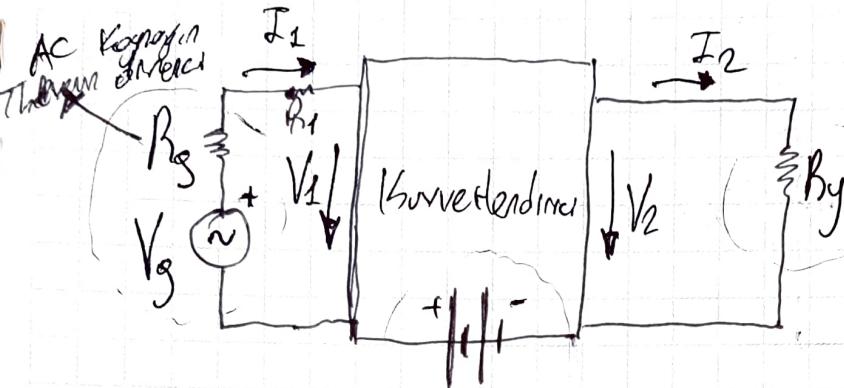


H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
1	2	3	4	5	6	7	1/8
2	9	10	11	12	13	14	15
3	16	17	18	19	20	21	22
4	23	24	25	26	27	28	29
5	30	31					

5

OCAK / JANUARY
PERŞEMBE / THURSDAY

YARI İLETKEVİLERİN KURUPLANISI VE KUVVETLENDİRME



gerilim kozanı

$$K_V = \frac{V_2}{V_1}, \quad K_I = \frac{I_2}{I_1}, \quad K_Q = \frac{P_2}{P_1}$$

$$K_Q = \frac{V_2^2 / R_{Qy}}{V_1^2 / R_{I1}} = \frac{V_2^2}{R_{Qy}} \cdot \frac{R_{I1}}{V_1^2}$$

$$\boxed{\begin{aligned} R_I &= \frac{V_1}{I_1} \\ R_Q &= \frac{V_2}{I_2} \end{aligned}}$$

$$K_Q = V_2 I_2 \frac{1}{V_1 I_1}$$

$$\boxed{K_Q = K_V \cdot K_I}$$

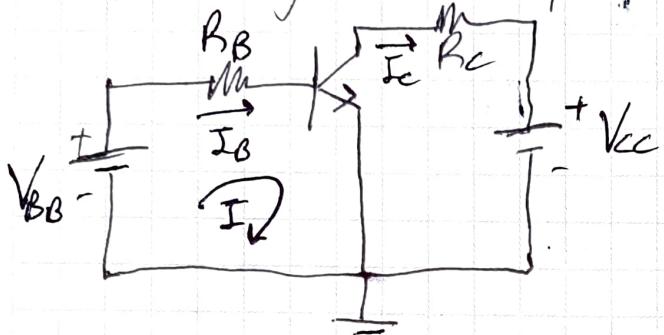
$$K_I = \frac{I_2}{I_1} = \frac{I_2}{V_2} \cdot \frac{V_2}{V_1} \cdot \frac{V_1}{I_1} = \boxed{\frac{1}{R_{Qy}} K_V \cdot R_{I1}}$$



H	P	S	C	P	C	Ct	Pz
1	2	3	4	5	6	7	8
2	9	10	11	12	13	14	15
3	16	17	18	19	20	21	22
4	23	24	25	26	27	28	29
5	30	31					

Tipik Transistorlu Kütüplama Devreler

① Gereklilik Kütüplama Devresi



$$I: V_{BB} - V_{BE} = R_B I_B$$

$$\Rightarrow I_{BQ} = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

$$I_{CQ} = h_{FE} I_{BQ} + (1 + h_{FE}) I_{CBO}$$

$$\boxed{I_{CQ} = h_{FE} \cdot \frac{V_{BB} - V_{BEQ}}{R_B} + (1 + h_{FE}) I_{CBO}}$$

$$S_I = \left. \frac{\partial I_C}{\partial I_{CBO}} \right|_Q ; S_V = \left. \frac{\partial I_C}{\partial V_{BE}} \right|_Q ; S_H = \left. \frac{\partial I_C}{\partial h_{FE}} \right|_Q$$

$$k_I \quad 0,07 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \quad k_V$$

k_H
sabit değer değil

$$k = \frac{\Delta I_C / I_{CQ}}{\Delta T}$$

$$V_{CE} I_C = P_{TO} T$$

İşil
kararlılık
kötseysi

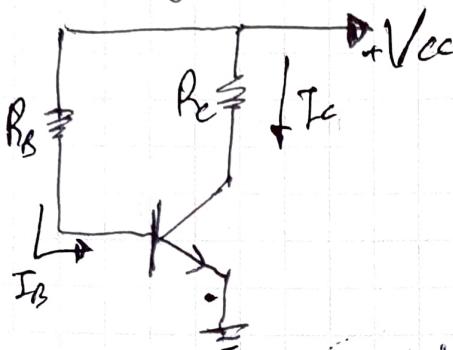


H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
1	2	3	4	5	6	7	1/6
2	9	10	11	12	13	14	15
3	16	17	18	19	20	21	22
4	23	24	25	26	27	28	29
5	30	31					

7

OCAK / JANUARY
CUMARTESİ / SATURDAY

② Tek Vojnaklı Kütuplama Devresi



$$I_{CQ} = h_{FE} \frac{V_{CC} - V_{BEQ}}{R_B} + (1+h_{FE}) I_{CO}$$

$$S_I = \left. \frac{\partial I_c}{\partial I_{CO}} \right|_0 = 1 + h_{FE}$$

$$S_V = \left. \frac{\partial I_c}{\partial V_{BE}} \right|_0 = - \frac{h_{FE}}{R_B}$$

$$S_H = \left. \frac{\partial I_c}{\partial h_{FE}} \right|_0 = \frac{V_{CC} - V_{BEQ}}{R_B} + I_{CO}$$

$$K = S_I k_I \frac{I_{CO}}{I_{CQ}} + S_V k_V \frac{1}{I_{CQ}} + S_H k_H \frac{1}{I_{CQ}}$$

Isı korarlılık kat sayısı

$$K = (1+h_{FE}) k_I \frac{I_{CO}}{I_{CQ}} + \frac{1}{I_{CQ}} \left[\frac{V_{CC} - V_{BEQ}}{R_B} k_H - \frac{h_{FE}}{R_B} k_V \right]$$



H	P	S	C	P	C	C1	Pz
1	2	3	4	5	6	7	1%
2	9	10	11	12	13	14	15
3	16	17	18	19	20	21	22
4	23	24	25	26	27	28	29
5	30	31					

* $S(I_c, hFE) \rightarrow I_c$ nın hFE ye bağlı duyarlılığı

$$\Rightarrow S(I_c, hFE) = \underbrace{\frac{\partial I_c}{\partial hFE}}_{|Q} \xrightarrow{I_c} \frac{hFE}{S_H}$$

$$S(I_c, hFE) = \frac{\partial I_c / I_c}{\partial hFE / hFE} \quad (\text{Toleransların oranı})$$

$$\Rightarrow S(I_c, hFE) = \frac{hFE}{I_{cq}} \cdot \frac{V_{ce} - V_{BECQ}}{R_B} \approx \frac{I_{cq}}{hFE}$$

$$S(I_c, hFE) \approx \frac{hFE}{I_{cq}} \cdot \frac{I_{cq}}{hFE}$$

$$S(I_c, hFE) \approx 1$$

Kollektör akımının hFE parametresine bağlı duyarlılığının 1 olması, hFE deki değişimin kollektör akımında olduğu gibi yansıtığının göstergesidir. hFE 'nın toleransının çok büyük olmasına bağlı olarak bu değişimme genel transistörün çalışma noktalarındaki akımın geniş bir aralıktaki değişiklik değerleri olabileceğini esittir.

Kollektör akımının hFE ye bağlı duyarlılığını azaltmak ve ısıtma kaynaklığı iyileştirmek için



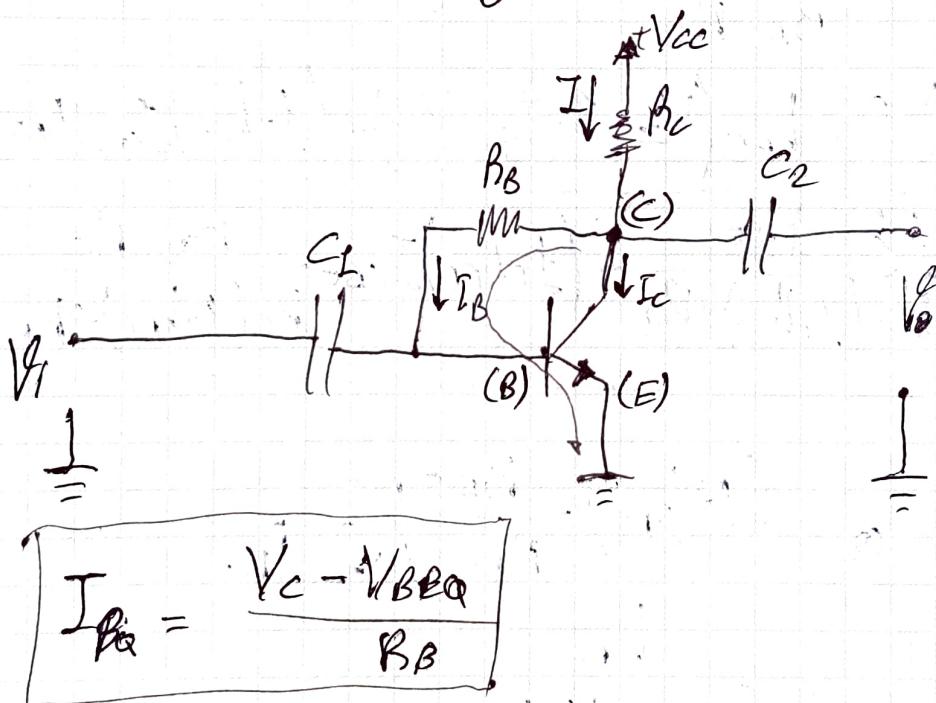
H	P	S	C	P	C	C1	P2
1	2	3	4	5	6	7	1/6
2	9	10	11	12	13	14	15
3	16	17	18	19	20	21	22
4	23	24	25	26	27	28	29
5	30	31					

Mı teknik kolları;

- a) Geri besleme teknigi
- b) Kompozisyon teknigi

(A) Geri Besleme Teknigi

Transistorlu bir kırıtkıçılık devresinde kollektör teristindaki okunur olusabilecek artış, baz tonisi fırın bir geri besleme olguları olarak giderilebilir. Bu devrelere geri beslenenlər dairələr demək.



$$T \uparrow \Rightarrow I_c \uparrow \Rightarrow V_{RE} \uparrow \Rightarrow V_c \downarrow \Rightarrow I_b \downarrow \Rightarrow I_c \downarrow$$



$$(I = I_c + I_b)$$

$$V_{cc} - V_c = V_{RE}$$

H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
1	2	3	4	5	6	7	1/3
2	9	10	11	12	13	14	15
3	16	17	18	19	20	21	22
4	23	24	25	26	27	28	29
	5	30	31				

$$\star V_C = V_{CC} - (I_C + I_B)R_C \quad , \quad I_B = \frac{V_C - V_{BE}}{R_B}$$

$$\Rightarrow I_B = \frac{V_{CC} - R_C I_C - R_C I_B - V_{BE}}{R_B}$$

$$\Rightarrow I_B = \boxed{\frac{V_{CC} - R_C I_C - V_{BE}}{R_B + R_C}}$$

$$\star I_C = h_{FE} I_B + (1 + h_{FE}) I_{CBO}$$

$$I_C = h_{FE} \frac{V_{CC} - R_C I_C - V_{BE}}{R_B + R_C} + (1 + h_{FE}) I_{CBO}$$

$$\Rightarrow (R_B + R_C) I_C = h_{FE} (V_{CC} - R_C I_C - V_{BE}) + (1 + h_{FE}) I_{CBO} (R_B + R_C)$$

$$\Rightarrow I_C = h_{FE} \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_C (1 + h_{FE}) + R_B} + (1 + h_{FE}) I_{CBO} \frac{R_B + R_C}{R_C (1 + h_{FE}) + R_B}$$

$$S_I = \left. \frac{\partial I_C}{\partial I_{CBO}} \right|_{Q} = (1 + h_{FE}) \frac{R_B + R_C}{R_B + (1 + h_{FE}) R_C}$$

$$S_V = \left. \frac{\partial I_C}{\partial V_{BE}} \right|_{Q} = - \frac{h_{FE}}{R_B + (1 + h_{FE}) R_C}$$

$$S_H = \left. \frac{\partial I_C}{\partial h_{FE}} \right|_{Q} = (R_B + R_C) \cdot \frac{V_{CC} - V_{BE} + R_B I_{CBO}}{[R_B + (1 + h_{FE}) R_C]^2}$$



H	P	S	Ç	P	C	C1	Pz
1	2	3	4	5	6	7	1/16
2	9	10	11	12	13	14	15
3	16	17	18	19	20	21	22
4	23	24	25	26	27	28	29
5	30	31					

$$* S(I_c, h_{FE}) = \left. \frac{\partial I_c}{\partial h_{FE}} \right|_Q \cdot \frac{h_{FE}}{I_c}$$

$\rightarrow I_{CBO}$ 'lu terim ihmal edilirse

$$S(I_c, h_{FE}) \approx \frac{R_B + R_C}{R_B + (1+h_{FE})R_C} \quad \rightarrow \text{sifir yatan deger olursa faktor;}$$

$$(1+h_{FE})R_C \gg R_B$$

$$\text{Kutuplama} \quad (1+h_{FE})R_C \approx R_B$$

I_c 'nın h_{FE} ye bagil duyarliginin kucak olması için $(1+h_{FE})R_C$ degerinin R_B den boyut olması gereklidir. Ancak Transistörün kutuplandığı durumda R_B degeri $(1+h_{FE})R_C$ degerine gok basit olur. Bu sebeple kutuplama durumlarında I_c 'nın h_{FE} ye bagil duyarlığı çok büyük değerlerde mevcet.

