli bölgede 150 ft lik iki hedef çözücülüğüne sahip bir radarın benzerlik video çıkışı. Bu mesafe çözücülüğü yankı zaman ekseninde 300 nsn yeye karşılık gelmektedir. Hz cinsinden bir etkin bandgenişliğine çevirmek için "başparmak kuralı" zaman ekseni çözünürlüğünün tersinin kullanılmasıdır.
c) Bir piezoelektrik ivme ölçer, Alıştırma 18-7 de tanımlandığı gibi 5 KHz lik sönümsüz doğal frekans ve 0,5 lik normalize edilmiş sönüm çarpanı ile kurulmuştur. Bu dönüştürücünün çıkış sinyalinin yararlı bandgenişliği, Şek.18-12 de dönüştürücünün frekans cevabı verilenlerden ve cevabın en düşük frekans değeri kere 1,05 e eşit olan en yüksek frekanstan bulunabilir.

Şimdi (a), (b) ve (c) de tanımlanan sinyaller için sırasıyla aşağıdaki üç kanalın uygunluğunu gözönüne alalım: (1) 2500 Hz bandgenişlikli telefon hattı, (2) 4 MHz bandgenişlikli ticari televizyon teyp kaydedicisi ve (3) 600 atma/sn taşıyan telefon şirketi sayısal veri seti.

a) Gerekli band genişliği=6x60x5=1800 Hz veya Atma hızı=6x60=360

b) Bandgenişliği= $\frac{1}{T} = 3{,}33 \times 10^6$ Hz.

c) Bandgenişliği=1600 Hz (Bak. Prob.18-7b).

	Telefon hattı	TV.Teyp kaydedici	Veri seti
Sinyal (a)	EVET	EVET	EVET
Sinyal (b)	HAYIR	EVET	HAYIR
Sinyal (c)	EVET	EVET	HAYIR

21-7 Bir magnetik teyp λ dalgaboylu bir sinüssel dalga taşıdığında üretici çekirdek akı genliği için bir ifade türetmek amacıyla Kes.21-5b deki tartışmayı genişletiniz. Üretici çekirdek akısının, teyp boyunca d uzaklığında akı yoğunluğunun integrali ile tam olarak orantılı olduğunu varsayınız. Bu ifadeyi kullanarak 4 dB lik bir zayıflamanın daima $v/2d$ kaydetme frekansında oluştuğunu gösteriniz. Burada v teyp hızıdır.

21-8 Belirli bir devre osilograf galvonometresinin frekansa cevabının testi aşağıdaki sonuçları veriyor:

Frekans, Hz	0	200	400	600	850	1000	1200
Genlik	1,0	1,01	1,12	1,24	1,36	1,23	0,90

Başka denemeler galvanometrenin doğal frekansının 1000 Hz olduğunu gösteriyor. (a) 3dB noktasında galvanometrenin bandgenişliğini tahmin ediniz. (b) Aynı galvanometre devresi basamak fonksiyonu biçiminde bir voltajla uyarılsaydı galvanometrenin cevabı bir aşma gösterebilir miydi? Aşma varsa değeri ve ortaya çıktığı zaman nedir?

a) 3 dB noktasındaki genlik=düşük frekans değerinin 0,707 sidir. Genliğin f'ye göre grafiği çizilir ve 0,707 düzeyine kadar uzatılırsa (Extranole edilir); $f \cong 1300$ Hz bulunur.

b) Evet; Şek.(15-9a) dan $\xi=0,4$

$$X=X_i\left[1-\frac{e^{-\xi\omega_n t}}{\sqrt{1-\xi^2}}\sin(\omega_d t+\cos^{-1}\xi)\right];\ f_n=100 \text{ Hz}\ f_d=f_n\sqrt{1-\xi^2}=916 \text{ Hz}$$

$X_i=1$ kabul edelim. $X=1-\frac{e^{-2510t}}{0,916}\sin(5750t+1,16)$ Bu eşitliğin incelenmesinden;

$t \cong 0,00055$ sn de $X_{mak.} \cong 1,25$ bulunur.