$$* I_c = -\alpha_F I_E + I_{CBO}$$

$$T/1 \Rightarrow h_{FE}/1 \Rightarrow \alpha_F \xrightarrow{\text{sbt}} I_E \text{ degismez}$$

$$S(\alpha_F, h_{FE})$$

$$\alpha_F = \frac{h_{FE}}{1+h_{FE}}$$



13

OCAK / JANUARY
CUMA / FRIDAY

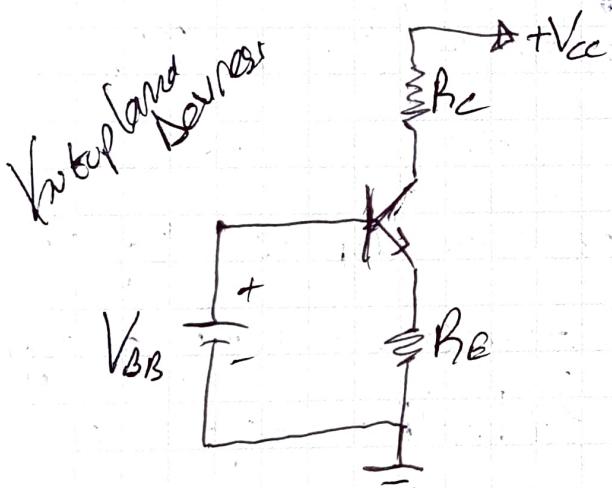
$$\left(\frac{h_{FE}}{1+h_{FE}} = \alpha_F \right)$$

H	P	S	C	P	Ct	Pz
1	2	3	4	5	6	7
2	9	10	11	12	13	14
3	16	17	18	19	20	21
4	23	24	25	26	27	28
5	30	31				29

$$\Rightarrow S(\alpha_F, h_{FE}) = \frac{\partial \alpha_F}{\partial h_{FE}} \cdot \frac{h_{FE}}{\alpha_F}$$

$$\Rightarrow S(\alpha_F, h_{FE}) = \frac{(1+h_{FE}) - h_{FE}}{(1+h_{FE})^2} \cdot \frac{h_{FE}}{\alpha_F}$$

$$\Rightarrow S(\alpha_F, h_{FE}) = \frac{1}{1+h_{FE}}$$



$$I_C = I_S e^{\frac{V_{BE}}{V_T}}$$

$(= s_{bct})$
sok az deşir

$$TII \Rightarrow I_C \downarrow \Rightarrow V_{BE} ?$$

$$V_{BE} = V_B - V_E$$

s_{bct} s_{bcb} s_{bcr} s_{bce}

sbt olmasi gerekiyor

Kurvetlendirme devresi olmazsa kolumnu boz. Sebebi
gitse AC gerilim uygulandiginda DC kaynak mifidir

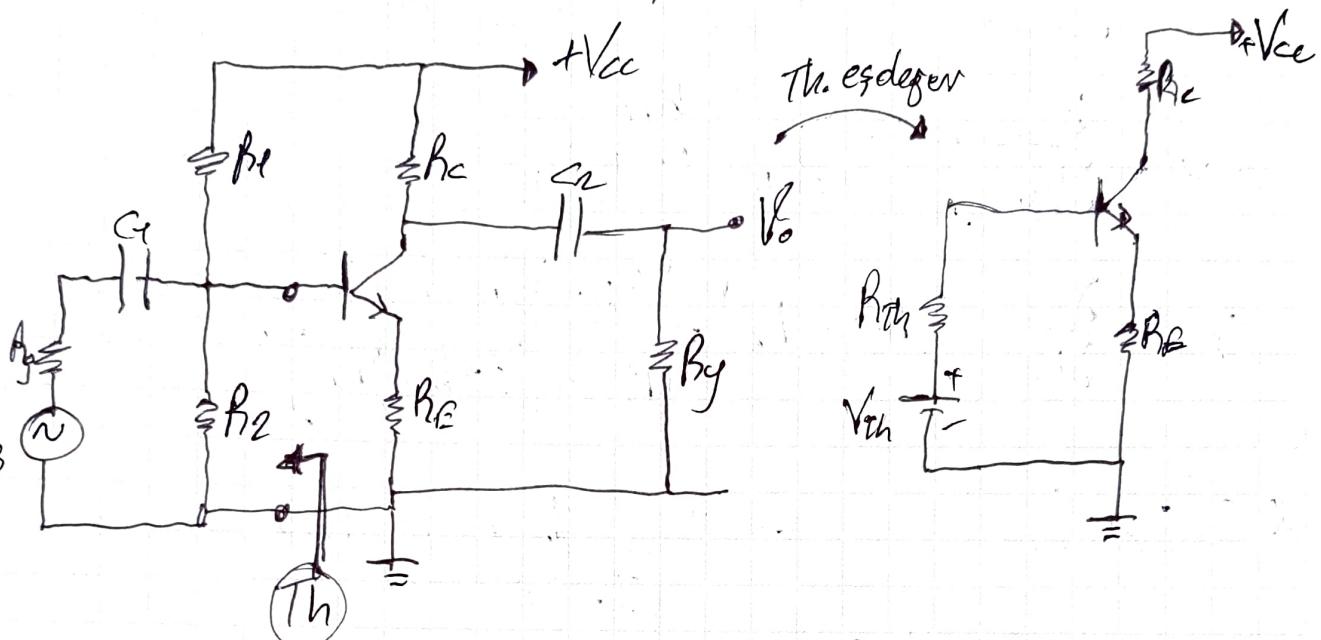


H	P	S	Ç	P	C	C1	P2
1	2	3	4	5	6	7	1/3
2	9	10	11	12	13	14	15
3	16	17	18	19	20	21	22
4	23	24	25	26	27	28	29
5	30	31					

14

OCAK / JANUARY
CUMARTESİ / SATURDAY

Bas Bolçoles Kütüplama Devresi



$$V_{th} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{cc} ; R_{th} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

15

$$* V_{th} = R_{th} I_B + V_{BE} + R_E (1 + h_{FE}) I_B$$

$$I_C = h_{FE} I_B + (1 + h_{FE}) I_{CBO}$$

$$* V_{th} = R_{th} I_B + V_{BE} + R_E (I_C + I_B)$$

$$\Rightarrow I_C = h_{FE} \frac{V_{th} - V_{BE} - R_E I_C}{R_{th} + R_E} + (1 + h_{FE}) I_{CBO}$$

$$\Rightarrow (R_{th} + R_E) I_C = h_{FE} (V_{th} - V_{BE} - R_E I_C) + (1 + h_{FE}) I_{CBO} (R_{th} + R_E)$$

$$\Rightarrow I_C = h_{FE} \frac{V_{th} - V_{BE}}{R_{th} + (1 + h_{FE}) R_E} + (1 + h_{FE}) \frac{R_{th} + R_E}{R_{th} + (1 + h_{FE}) R_E} I_{CBO}$$

OCAK / JANUARY
PAZAR / SUNDAY



16

OCAK / JANUARY
PAZARTESİ / MONDAY

$$V_{BE} = 0,7 V$$

H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
1	2	3	4	5	6	7	1 ₃
2	9	10	11	12	13	14	15
3	16	17	18	19	20	21	22
4	23	24	25	26	27	28	29
5	30	31					

$$* S_I = \frac{\partial I_C}{\partial I_{CBO}} = (1 + h_{FE}) \frac{R_{Th} + R_E}{R_{Th} + (1 + h_{FE}) R_E}$$

$$S_V = \frac{\partial I_C}{\partial V_{BE}} = - \frac{h_{FE}}{R_{Th} + (1 + h_{FE}) R_E}$$

$$S_H = \frac{\partial I_C}{\partial h_{FE}} = (R_{Th} + R_E) \cdot \frac{V_{Th} - V_{BE} + R_m I_{CBO}}{[R_{Th} + (1 + h_{FE}) R_E]^2}$$

* $S(I_C, h_{FE}) \Rightarrow I_{CBO}$ 'a təcüm ibarəti edilirse
(I_e dən kəlmədə)

$$\Rightarrow S(I_C, h_{FE}) \approx \frac{\partial I_C}{\partial h_{FE}} \frac{h_{FE}}{I_C}$$

$$\Rightarrow S(I_C, h_{FE}) = \frac{R_{Th} + R_E}{R_{Th} + (1 + h_{FE}) R_E}$$

$(1 + h_{FE}) R_E \gg R_m$ (Bəzi dəyərlər orzultına sənəti)

$R_E \uparrow$; $R_{Th} \downarrow$
Gərim artıq; Gərim azalır

Amaç I_C və I_E səbət tutmək



H	P	S	Ç	P	C	Cı	Pz
1	2	3	4	5	6	7	14
2	9	10	11	12	13	14	15
3	16	17	18	19	20	21	22
4	23	24	25	26	27	28	29
5	30	31					

17

OCAK / JANUARY
SALI / TUESDAY

(B) Kompanzasyon Tekniği

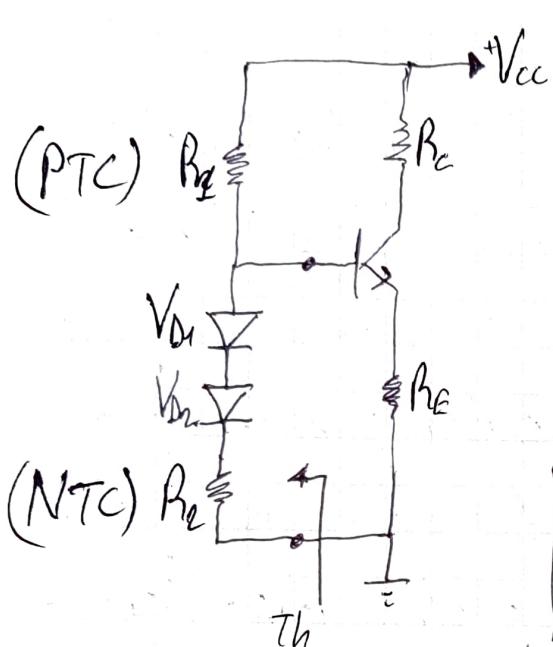
Geri beslenen kutuplara devrelerim hem ısıl karakteristik hem de kollektör okumının dayanıklılık analizi sonucu okumın S_V , S_H , S_I değerleri yetenece deşik olmadığından istenilen şekilde azaltılmalıdır gibi görünür. Aza打得igi durumlarda ise gerek kurvetlendirme gereklisi orta gerilm dosyalar sebebi ile sistemin kırılımnesine yol açmaktadır. Bu sıkıntıları aşmanın bir yolu bazı özel kutuplama devrelerinde sıcaklığı dayanıklılık düşümleri kullanmaktadır. Bu tür düşümlere termistor denir. ısıl karakteriliği ayarlamak için PTC ve NTC kullanılmıştır bunun olmak ile birlikte, istenilen değerde ve özellikle sıcaklıklar uygun olarak değişim düşümleri bulunmak zordur. Bu nedenle bu tür devrelerde sıcaklık kompanzasyonu dayat ile gerçekleştirilmeli.



18

OCAK / JANUARY
ÇARŞAMBA / WEDNESDAY

H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
1	2	3	4	5	6	7	13
2	9	10	11	12	13	14	15
3	16	17	18	19	20	21	22
4	23	24	25	26	27	28	29
5	30	31					



Diyot ile Sıvıkkılık Komporsasyonu

$$V_D \rightarrow k_D \approx k_V \approx -2,5 \text{ mV/}^{\circ}\text{C}$$

k_I, k_V, k_H

$$k_D \approx \frac{\Delta V_D}{\Delta T} \approx \frac{\Delta V_{BE}}{\Delta T}$$

* $V_{D1} = V_{D2} = V_D$ (kabul edildi)

$$V_{Th} = \frac{R_2}{R_1+R_2} (V_{cc} - V_{D1} - V_{D2}) + V_{D2} + V_{D2}$$

$$R_{Th} \approx R_1/R_2 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1+R_2}$$

$$\Rightarrow V_{Th} = \frac{R_2 V_{cc} + 2R_2 V_D}{R_1+R_2}$$

$$V_{Th} = \frac{R_2 V_{cc} + n R_2 V_D}{R_1+R_2}$$

n: Diyot sayıısı



H	P	S	G	P	C	Ct	Pz
1	2	3	4	5	6	7	1/8
2	9	10	11	12	13	14	15
3	16	17	18	19	20	21	22
4	23	24	25	26	27	28	29
5	30	31					

$$(I_B = \frac{V_{Th} - V_{BE}}{R_{Th} + (1+h_{FE})R_E})$$

21

OCAK / JANUARY
CUMARTESİ / SATURDAY

$$* I_C = h_{FE} \cdot \frac{\frac{R_2 V_{CC} + n R_1 V_0}{R_1 + R_2} - V_{BE}}{R_{Th} + (1+h_{FE})R_E} \rightarrow \text{Tırex Sıfır!}$$

$$S_D = \frac{\partial I_C}{\partial V_S} = \frac{h_{FE} \left(\frac{(R_2 V_{CC} + n R_1)}{R_1 + R_2} \right)}{R_{Th} + (1+h_{FE})R_E}$$

$$\Rightarrow S_D \approx \frac{h_{FE} \frac{n R_1}{R_1 + R_2}}{R_{Th} + (1+h_{FE})R_E}$$

R_2 : NTC olgusunda sıcaklık
varsı tosiyeli th mal edilsin.

(Amaç: NTC veya PTC kullanarak)
 I_C akımına orantılı)

$$* K = S_I k_I \frac{I_{CBO}}{I_{CQ}} + S_V k_V \frac{1}{I_{CQ}} + S_H k_H \frac{1}{I_{CQ}}$$

22

OCAK / JANUARY
PAZAR / SUNDAY

$$K = S_I k_I \frac{I_{CBO}}{I_{CQ}} + \frac{1}{I_{CQ}} \left[(S_D + S_V) k_V + S_H k_H \right] (\text{Diyotlu})$$

$$* S_D + S_V = h_{FE} \frac{\frac{n R_1}{(R_1 + R_2)}}{R_{Th} + (1+h_{FE})R_E} + \frac{-h_{FE}}{R_{Th} + (1+h_{FE})R_E}$$

$$S_D + S_V = \frac{h_{FE} \left[\frac{n R_1}{(R_1 + R_2)} - 1 \right]}{R_{Th} + (1+h_{FE})R_E}$$

$S_D + S_V = 0$ yapacak
değeri sayısı (n) en 19'ış sağı

$$T1 \Rightarrow I_C \uparrow \Rightarrow V_{BE} \uparrow \Rightarrow S_V \downarrow \Rightarrow S_D \downarrow$$



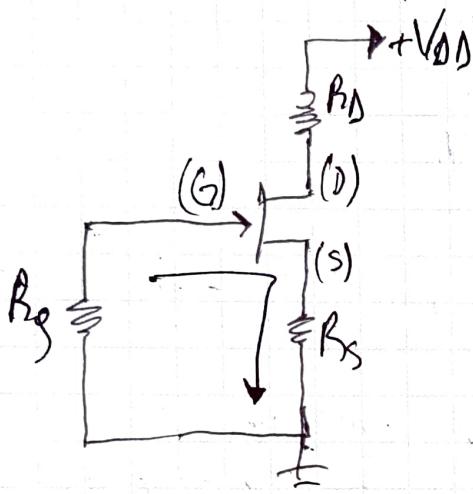
23

OCAK / JANUARY
PAZARTESİ / MONDAY

H	P	S	Ç	P	C	Cı	Pz
1	2	3	4	5	6	7	18
2	9	10	11	12	13	14	15
3	16	17	18	19	20	21	22
4	23	24	25	26	27	28	29
5	30	31					

ALAN ETKİLİ TBA M ZİSTORERİN KUTU PLANASI

(A) JFET'lem Kutu planı



$$V_{GS} + R_S I_D \approx 0$$

$$V_{GS} = -R_S I_D$$

$$I_D = I_{DSs} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_p} \right)^2$$

Düşük
Akım

kisılma gerginliği

$$V_{DD} = (R_D + R_S) I_D + V_{GS}$$

Kanal genit arası fonksiyon teknikleri yönünde kutuplananlık şeklinde genit kaynak arası gerilim belirlenmelidir. Savak kaynak arası gerilimin ise kanaldaki robusluk taşıyıcıları savakla toplayıcılık şekilde olmalıdır.

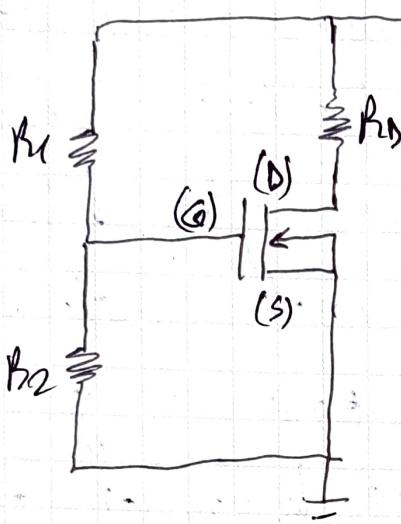


H	P	S	C	P	C	G	Pz
1	2	3	4	5	6	7	1/6
2	9	10	11	12	13	14	15
3	16	17	18	19	20	21	22
4	23	24	25	26	27	28	29
5	30	31					

24

OCAK / JANUARY
SALI / TUESDAY

(B) Mosfet'in Kütüplaması



n kanalli
kanal boyutları,

$$V_G = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{DD}$$

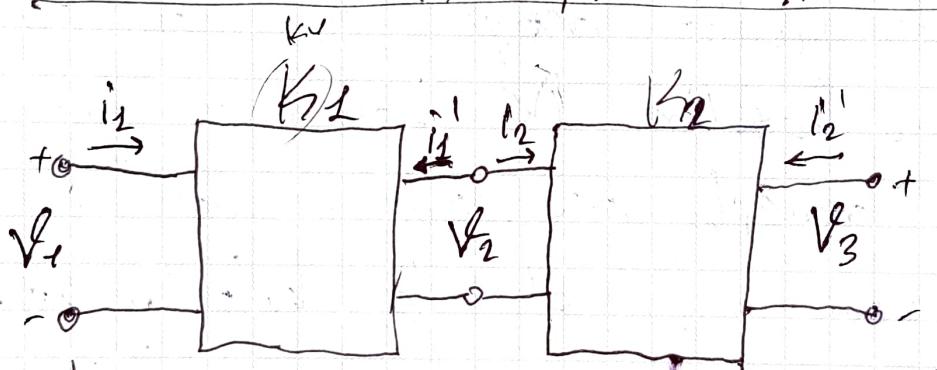
$$V_S = 0$$

$$V_{GS} = V_G - V_S$$

$$V_{GS} = V_G$$

$$V_{DD} = R_D I_D + V_{DS}$$

Gök KATLI KV METLENDİRİCİLERDE
KÜTÜPLAMA *



Dogruluk Bağlantılı KV Metlendiriciler

$$K_1 = \frac{V_2}{V_1} ; \quad K_2 = \frac{V_3}{V_2}$$

$$K_{sistem} = \frac{V_3}{V_1} = \frac{V_3}{V_2} \cdot \frac{V_2}{V_1} = K_2 \cdot K_1$$

$$K_{sistem} = K_2 \cdot K_1$$



25

OCAK / JANUARY
ÇARŞAMBA / WEDNESDAY

H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
1	2	3	4	5	6	7	1
2	9	10	11	12	13	14	15
3	16	17	18	19	20	21	22
4	23	24	25	26	27	28	29
5	30	31					

Yarı iletken elementlerin kırıplığı devredede yalnız kırılmam sağ konusu olduğu için gergi zaman kurvetlerindeki belli birer özellikler elde edilirler. Bu özelliklerin sağlama bilincinin devrede kırılırları yarı iletken malzemelerin sayısı artar. Bu nedenle gereklilik mevcut. Ancak önce devrede kırılırları tam yarı iletkenlerin kırıplama şartları konusunda ele alınır. Günlük orta git gelen elementlerin kırıplama koşulları DC bolumda uygunlara bilin. Bu sebeple devrelerde kondensatör, transformator gibi elementler kırılırlıklarını dikkate almak için bu elementlerin yarı iletkenlerin DC bolumundan birbirlerini etkilememesini sağlayıcı elementlerdir. Düşük frekans larda hem bolum olarak kırıplığı olan kondensatörler oldugundan hem de impedans uyumunu genelde sağlama açısından kondensatörler tercih edilmektedir.

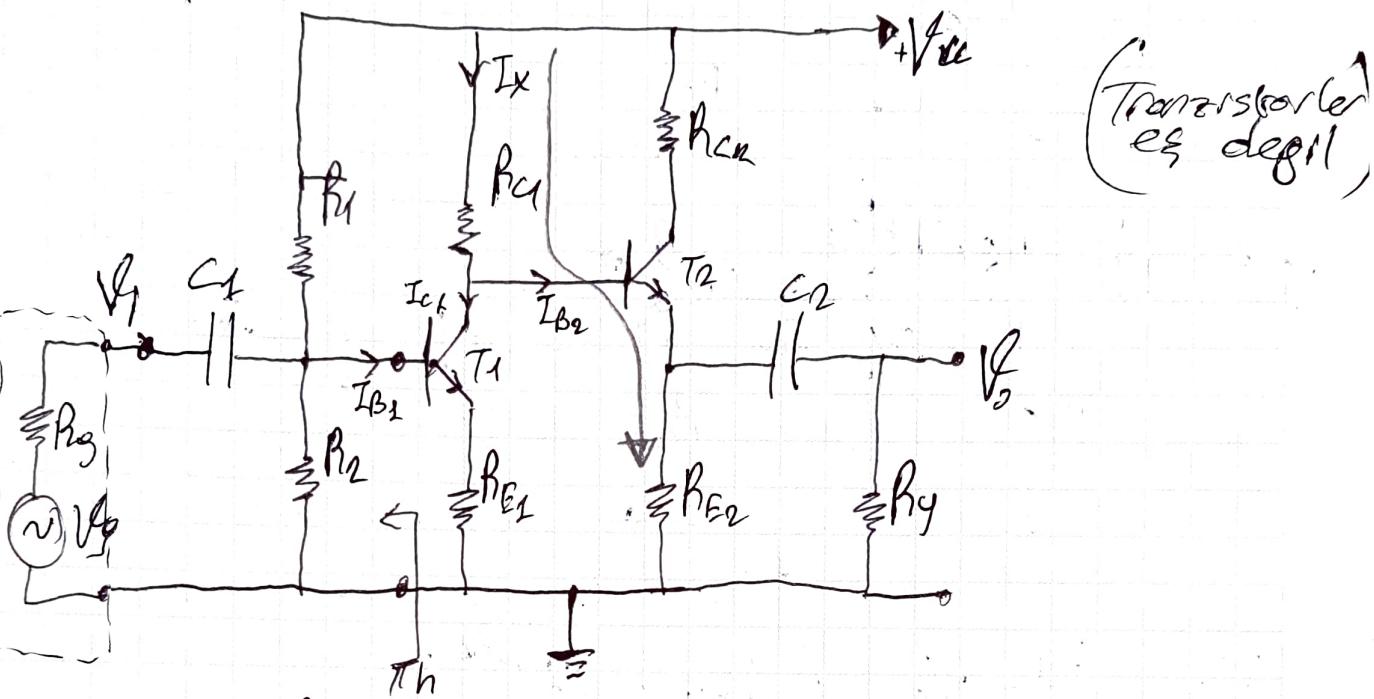


H	P	S	G	P	C	G	Pz
1	2	3	4	5	6	7	1/8
2	9	10	11	12	13	14	15
3	16	17	18	19	20	21	22
4	23	24	25	26	27	28	29
5	30	31					

26

OCAK / JANUARY
PERŞEMBE / THURSDAY

Transistorlu Gök Küfli Kuvvetlendiricilerde Kütuphanesi



$$V_{Th2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{cc} ; \quad R_{Th2} = \frac{R_2 R_1}{R_2 + R_1}$$

$$I_{C1} = h_{FE1} \frac{V_{Th1} - V_{BE1}}{R_{Th1} + (1+h_{FE1}) R_{E1}}$$

$$V_{cc} = R_{C1} (I_{C1} + I_{B2}) + V_{BE2} + R_{E2} (1+h_{FE2}) I_{B2}$$

$$I_{C2} = h_{FE2} \frac{V_{cc} - R_{C1} I_{C1} - V_{BE2}}{R_{C1} + (1+h_{FE2}) R_{E2}}$$



27

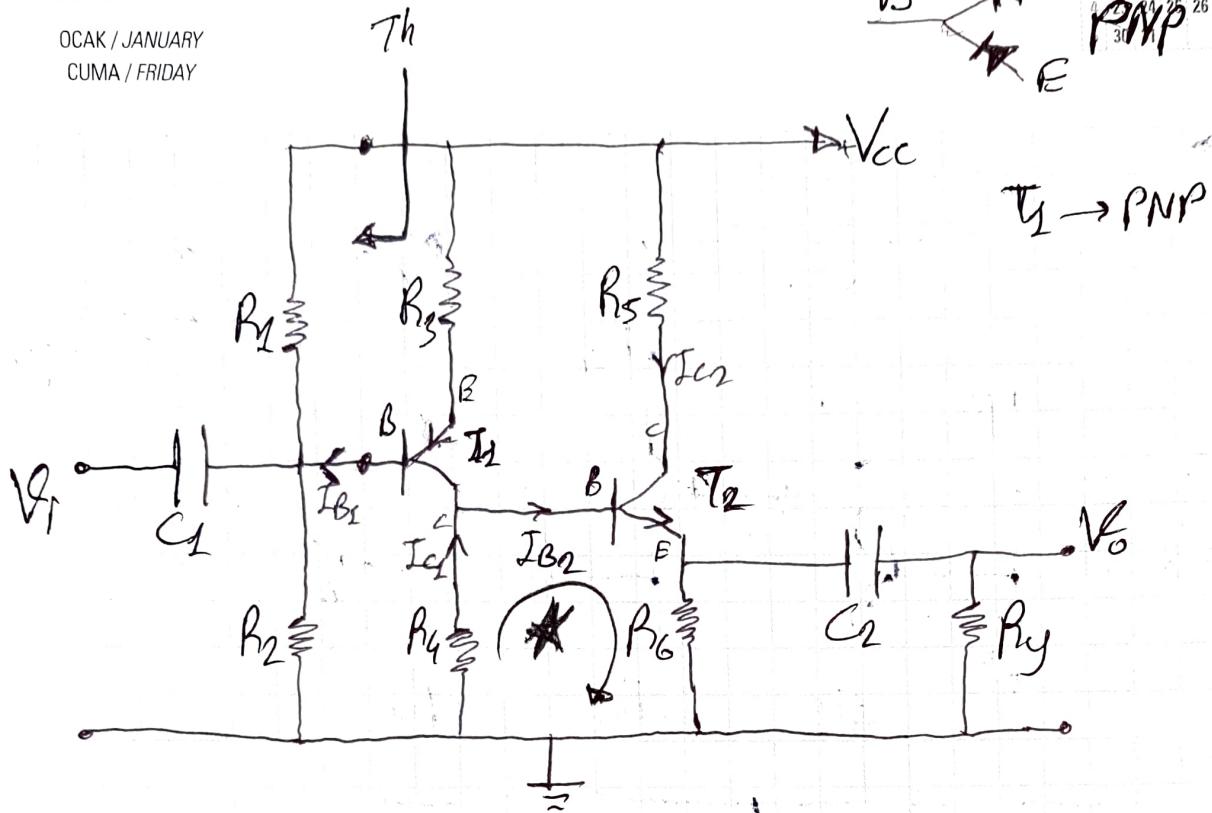
OCAK / JANUARY
CUMA / FRIDAY

$\leftarrow \text{Th} \rightarrow \text{Ref}$

NPN



PNP



$$V_{Th} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{cc}; \quad R_{Th} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_{C1} = -h_{FE1} \frac{\frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{cc} + V_{BE1}}{R_{Th} + (1 + h_{FE1}) R_3}$$

Aksor ve
Gerdüm
yon lemləndir
yoluya səzət
parlaq

$$\star R_6 (I_{C1} + I_{B2}) + V_{BE2} + R_6 (2h_{FE2}) I_{B2} = 0$$

$$I_{C2} = -h_{FE2} \frac{R_6 I_{C1} + V_{BE2}}{(1 + h_{FE2}) R_6 + R_6}$$

(-) dənkləndir
gəlir

$$(1 + h_{FE2}) R_6 \gg R_6 \Rightarrow h_{FE2} \gg 1$$

$$I_{C2} \approx -\frac{R_6 I_{C1} + V_{BE2}}{R_6}$$



H	P	S	Ç	P	C	Cf	Pz
1	2	3	4	5	6	7	1/4
2	9	10	11	12	13	14	15
3	16	17	18	19	20	21	22
4	23	24	25	26	27	28	29
5	30	31					

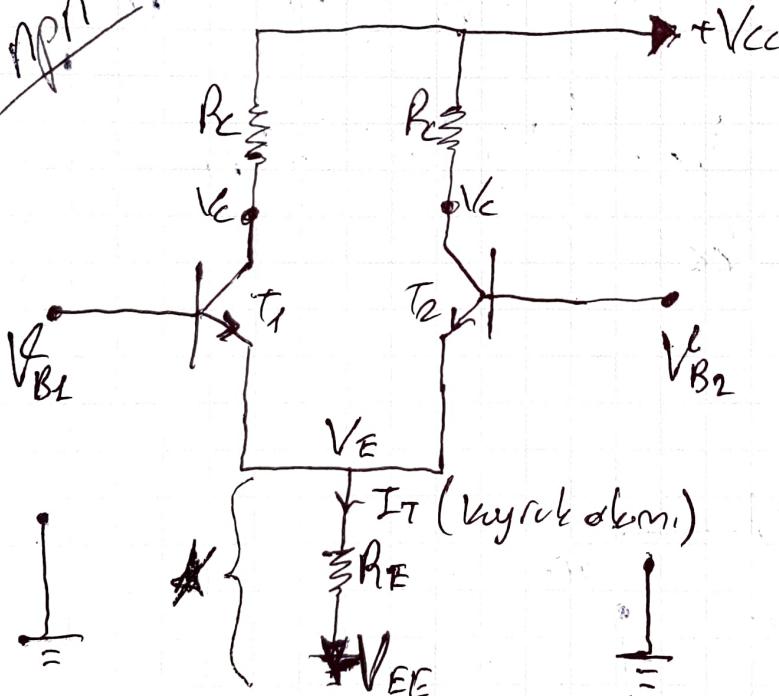
28

OCAK / JANUARY
CUMARTESİ / SATURDAY

Farklı Kuruşlandırmaçları (Van Kyroklı Deve) (Emreter Bölgelendi Kuruşlandırmaç)

Yazılıkken tam devre modellemi en sonda yapı topladım. Simetrik bir devredir. Kullanılan tranzistorların hepsi es tranzistorlardır. Yani tam elektronik şebekeyi aynı olan transiztorlar kullanılır (h_{FE} vb.)