21-9 Kaydedici bir galvanometrenin doğal frekansı 50 Hz ve direnci 10 ohm dur. Dış devre direnci 190 ohm olduğunda normalize sönüm oranı 0,4 dür ve bu sönümün yarısı bobinde indüklenen voltajın etkisindedir. Galvanometre sönümünün 0,6 vermesi için gerekli dış devre direncinin değeri nedir?

$f_n=50$, $R_c=10\Omega$, $R_x=190\ \Omega$, $\xi=0,4$ yarısı indüklenen voltaj nedeniyle oluşur. Bölüm:(21-6) daki ifadeler kullanılır;

$D=D_1+\frac{G^2}{R}$; $R=R_x+R_c=200$, $D_1=\frac{G^2}{R}$; (Eşit katkı) $D=\frac{G^2}{R}+\frac{G^2}{R}=\frac{2G^2}{R}=\frac{G^2}{100}$,

K=Bir sabit olmak üzere, $\xi=\frac{D}{K}=0,4$ kabul edelim. Buna göre;

$D=0,4K=\frac{G^2}{100}$ veya $G^2=40$ K. $D_1=\frac{G^2}{R}=\frac{40K}{200}=\frac{K}{5}$

Yeni şartlar: $D'=0,6$ $K=D_1+\frac{G^2}{R'}=\frac{K}{5}+\frac{40K}{R'}$, bu eşitlik R' için çözülürse $R'=100\Omega$, $R'_x=100-10=90\ \Omega$ bulunur.

21-10 Bir osilograf galvanometresi 2000 Hz doğal frekansına ve 0,4 sönüm oranına sahiptir. (a) 3dB noktasında yerleşen bandgenişliği nedir? (b) Maksimum kabul edilebilir hata, genlik için %12 ve faz için 20^{o} ise bu galvanometre hangi frekans bölgesinde kullanılabilir?

f_n=2000 Hz, ξ=0,4

a) -3dB noktasında B=? bulunuz.

Denk.(15-24) kullanılır; $\vec{G}(j\omega)= \dfrac{1}{-(\frac{\omega}{\omega_n})^2+j2\xi(\frac{\omega}{\omega_n})+1}$

$|\vec{G}(j\omega)|$=0,707 olmasını istiyoruz.

$\dfrac{\omega}{\omega_n}$ = x dersek; $0,707= \dfrac{1}{|-x^2+j0,8x+1|}$ olur.

Bu denklem x için çözülürse;

$X=1,375= \dfrac{\omega}{\omega_n} = \dfrac{f}{\omega_n}$ bulunur, f=1,375x2000=2750 Hz

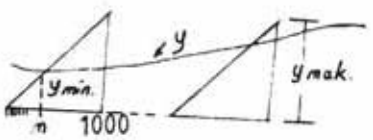
b) %12 hata: $1,12= \dfrac{1}{|-(\frac{\omega}{\omega_n})^2+j2\xi\frac{\omega}{\omega_n}+1|}$

Yukardaki gibi çözülür. f=0,413 f_n ve f=826 Hz bulunur.
20^{o} faz hatasında:

$\dfrac{1}{1-(\frac{\omega}{\omega_n})^2+j0,8\frac{\omega}{\omega_n}} = \dfrac{1}{M\underline{/20^{o}}}$, $\dfrac{\omega}{\omega_n}$ için çözülürse 0,39 bulunur. Buradan;

f=0,39x2000=780 Hz, bu da sınırlayıcı bir durumdur.

21-11 Şekil 21-13 de gösterilen zaman tabanlı kodlama yönteminde benzerlik değişkeninin sıfırdan lineer eğimin tepesine kadar değiştiğini varsayınız. Maksimum genlik için 1000 sayma olsun. Maksimum genliğin yüzdesi olarak, yalnızca tek tek saymadan dolayı maksimum kodlama hatası nedir? Maksimum hata durumlarını tasvir eden bir grafik çiziniz (Şek.21-13 e bakınız).