NPN



T₁, T₂ → NPN

29

OCAK / JANUARY
PAZAR / SUNDAY

* Sokörerholmdeğeri (Degraker isaret uygulamaları)
 $V_{B1} = V_{B2} = 0 \Rightarrow V_{BE} = V_B - V_E$

$$-V_{BB} = V_E$$



30

OCAK / JANUARY
PAZARTESİ / MONDAY

H	P	S	G	P	C	C	Pz
1	2	3	4	5	6	7	18
2	9	10	11	12	13	14	15
3	16	17	18	19	20	21	22
4	23	24	25	26	27	28	29
5	30	31					

★ $R_E I_T = V_E - (-V_{BE})$

$$R_E I_T = V_{EE} - V_{BE}$$

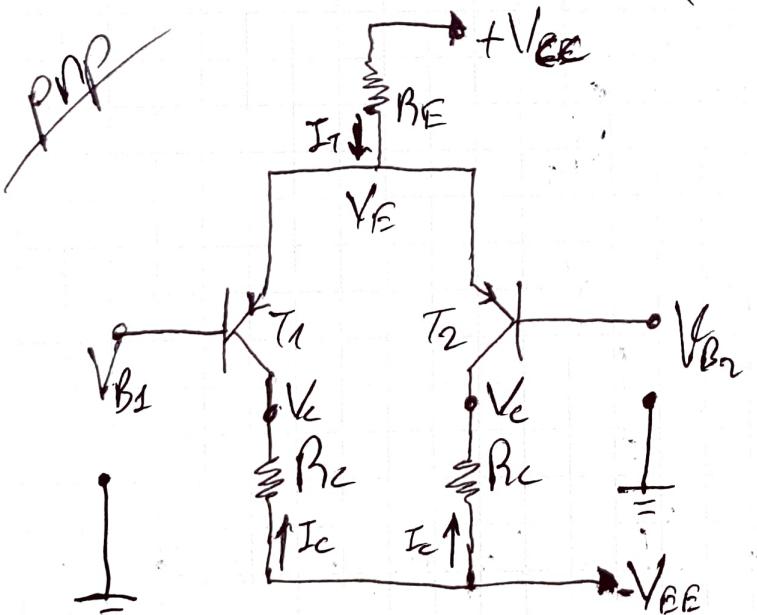
$$I_T = \frac{V_{EE} - V_{BE}}{R_E}$$

• $I_T \approx I_{C1} + I_{C2} = 2 I_c$

$$I_c \approx \frac{I_T}{2} = \frac{V_{EE} - V_{BE}}{2 R_E} \approx I_c$$

• $V_C = V_{CC} - R_C I_c = V_{CC} - \frac{R_C}{2 R_E} (V_{BE} - V_{BE})$

• $V_{CE} = V_C - V_E = V_C - (-V_{BE}) = V_C + V_{BE}$

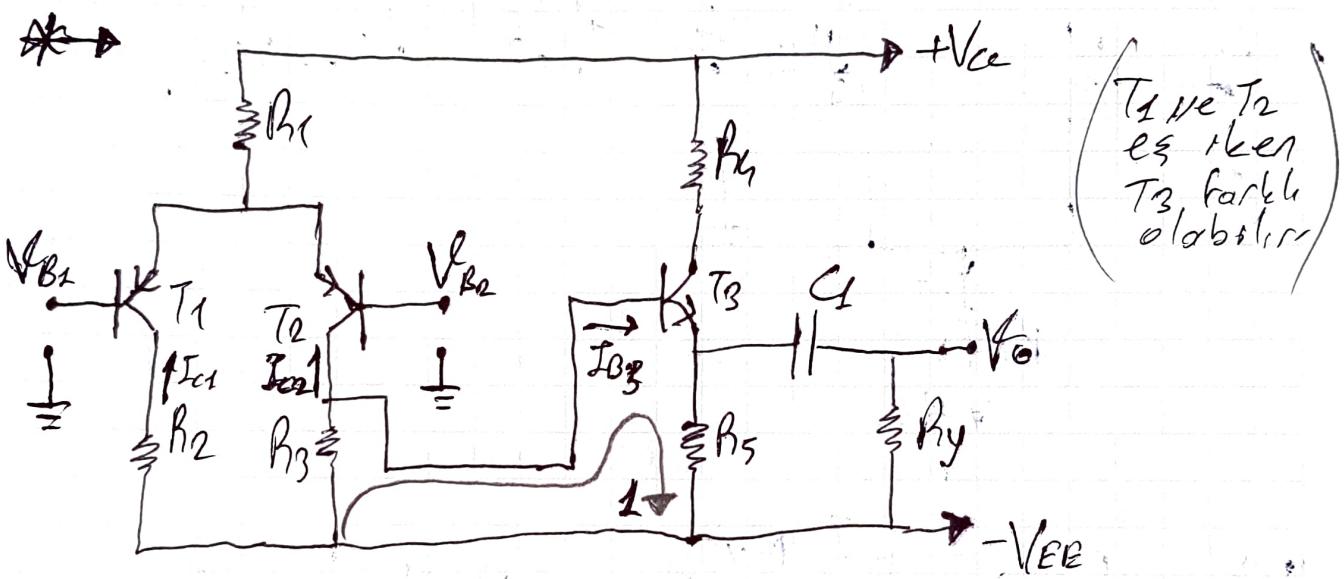


$$I_T = \frac{V_{CC} + V_{BE}}{R_E}$$



$$I_T \approx -2I_C \Rightarrow I_C = -\frac{V_{CC} + V_{BE}}{2R_E}$$

$$V_C = -V_{EE} + \frac{R_E}{2R_B} (V_{CC} + V_{BE})$$



$$I_{C1} = I_{C2} = -\frac{V_{CC} + V_{BE1,2}}{2R_E}$$

$$\textcircled{1} R_3(I_{C2} + I_{B3}) + V_{BE3} + R_5(1 + h_{FE3})I_{B3} = 0$$

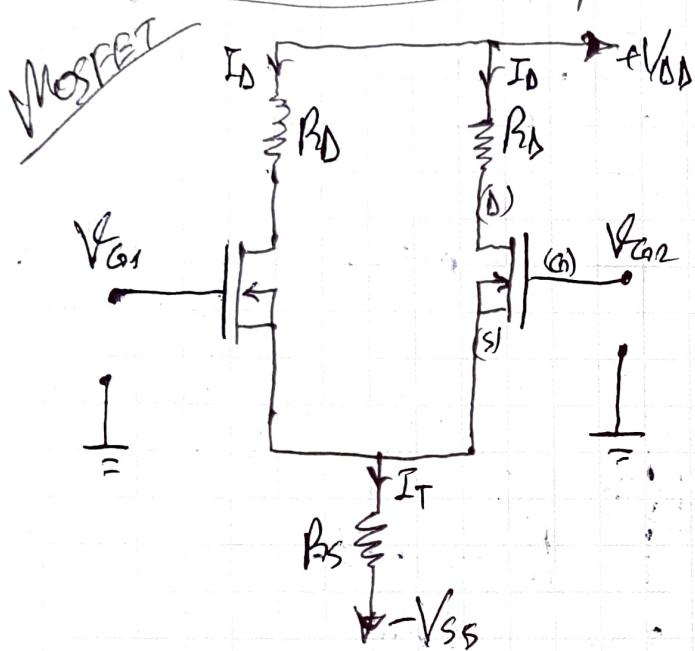
$$I_{C3} = -h_{FE3} \cdot \frac{R_3 I_{C2} + V_{BE3}}{R_3 + (1 + h_{FE3})R_5}$$

1

ŞUBAT / FEBRUARY
ÇARŞAMBA / WEDNESDAY

H	P	S	Ç	P	C	C1	Pz
5			1	2	3	4	5
6	6	7	8	9	10	11	12
7	13	14	15	16	17	18	19
8	20	21	22	23	24	25	26
9	27	28					

JFET'lr ve MOSFET'lr Van Kuyruklu Devrelerde Kullanımları

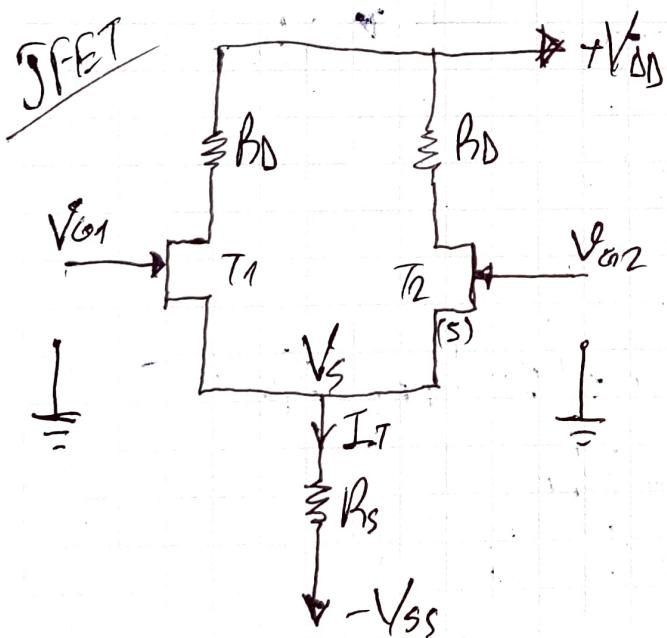


Devre. smetinde / MOSFET'ler es
Sokakta kullanılır

$$I_T = 2 I_D$$

$$R_S I_T = V_S - (-V_{SS})$$

$$\boxed{R_S I_T = V_{SS} - V_{GS}}$$



JFET'ler es / Devre smetinde
Sokakta kullanılır

$$I_T = I_{D1} + I_{D2} = 2 I_D$$

$$V_{GS} = V_{GS1} - V_S \Rightarrow V_S = -V_{GS}$$

$$R_S I_T = V_S - (-V_{GS})$$

$$\boxed{R_S I_T = V_{SS} - V_{GS}}$$

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P} \right)^2$$

$$I_T = \frac{V_{SS} - V_{GS}}{R_S}$$

$$I_D = \frac{V_{SS} - V_{GS}}{2 R_S}$$



H	P	S	Ç	P	G	Ct	Pz
5		1	2	3	4	5	
6	6	7	8	9	10	11	12
7	13	14	15	16	17	18	19
8	20	21	22	23	24	25	26
9	27	28					

9

ŞUBAT / FEBRUARY
PERŞEMBE / THURSDAY

KUVVETLENDİRİCİ DEVRELERDE KAZANÇ

Güçteki işaretin çıkışta kuvvetlendirilen devrelerde kuvvetlendirici devre denir. Birde fazla kuvvetlendirici elementin kullanıldığı devrelerde bir kuvvetlendirici devresinin çıkışı sonraki kuvvetlendirici devresinin girişine bağlıysa bu tarz kuvvetlendiriciler basładı bağlı kuvvetlendirici olarak adlandırılır. Basıldadı bağlı devreler olusturulan diszenlerin DC bakımından birbirlerini etkilemeyecekSEM kondensatörler, transformatörler kullanılır. DC bilesenler AC devre elementlerinden yarımak amacıyla kullanılan kondensatörlere bağlıdır kondensatörler; devrede DC bakımından kullanılması faydalı getiren ancak degrikler işaretler arasındaki sorun yaratın elementlerin kısa devre edilmesi amacıyla kullanılır kondensatörlere ise kopulene kondensatör denir. DC mcelenelerde frekans sıfır

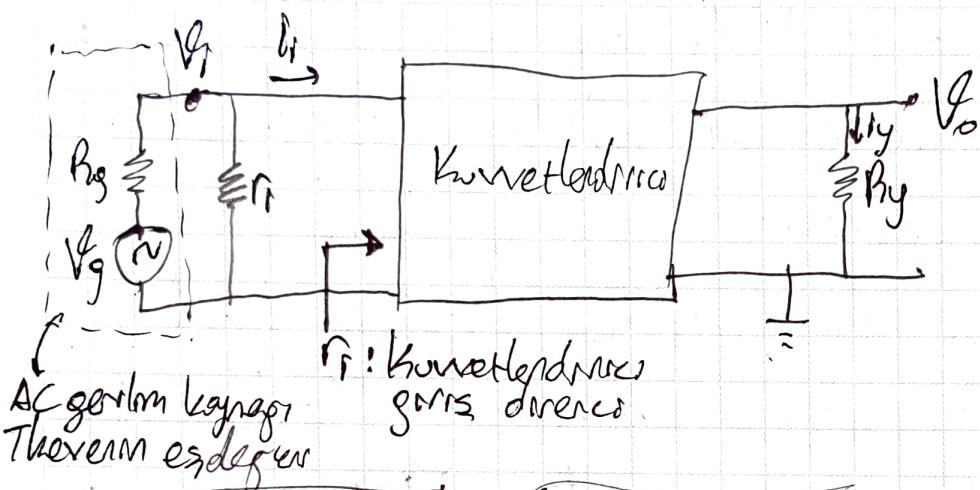


10

ŞUBAT / FEBRUARY
CUMA / FRIDAY

H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
5			1	2	3	4	5
6	6	7	8	9	10	11	12
7	13	14	15	16	17	18	19
8	20	21	22	23	24	25	26
9	27	28					

oldugundan. Aşik devre olunur kondansatörler AC mühendislerde ise frekansın yaklaşık sonsuz olduğu kabul edilerek kısa devre olunur.



$$R = \frac{V_l}{I_l}$$

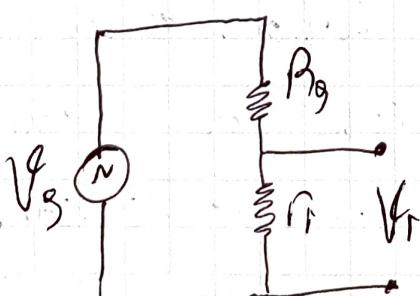
$$R_V = \frac{V_l}{V_g}$$

$$R_{V_K} = \frac{V_l}{V_g}$$

Devrenin gerilm
koraci

Kaynaga gone
gerilm koraci

$V_l \neq V_g \Leftrightarrow R_g$ 'de gerilm düşmesi var



$$V_l = \frac{R}{R + R_g} V_g$$

$$\Rightarrow \frac{V_l}{V_g} = \frac{R}{R + R_g}$$

H	P	S	C	P	C	Ct	Pz
5		1	2	3	4	5	
6	6	7	8	9	10	11	12
7	13	14	15	16	17	18	19
8	20	21	22	23	24	25	26
9	27	28					

11

ŞUBAT / FEBRUARY
CUMARTESİ / SATURDAY

$$K_{V_L} = \frac{V_o}{V_g} = \frac{f_o}{f_g} \cdot \frac{V_n}{V_g} \quad (\text{zincir kuralı})$$

$$\Rightarrow K_{V_L} = K_V \cdot \frac{f_i}{f_i + R_g}$$

$$K_i = \frac{i_y}{f_i} = \frac{V_o/R_g}{f_i/f_n} \Rightarrow K_i = K_V \cdot \frac{f_i}{R_g}$$

Devrenin
dönüş kozaası

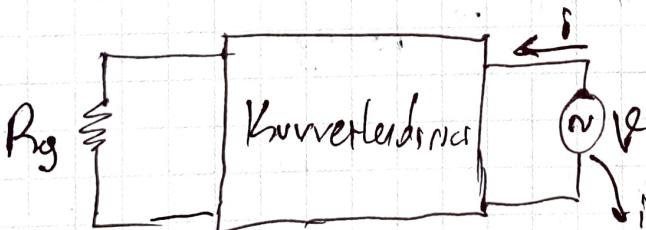
$$K_{S_L} = \frac{P_g}{P_f} \Rightarrow K_{S_L} = K_V K_i = K_V \cdot K_V \frac{f_i}{R_g} = \frac{f_i}{R_g} K_V^2$$

$$K_{S_L} = \frac{R_g}{f_i} K_V^2$$

12

ŞUBAT / FEBRUARY
PAZAR / SUNDAY

- r_0 : Devrenin çıkış direnci



$$r_0 = \frac{V}{i}$$

ideal gerilim kaynagi

- r_i : Devrenin AC giriş direnci
- r_o : Devrenin AC çıkış direnci

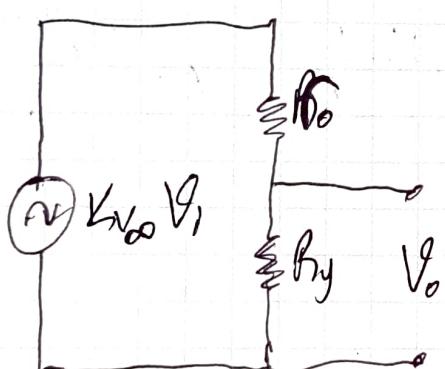
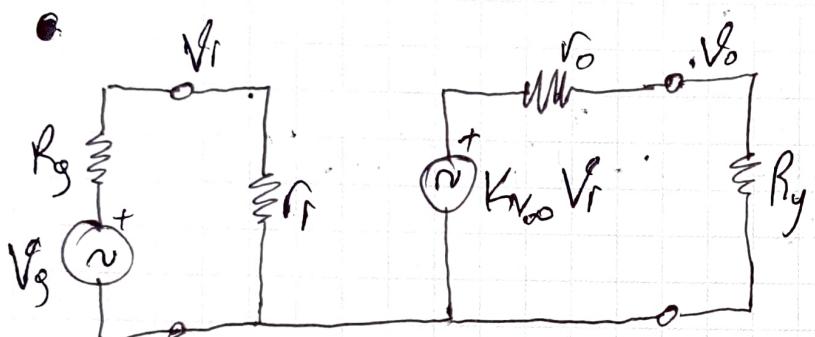
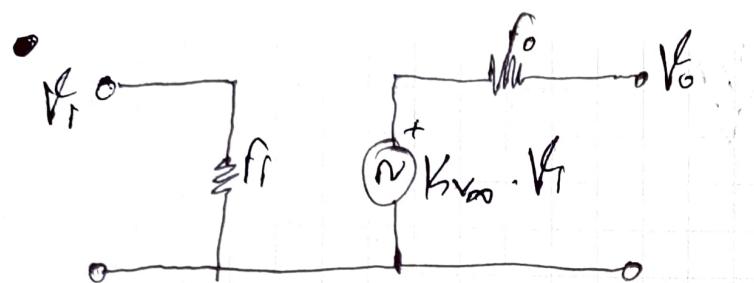
$K_{V_{00}}$: Devrede yatanın açık devre edilmiş durumda
gerilim kozaası



13

ŞUBAT / FEBRUARY
PAZARTESİ / MONDAY

H	P	S	Ç	P	C	Cl	Pz
5				1	2	3	4 5
6	6	7	8	9	10	11 12	
7	13	14	15	16	17	18 19	
8	20	21	22	23	24	25 26	
9	27	28					



$$V_o = \frac{R_y}{R_o + R_y} K_{vo} V_i$$

$$\frac{V_o}{V_i} = K_{vo} \frac{R_y}{R_o + R_y}$$

$$K_v = K_{vo} \frac{R_y}{R_o + R_y}$$

$$K_v = |K_v| e^{j\theta}$$

|Kv|: Kozaçan modulu
 θ : Kozaçan faze

Kv ve türde nüfusun gerilmek kozaçan. Reaktif elementlerin etkisi olduğu durumlarda frekans bulgesinde reel sayı olacakken, katsayı

H	P	S	C	P	C	Ct	Pz
5		1	2	3	4	5	
6	6	7	8	9	10	11	12
7	13	14	15	16	17	18	19
8	20	21	22	23	24	25	26
9	27	28					

$h_{FE} \rightarrow DC$ \rightarrow farklı olabilir
 $h_{fe} \rightarrow AC$ \rightarrow aynı olabilir

14

ŞUBAT / FEBRUARY
SALI / TUESDAY

değer pozitif ya da negatif olabilir. Ancak reaktif elementlerin varlığı da önem tiene katırsa kazanc kompleks bir maddelerdir.

$$K_A(\text{dB}) = 20 \log \left| \frac{P_y}{P_i} \right| = 20 \log |K_A|$$

$$K_V(\text{dB}) = 20 \log \left| \frac{V_o}{V_i} \right| = 20 \log |K_V|$$

$$K_I(\text{dB}) = 20 \log \left| \frac{i_o}{i_i} \right| = 20 \log |K_I|$$

* $r_i = R_y \Rightarrow K_A(\text{dB}) = K_V(\text{dB}) = K_I(\text{dB})$

$$K_A(\text{dB}) = 20 \log \left| \frac{P_y}{P_i} \right| = 20 \log \frac{V_o^2 / R_y}{V_i^2 / r_i}$$

$$K_A(\text{dB}) = 20 \log \left| \frac{V_o}{V_i} \right| + 20 \log \frac{r_i}{R_y} \quad (r_i = R_y \text{ olursa})$$

$$K_A(\text{dB}) = 20 \log \left| \frac{V_o}{V_i} \right| = K_V(\text{dB})$$

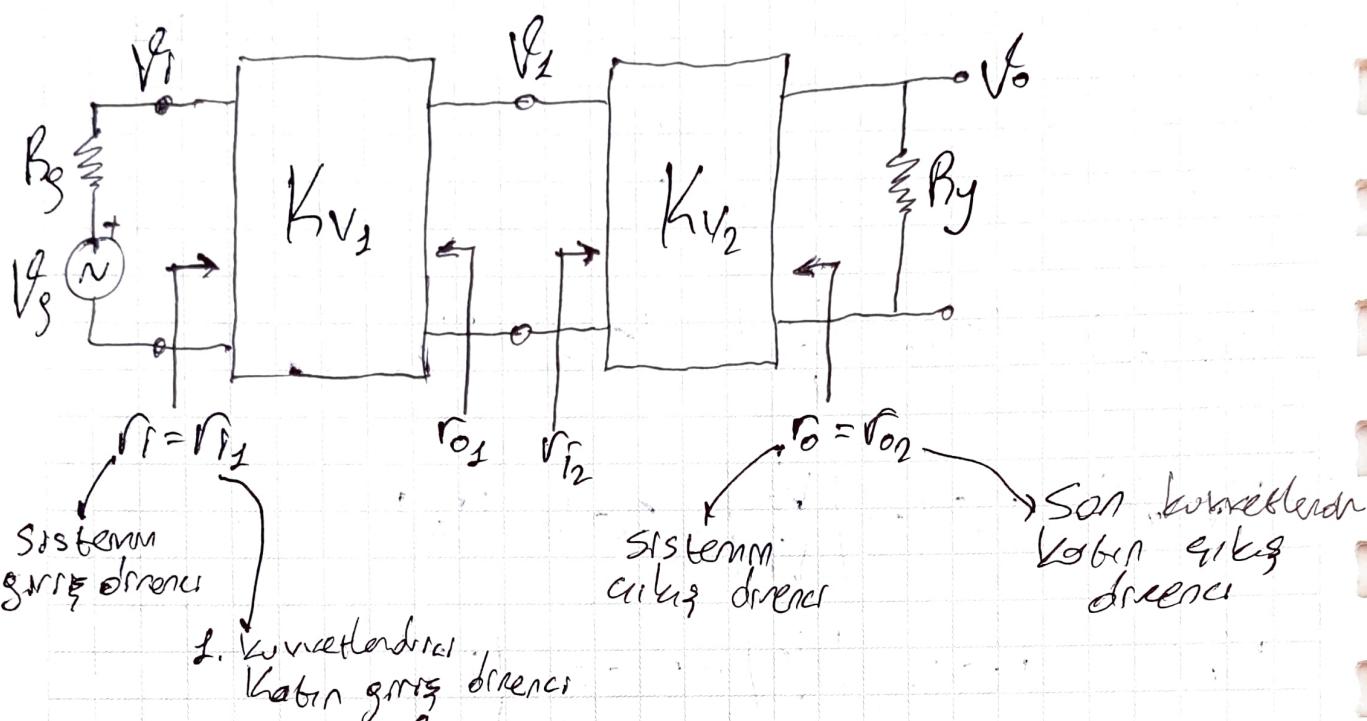
$$K_V = \frac{V_o}{V_i}$$



15

ŞUBAT / FEBRUARY
ÇARŞAMBA / WEDNESDAY

H	P	S	C	P	C	Cf	Pz
5			1	2	3	4	5
6	6	7	8	9	10	11	12
7	13	14	15	16	17	18	19
8	20	21	22	23	24	25	26
9	27	28					

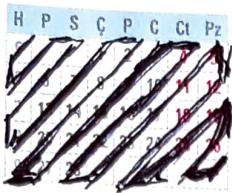


$$K_{V_{\text{sistem}}} = \frac{V_o}{V_g} = \frac{V_o}{V_1} \cdot \frac{V_1}{V_2} = K_{V_2} \cdot K_{V_1}$$

$$K_V = K_{V_{\text{00}}} \frac{R_g}{\hat{r}_0 + R_g} \Rightarrow K_{V_1} = K_{V_{\text{00}}} \frac{\hat{r}_{i_2}}{\hat{r}_{i_1} + \hat{r}_{i_2}}$$

$$K_{V_2} = K_{V_{\text{00}}} \frac{R_g}{\hat{r}_{o_2} + R_g}$$

$$* K_{V_K} = \frac{\hat{r}}{\hat{r}_i + R_g} K_V \Rightarrow K_{V_K} = \frac{\hat{r}_{i_1}}{\hat{r}_{i_2} + R_g} K_{V_{\text{00}}} \cdot \frac{\hat{r}_{i_2}}{\hat{r}_{o_2} + \hat{r}_{i_2}} K_{V_{\text{00}}} \frac{R_g}{\hat{r}_{o_2} + R_g}$$

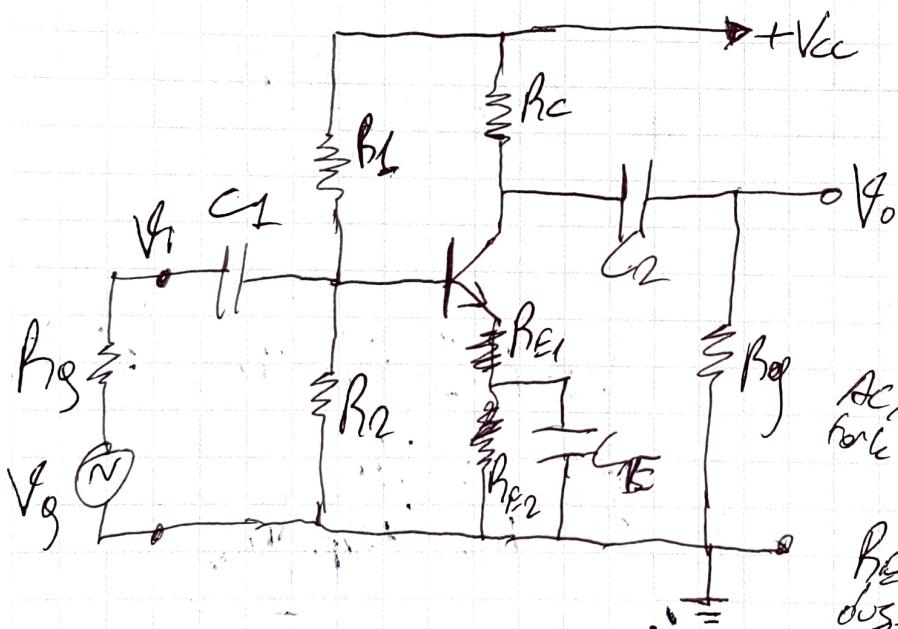


$$Kv(dB)_{\text{system}} = 20 \log |Kv_{\text{system}}| = 20 \log |Kv_1, Kv_2| \\ = 20 \log |Kv_1| + 20 \log |Kv_2|$$

$$Kv(\text{dB})_{\text{sector}} = Kv_1(\text{dB}) + Kv_2(\text{dB})$$

Transistor Konvertereider

- ⓐ Oreak E ⓑ Oreak C (ewter side) ⓒ Oreak B
 ⓔ Oreak Emterls Kurvetendrisse



- Gross Boz
 - Elkes Collektor
 - Oftale uq Emile

- Give de Dog
AC/DC Kondensator
fork
- CE klystron
BZ yr Kondensator
dug-rørde Al de høresci ↑

- DC McElroy

Kol. okmeler ve Tof. genitmler bulunabilir.