$Y_{min.}$ da en büyük %de hata:

Burada sayma n=±1 dir.

$$n=\frac{Y_{min.}}{Y_{mak.}} \times 1000, \quad Hata=\frac{\pm 1}{n} = \frac{\pm Y_{mak.}}{1000\ Y_{min.}}$$

$$\%Hata=100 \times Hata= \frac{\pm Y_{maks.}}{10\ Y_{min.}}$$

21-12 Zaman tabanlı kodlama en çok tüm ölçeğin %0,05 i hatayla 0 la 100 Volt arası ölçeklenerek düzgün olarak kodlama düzeyleri sağlar. Kaç kodlama düzeyi gereklidir? İkili sayı sisteminde çıkışı kodlamak için kaç atma gerekli olacaktır? Örnekleme frekansı 1000 Hz olursa minimum sayma frekansı nedir?

0-100 V; maksimum hata=0,05 % (tüm ölçekte)

$n= \frac{Y_r}{\Delta Y}+1= \frac{100}{0,05}+1=2001$ düzey sayısı Gerekli atma kelimesi=11,

11 Atma=2048 saniye Denk.(21-30)'dan görüleceği gibi:

(sayılan frekans)=(Örnekleme frekansı)x(kodlanan düzey sayısı)

Sayılan frekans=1000x2001=2.001.000 Hz olur.

21-13 Bir bilgi kanalı, ikili magnetik teyp üzerinde doğrudan SD kaydını kullanarak sayısal formda kaydedilecek onluk sayıların serisini verir. Sayılar 8-4-2-1 kodu kullanılarak ikili kodlanmış onluk formdadırlar. Eğer teyp hızının 30 inç/sn ve 400 atma/inç olmasına izin verilirse bir tek izde birim zamanda üç atma onluk sayıların kaç tanesi kaydedilebilir? Kodlama grupları arasında ve sayılar arasında izin verdiğiniz yerler hakkında varsayımlarınızı söyleyiniz. Cevabınızı bir grafikle gösteriniz.

21-14 Referans voltajındaki maksimum yanılgısı %0,25 olan sayısal-benzerlik voltaj çeviricisinde bilginin yokedileceği ikili durumların yerleri nedir?

Maksimum hata=0,25 %, $\frac{1}{0,0025} = 400$

9.cu ikili sayı=$512+2^9$

8.ci ikili sayı=$256+2^8$

9.cu ikili sayının yeri yok edilme eğilimi vardır.

21-15 Şekil 21-20 dekine benzer bir FM multipleks sistemini gözönüne alalım. Maksimum taşıyıcı sapmasının ±%5 olduğunu, en alçak merkezi frekansın 2 kHz olduğunu magnetik teybin frekans sınırının 55 kHz olduğunu ve herbir yüksek bandın $f_c-\Delta f_c$ frekansının komşu düşük bandın $f_c+\Delta f_c$ frekansının iki katı olduğunu varsayınız. (a) Kanalların uygun sayısını ve merkezi frekanslarını belirleyiniz. (b) En düşük kanalın frekans bandının 1,2 den 2,8 kHz e kadar olan bölge olduğunu varsayınız. Şekil 14-11 de kullanılan ölçüt uygulanırsa bu kanaldaki kullanılabilen sinüs dalga sinyalinin en yüksek frekansı nedir?

a) Min.f_c=2 kHz. Δf_c=0,05x2=0,1 kHz. Birinci band 2-0,1=1,9 kHz den 2+0,1=2,1 kHz'e kadardır. Sonra bitişik band şöyle bulunur;

$f_c-\Delta f_c=f_c-0,05\ f_c=2x2,1 \implies f_c=\frac{4,2}{0,95}=4,42$ kHz. İkinci band 4,2 kHz den 4,64 kHz'e kadardır. Benzer şekilde diğer bandlar bulunur. Bunlar;

f_c=9,77 kHz iken; 9,28 - 10,26 kHz.