$K \rightarrow$ 151 karashlik kortsagi

$$S(I_c, h_{FE}), S(I_c, V_{BE}), S(I_c, I_{CBO})$$

17

SUBAT / FEBRUARY
CUMA / FRIDAY



H	P	S	C	P	C	P
5			1	2	3	4
6	6	7	8	9	10,	11
7	13	14	15	16	17	18
8	20	21	22	23	24	25
	27	28				26

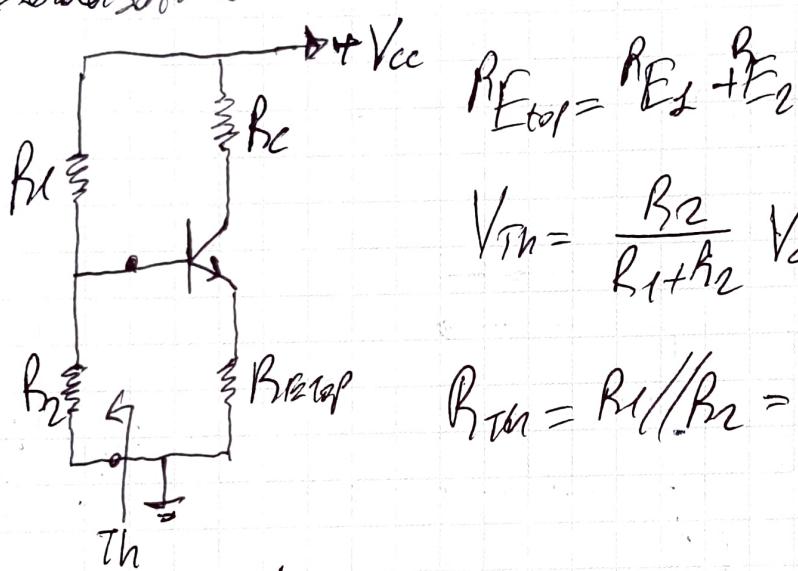
• AC incelene

K_V, K_I, K_{CA}, R_F, C

$K_V(\text{dB}), K_I(\text{dB}), K_{CA}(\text{dB})$

• DC incelene

- Verder索tarlar olsat devre ($f=0$)



$$R_{E\text{top}} = R_{E1} + R_{E2}$$

$$V_{Th} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC}$$

$$R_{Th} = R_1 // R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$



$$I_S = (1 + h_{FE}) I_B$$

$$I_B = \frac{V_{Th} - V_{BE}}{R_{Th} + (1 + h_{FE}) R_{E\text{top}}}$$

$$V_{CC} = R_C I_C + V_{CE} + R_E I_E$$

$$V_{CE} = V_{CC} - R_C I_C - R_E I_E$$

$$I_C = h_{FE} I_B$$

R_{DC} : Devrenin DC yolu

$$R_{DC} = R_C + R_{E\text{top}}$$



$$V_{BE} + V_{CE} + V_{EB} = 0$$

$$V_{CB} + V_{EB} = V_{CB}$$

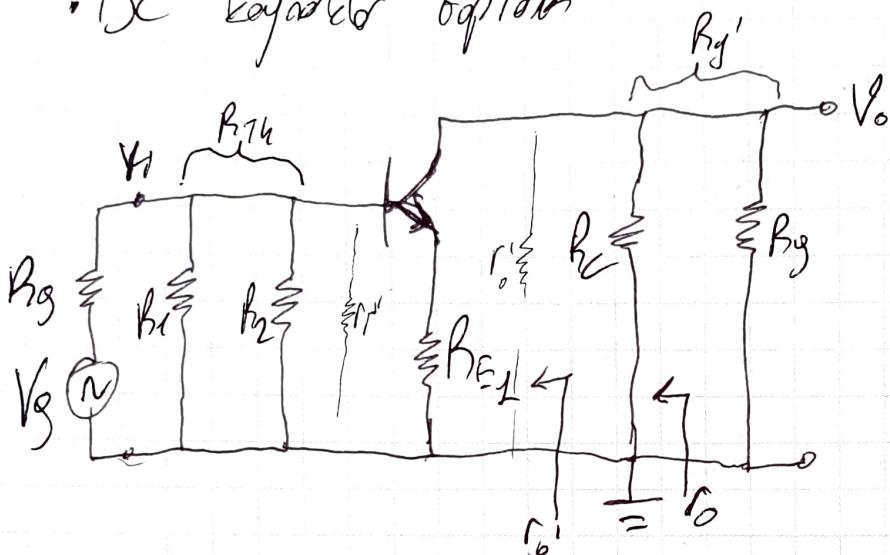
H	P	S	G	P	C	C1	P2
5		1	2	3	4	5	
6	6	7	8	9	10	11	12
7	13	14	15	16	17	18	19
8	20	21	22	23	24	25	26
9	27	28					

18

ŞUBAT / FEBRUARY
CUMARTESİ / SATURDAY

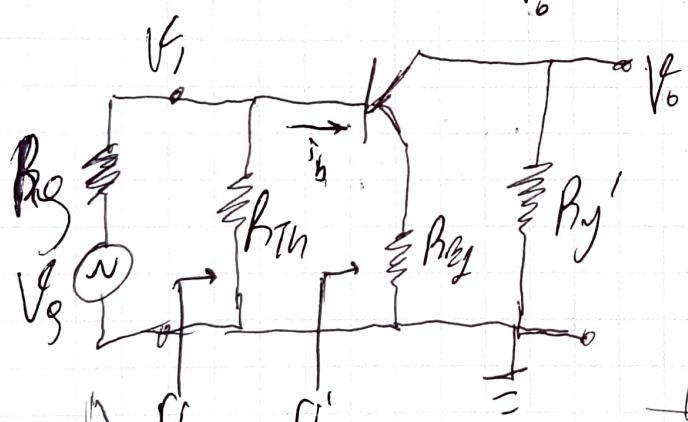
★ AC incelenme

- Kondansatörler kısa devre ($f \rightarrow \infty$)
- DC kaynakları etkisiz



r_0 : Devrenin gMS
Doreksi

r'_0 : Transistörün gMS
(doreksi
(AC doreksi))



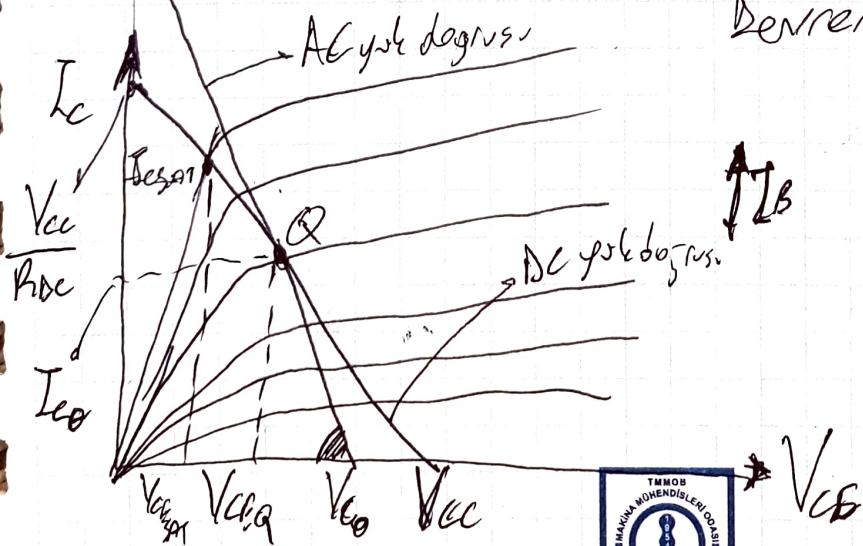
r_0 : Devrenin
AC doreksi

19

r'_0 : Transistörün
AC doreksi

$$R_{AC} = R_{E1} + R_{b'}$$

Devrenin AC yekunu



$$V_{CE} = R_{DC}(I_{C0}) + V_{CE}$$



Gülgaz 37 ofisi

20

SUBAT / FEBRUARY
PAZARTESİ / MONDAY

H	P	S	C	P	C	Ct	Pz
5			1	2	3	4	5
6	6	7	8	9	10	11	12
7	13	14	15	16	17	18	19
8	20	21	22	23	24	25	26
9	27	28					

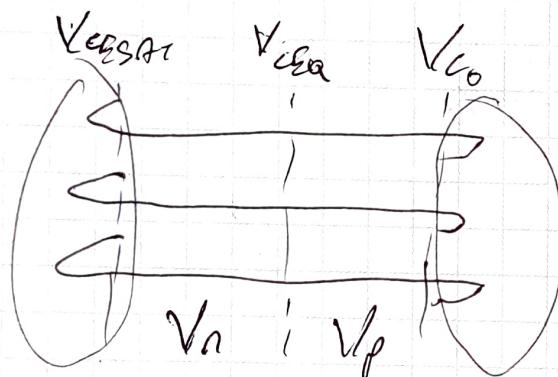
$$A \text{ ile } y \text{ e Dogrusu } \text{ eft'm} ; \frac{(-)1}{R_{AC}} = \frac{I_{CO}}{V_{CO} - V_{CEQ}}$$

$$\boxed{V_{CEQ} = V_{CC} - R_{DC} \cdot I_{CO}}$$

$$\Rightarrow V_{CO} - V_{CEQ} - R_{AC} I_{CO}$$

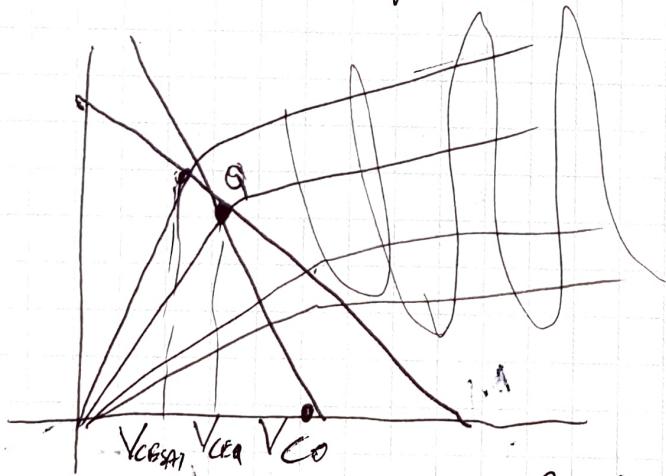
$$V_{CO} - (V_{CC} - R_{DC} I_{CO}) \approx R_{AC} I_{CO}$$

$$V_{CO} = V_{CC} - (R_{DC} - R_{AC}) I_{CO}$$



sıradan kırılpılıma

$$\boxed{V_I = V_p}$$



$$V_I = V_p \rightarrow V_{CC} - R_{DC} I_{CO}$$

$$V_I = (V_{CBQ} - V_{CBSAT})$$

$$V_p = V_{CO} - V_{CBQ}$$

$$V_p = R_{AC} I_{CO}$$

sıradan kırılpılıma
kısıtlı



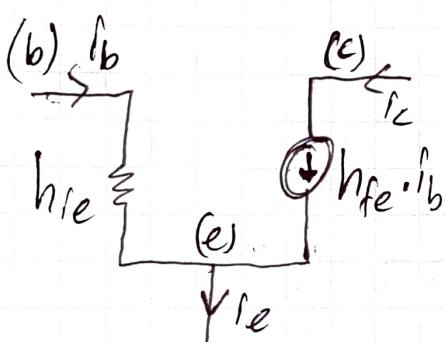
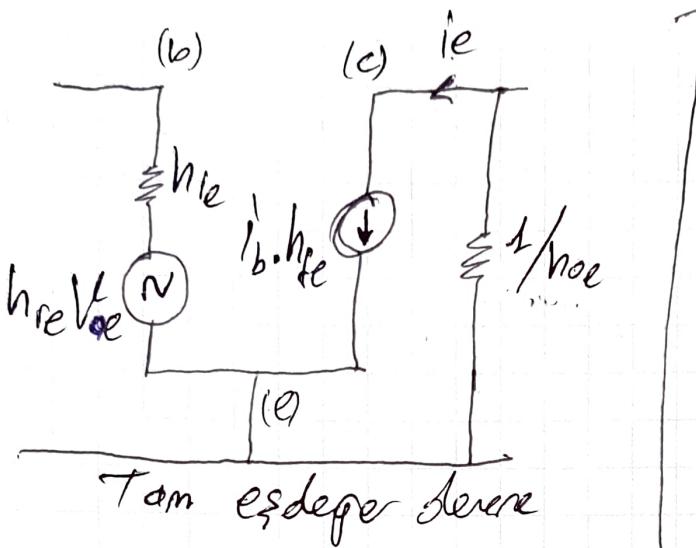
$$I_{CO} = \frac{V_{CC} - V_{CBSAT}}{R_{DC} + R_{AC}}$$

H	P	S	C	P	C	Ci	Pz
5		1	2	3	4	5	
6	6	7	8	9	10	11	12
7	13	14	15	16	17	18	19
8	20	21	22	23	24	25	26
9	27	28					

$$h_{ie} = h_{fe} r_e \quad \left(\frac{V_o}{I_C} \right)$$

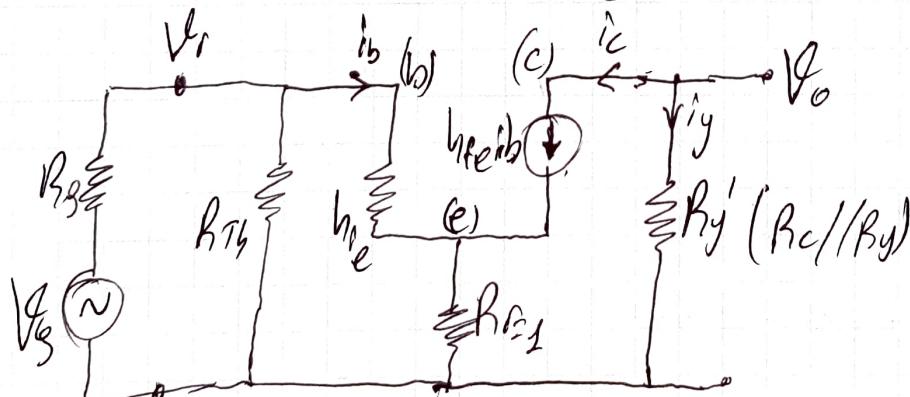
21

ŞUBAT / FEBRUARY
SALI / TUESDAY



Yüklesik esdeger devre

Transistor AC
esdeger devreler



$$V_O = R_C' I_C = -R_C' I_C = -R_C' h_{fe} I_B$$

$$V_I = h_{ie} I_B + R_E1 (1 + h_{fe}) I_B = h_{fe} r_e I_B + R_E1 h_{fe} I_B$$

$$(h_{fe} \gg 1)$$

22

ŞUBAT / FEBRUARY
ÇARŞAMBA / WEDNESDAY

$h_{oe} \rightarrow 10^{-6}$) Erkek okulu
 $r_o \rightarrow M_\alpha$ çok kısa
 Kollektör direksiyonunun sebebi ve köprüdeki
 yapılmamasının sebebi

H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
5				1	2	3	4
6	6	7	8	9	10	11	12
7	13	14	15	16	17	18	19
8	20	21	22	23	24	25	26
9	27	28					

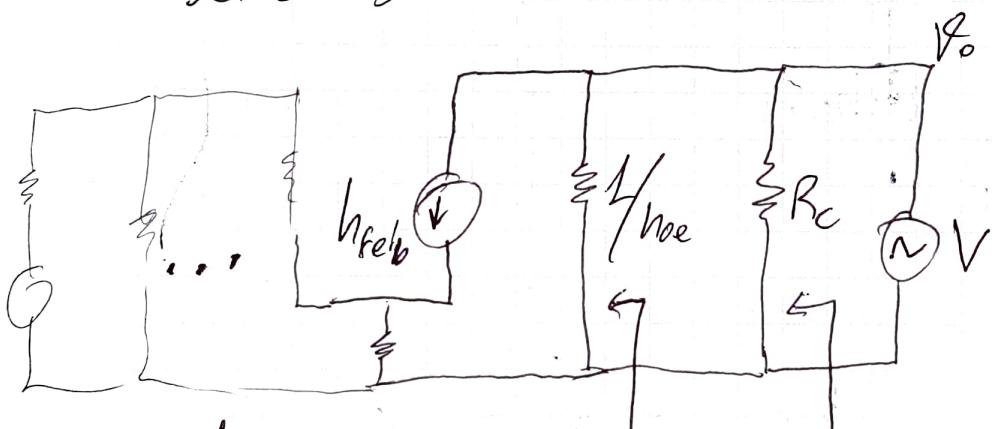
$$K_V = \frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_y' h_{fe} i_b}{h_{fe} r_e + h_{fe} h_{re} i_b} \Rightarrow K_V = -\frac{R_y'}{r_e + R_{CE}}$$

$$r'_i = \frac{V_o}{I_b} = h_{fe}(r_e + R_{CE})$$

Transistor
girisler
girisler

$$r_i = R_{in} // r'_i$$

Dereceli giriș direksiyonu



$$r'_o = \frac{1}{h_{oe}}$$

$$r_o = R_C // r'_o$$

~~2. Orta Kollektor~~

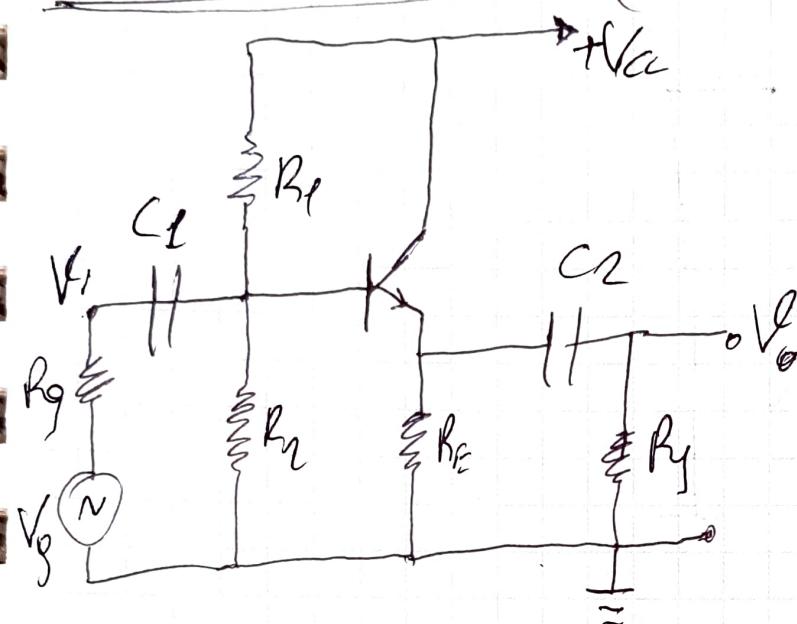


H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
5		1	2	3	4	5	
6	6	7	8	9	10	11	12
7	13	14	15	16	17	18	19
8	20	21	22	23	24	25	26
9	27	28					

23

ŞUBAT / FEBRUARY
PERŞEMBE / THURSDAY

② Denge Kollektörle (Emiter Gidiş) Kuruşlu (NPN)



* DC İnceleme

$$V_{Th} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{cc}$$

$$R_{Th} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_B = \frac{V_{Th} - V_{BE}}{R_{Th} + (1+h_{FE})R_E}$$

$$I_C = h_{FE} I_B$$

$$V_{CE} = V_{cc} - R_E (1+h_{FE}) I_B$$

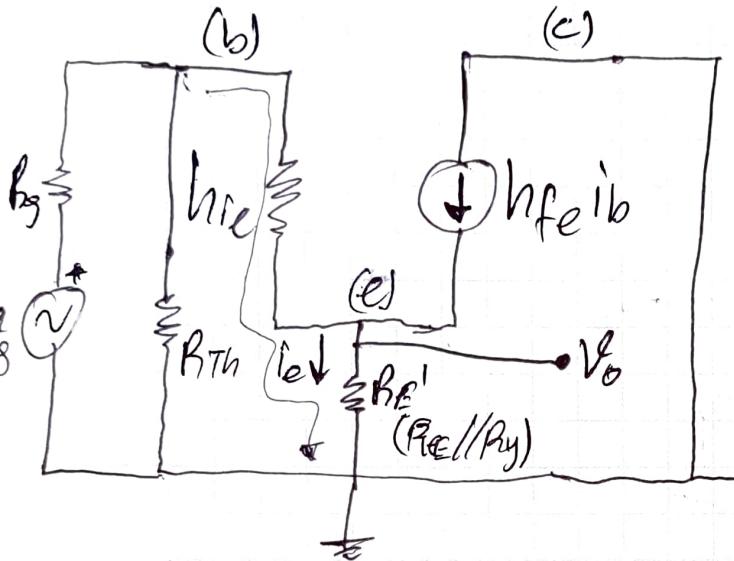


24

ŞUBAT / FEBRUARY
CUMA / FRIDAY

H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
5			1	2	3	4	5
6	6	7	8	9	10	11	12
7	13	14	15	16	17	18	19
8	20	21	22	23	24	25	26
9	27	28					

* AC İnceleme



$$V_i = h_{ie} I_b + R_B' (1 + h_{fe}') I_b$$

$$V_i = h_{ie} r_e I_b + R_E' h_{fe} I_b \quad (h_{fe} \gg 1)$$

$$V_o = R_E' (1 + h_{fe}) I_b = R_E' h_{fe} I_b \quad (h_{fe} \gg 1)$$

$$\Rightarrow K_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_E' h_{fe} I_b}{h_{fe} r_e I_b + R_E' h_{fe} I_b}$$

$$\Rightarrow K_v = \frac{R_E'}{r_e + R_E'}$$

$$(r_e = \frac{V_t}{I_c})$$

$$r_i' = \frac{V_i}{I_b} = h_{fe} (r_e + R_E')$$

$$r_i = R_{Th} // r_i'$$



H	P	S	C	P	C	Ct	Pz
5		1	2	3	4	5	
6	6	7	8	9	10	11	12
7	13	14	15	16	17	18	19
8	20	21	22	23	24	25	26
9	27	28					

28

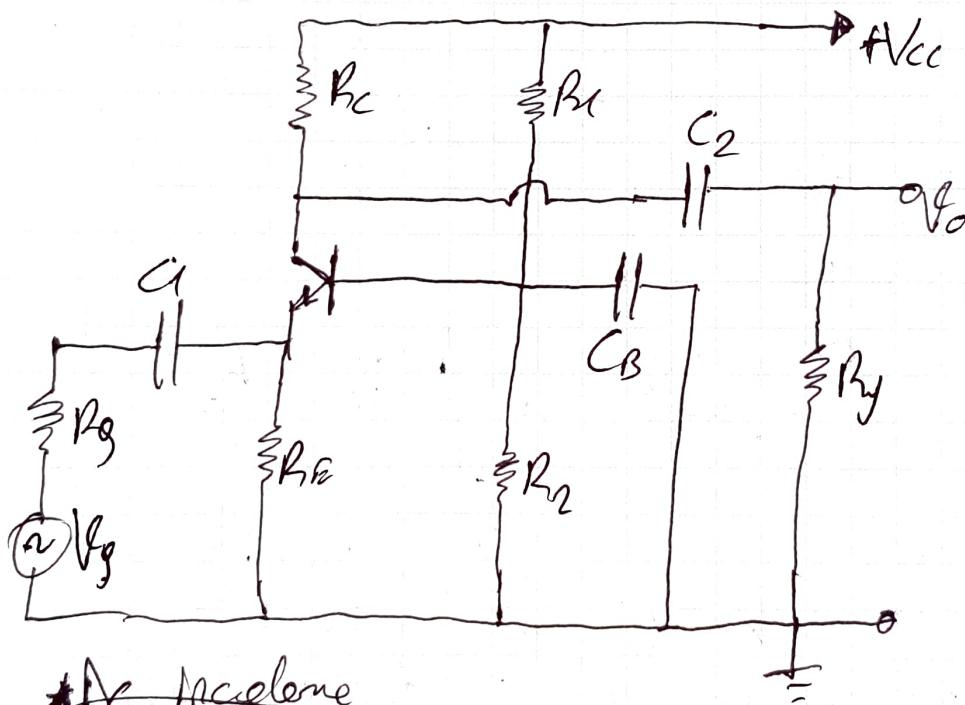
ŞUBAT / FEBRUARY
SALI / TUESDAY

$$r_o' = r_e + \frac{R_E}{h_{FE}}$$

$$r_o = R_E // r_o'$$

Akım kazancının genelisi
devrelerde;
Güç yüksek olduğu
Akım düşük
olması gereklidir.

③ Crook Böülü Kuruşetlerdirler



* De Macelme

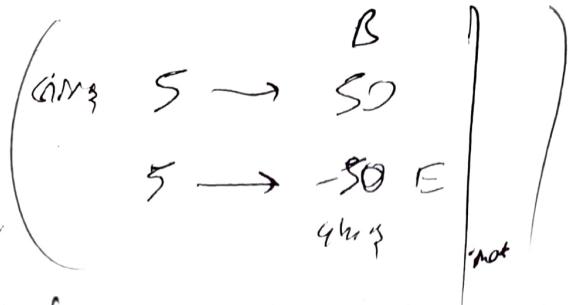
$$R_{TH} = R_1 // R_2 ; V_{TH} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC}$$

$$I_C = h_{FE} \frac{V_{TH} - V_{BE}}{R_{TH} + (1+h_{FE}) R_E}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - R_C I_C - R_E I_E$$



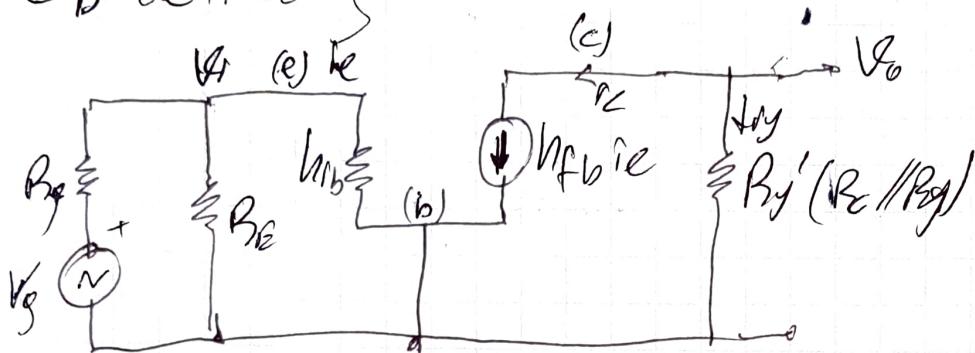
1

MART / MARCH
ÇARŞAMBA / WEDNESDAY

H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
9				1	2	3	4 5
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

AC İncelme

CB dardedekiler



$$V_f = R_f' I_f = -R_f' I_c = -R_f' h_{fb} r_e$$

$$\left[h_{fb} = -\frac{h_{fe}}{1+h_{fe}} \right]$$

$$\Rightarrow V_f = +R_f' r_e$$

$$h_{fe} \gg 1 \Rightarrow h_{fb} \approx -1$$

$$V_f = h_{fb} r_e \approx R_f r_e$$

$$K_V = \frac{V_f}{V_i} = \frac{R_f' r_e}{r_e r_e} \Rightarrow \boxed{K_V = \frac{R_f'}{r_e}}$$

(gerilm kozetici looksundan OEL nın $R_{e, top}$
kullanılsaydı ORK K_V some const olurdu
mutlak olarak toplanında dikkat edilebilir.)

$$\boxed{\boxed{r_f' = \frac{V_f}{I_e} = r_e}} \Rightarrow \boxed{r_f = R_f / r_f'}$$

$$\boxed{r_o \approx R_C}$$

$$\boxed{r_o' = \frac{1}{h_{ob}}}$$



H	P	S	Ç	P	C	G	Pz
9	1	2	3	4	5		
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

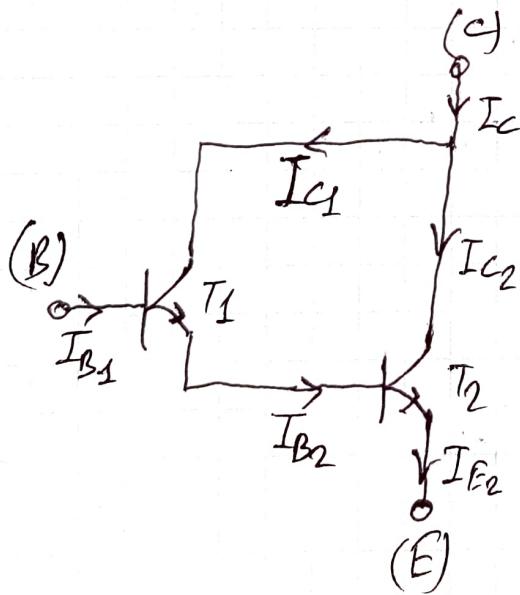
Ch iderinde deslikten gittig hesaplar atiliyor

2

MART / MARCH
PERŞEMBE / THURSDAY

DARLING TON GİFTİ

- 1- Yıksele akım kozancı h_{FE} den daha büyük
- 2- Yıksele gizli drenör elde edilir. $h_{FE} \neq h_{FE} + h_{RE}$
Boylece drenör ona akımı olusur (Eğer transizstor gerekmeyse)
- Elektronik devrelerde yıksele akım kozancının ya da gizli drenörünün gerekliliği yapıldır. Kullanılan sistemlerden en önemlisi bir çoklu transizstorlu sistemdir. Bu sistem bir transizstörün emittersini kendisinden sonra gelen transizstörün bazına doğrudan bağlanması ve her bir transizstörün kollektör uçlarının birleştirilmesi ile elde edilir.