f_c=21,60kHz iken;20,52 - 22,68 kHz. ve

f_c=47,75 kHz iken; 45,36 - 50,14 kHz. dir. Böylece beş (5) band elde etmiş olduk.

b) 1,2 kHz - 2,8 kHz aralığındaki band kullanılırsa;

f_c=2 kHz, f_B=1,6 kHz, Δf_c=0,1 kHz ve $\frac{f_B}{2\Delta f_c}=\frac{1,6}{2x0,1}=8$ bulunur. Şekil (14-11) kullanılır ve $\frac{\Delta f_c}{f_s}=0,23$ bulunur. Son olarak $f_s=\frac{\Delta f_c}{0,23}=\frac{0,10}{0,23}=0,435$ kHz veya f_s=435 Hz bulunur.

21-16 Özel amaçlı sayısal hesaplayıcıların kurgusunda verilen bir hesaplama hızına erişmek için emir hızı ve bellek büyüklüğü arasında genellikle bir alış-veriş vardır. Bu alış-veriş, hesaplama zamanı ve fonksiyon tablolarını yükleme için gerekli bellek hacmi arasında bir dengeyi ifade eder. Bunu göstermek için 10μs lik zamanda belirli bölgede yalnızca y=sinθ fonksiyonunun hesaplandığını gözönünde bulundurunuz. Bu 10μs de 0,001 mutlak doğrulukla -20^o ve $+20^o$ aralığında hesaplanacaktır. Bellek girişi, top-

lama, çarpma ve bölme işlemleri için aynı T zamanı gerektiğini varsayınız. Ayrıca bütün diğer işlem sürelerinin ihmal edildiğini kabul ediniz. Aşağıdaki tasarımlara karşılık gelen üç noktayı kullanarak gerekli bellek büyüklüğüne karşı gerekli T çalışma zamanının kaba bir eğrisini çiziniz. (a) Yükleme fonksiyonuna alınız ve basitçe cevap arayınız, (b) fonksiyon ve onun ilk farklarının 11 yerde eşit olarak yüklendiğini varsayınız ve cevabı elde etmek için lineer şekilde ara değerleri bulunuz, (c) $\sin\theta = \theta - (\theta^3/6)$ yaklaşımını kullanarak forksiyonu hesaplayınız.

21-17 Bir radarda, bir uydudan yankı genlikleri 512 düzeyinde, saniyede 100 örnekleme oranında kodlanmıştır ve magnetik teyp üzerine kaydedilmiştir. Bu veriler her artımı 0,01 inç olan saniyede 200 kalem konum hızı veren atmalı motor kullanan sayısal grafik çizici ile zamana bağlı olarak çizilecektir. (a) Bu grafik çizicisi gerçek zamanda işletilebilir mi? (b) 5 dakikalık uydu geçişi için (t ekseninde) kaç grafik adımını tavsiye edebilirsiniz? (c) 5 dakikalık uydu geçişi için minimum olarak tavsiye edilen çizme zamanı nedir? Maksimum nedir?

21-18 Şekil 21-25 deki tarama sisteminde optik sistem ve fotoçoğaltıcı grinin 16 düzeyini ayırmak için yeterli çözmeye sahiptirler. Bir B/S çevirici çıkışı, resimdeki herbir nokta için 5 ikili atma (seri formatta) vermektedir. Eğer 1000x1000 noktalı resim 50 sn de okutulacak olursa B/S çıkışı atma hızı ne olur?

B/S Dönüştürücü: Her nokta için seri 5 ikili atma; Resim başına 50 sn ve, $1000\text{x}1000 = 10^6$ nokta her resim için, saniye başına nokta $= 10^6/50 = 2\text{x}10^4$ ve atma hızı $= 2\text{x}10^4\text{x}5 = 100{,}000$ 1/sn.