ADC Bakimindan;

$$I_C = I_{C1} + I_{C2}$$

$$I_C = h_{FE_1} I_{B_1} + h_{FE_2} I_{B_2}$$

$$I_C = h_{FE_1} I_{B_1} + h_{FE_2} (1 + h_{FE_1}) I_{B_1}$$

$$I_C = I_{B_1} \left[h_{FE_1} + (1 + h_{FE_1}) h_{FE_2} \right]$$

$$h_{FE} = \frac{I_C}{I_B} = h_{FE_1} + (1 + h_{FE_1}) h_{FE_2}$$



3

H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
9				1	2	3	4 5
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

MART / MARCH
CUMA / FRIDAY

$$h_{FE1}, h_{FE2} \gg 1$$

$$\Rightarrow h_{FE} \approx h_{FE1} + h_{FE2}$$

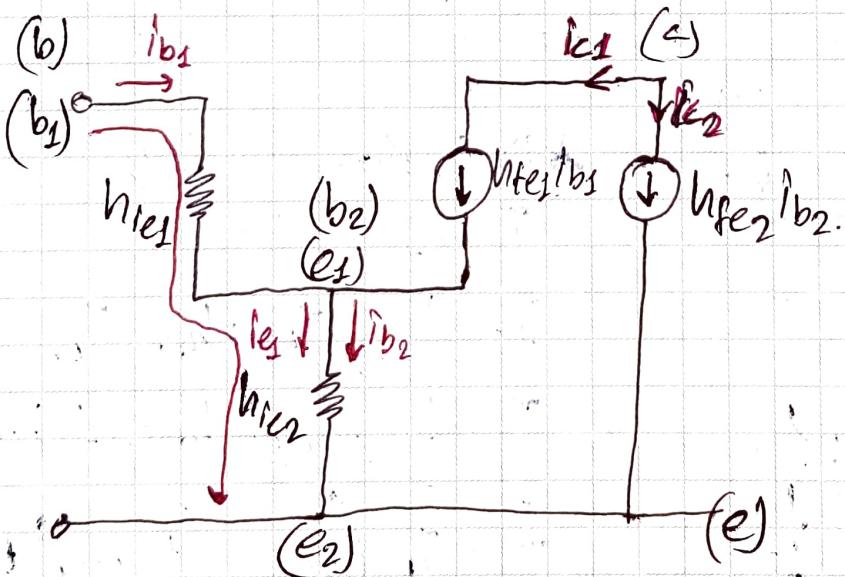
$$h_{FE} \approx h_{FE1} (1 + h_{FE2})$$

$$h_{FE} \approx h_{FE1} h_{FE2}$$

DC bakiinden Darling ton-gefleme sistem

h_{FE} okun kozanıcı sistem meydana getiren transistörlerin h_{FE} okun kozanıklarıdır
primera esitlik

* AC Bakiinden:



H	P	S	Ç	P	C	CL	P2
9		1	2	3	4	5	
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

Dolblingler Ciftans larr dñrñq gibr dñs
nole bñtr. gñrismde. nA cnsnden gñrend
ekiganda larr Mosfet vb. sñrebrñr.

4

MART / MARCH
CUMARTESİ / SATURDAY

(Mosfet vb. temsürlü olarck 100Ms)

$$I_{b2} = I_{e2} = (1 + h_{fe2}) I_{be}$$

$$I_{c2} = h_{fe2} I_{b2} ;$$

$$I_c = I_{c1} + I_{c2}$$

$$I_c = I_b [h_{fe1} + (1 + h_{fe1}) h_{fe2}]$$

$$h_{fe} = \frac{I_c}{I_b} = h_{fe1} + (1 + h_{fe1}) h_{fe2}$$

Ana İfade

* $h_{fe1}, h_{fe2} \gg 1$ (Yorum yapabilmek için kabul)

$$\Rightarrow h_{fe} \approx h_{fe1} + h_{fe2}$$

$$h_{fe} \approx h_{fe1} (1 + h_{fe2})$$

$$h_{fe} \approx h_{fe1} h_{fe2}$$

5

MART / MARCH
PAZAR / SUNDAY

Sistemden AC beklenen elde edilen hfe
akım kozantıci sistem meydana getirilen
transistorların hfe akım kozaicileri ıspini-
na esittir.

$$V_{be} = h_{ie1} I_{b1} + h_{ie2} I_{b2}$$

$$V_{be} = I_b [h_{ie1} + (1 + h_{fe1}) h_{ie2}]$$



6

MART / MARCH
PAZARTESİ / MONDAY

H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
9				1	2	3	4
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

$$h_{ie} = \frac{V_{be}}{I_b} = h_{ies} + (1+h_{fes}) h_{ic2}$$

$$h_{fes} \gg 1$$

$$\Rightarrow h_{ie} \approx h_{ies} + h_{fes} h_{ic2}'_{res}$$

Yüksek girdi drenesi hie elde edildi.
Dolayısıyla datrix dosya eklem gerek

Hem DC hem de AC bantları yapılış
incelemeleri sonucunda darlington enfi kütü-
mük suretiyle kuvvetlendirici devrelerde
daha yüksek olum kozaç ve girdi
drenesi değerlerine ulaşılabilir gibi
mektur.

#BOOTSTRAP (SUROKLEMELİ) KÜTUPLAMA DEVRESİ

$$r_i' = h_{fe}(r_e + R_e) \Rightarrow r_i = R_{Th} // r_i'$$

$r_i \approx r_i'$

O.E.K

Ortalık emitterski bir kuvvetlendirici devresinde
transistoron girdi drenesi (r_i') triizotiponun h_{fe} sureti

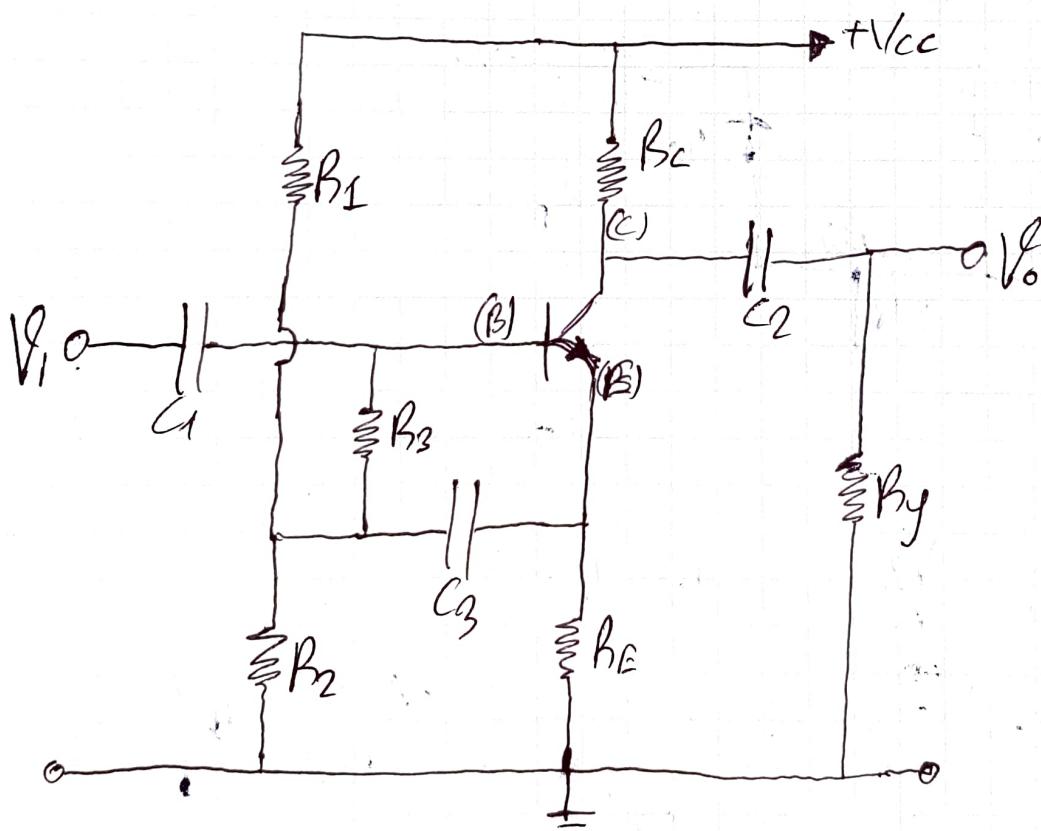


H	P	S	C	P	C	C1	P2
9			1	2	3	4	5
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

7

MART / MARCH
SALI / TUESDAY

ve enstendirdeki AC drence bağlı olarak boyut değerleri alır. Ancak bu boyut değerlerin geneldeki Thvenin eşdeğer drence sebebiyle farklı değerlerde olur. Bu durum ortadan kaldırılmak için bootstrap kapatıcı devreler kullanılır.

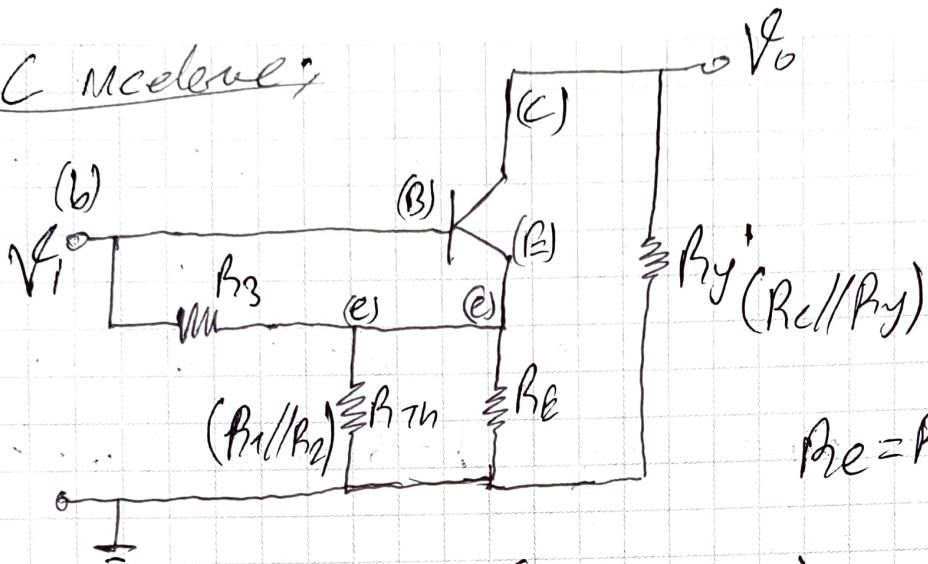


8

MART / MARCH
ÇARŞAMBA / WEDNESDAY

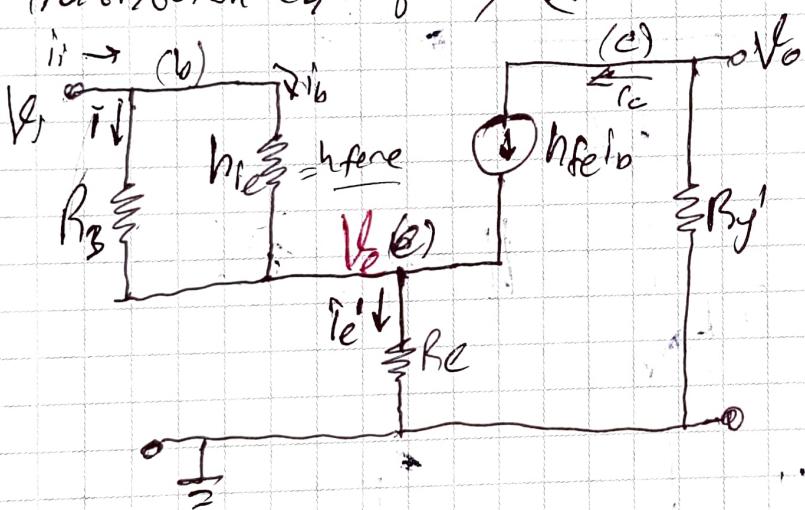
H	P	S	Ç	P	C	C1	P2
9			1	2	3	4	5
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

* AC Mekanizması:



$$R_{fe} = R_1 // R_2 // R_E$$

Transistör es devresi; (AC esdeger)



$$I_I = \frac{V_I}{R_3}$$

$$I_I = I_b + I_c$$

$$R_3 I_I = h_{fe} r_e I_b \Rightarrow$$

$$I_I = \frac{h_{fe} r_e}{R_3} I_b$$

$$I_I = I_b \left[1 + \frac{h_{fe} r_e}{R_3} \right]$$



$$r_i = R_{Th} // r_i'$$

H	P	S	C	P	C	C	P
9		1	2	3	4	5	
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

Ama V_e bulmak
(V_{fe} ile i_b arasındaki ilişkisi)

9

MART / MARCH
PERŞEMBE / THURSDAY

$$V_e = R_e \left[(1 + h_{fe}) i_b + i \right]$$

$$\boxed{V_e = R_e i_b \left[1 + h_{fe} + \frac{h_{fe} R_e}{R_3} \right]}$$

$$V_i = h_{fe} i_b + V_e = h_{fe} R_e i_b + R_e i_b \left[1 + h_{fe} + \frac{h_{fe} R_e}{R_3} \right]$$

$$\boxed{V_i = i_b \left[(h_{fe} R_e) + R_e \left(1 + h_{fe} + \frac{h_{fe} R_e}{R_3} \right) \right]}$$

* $R_3 \gg h_{fe} R_e$ olsasın $r_i \approx i_b$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{V_i}{r_i} = r_i \approx (h_{fe} R_e) + R_e \left(1 + h_{fe} + \frac{h_{fe} R_e}{R_3} \right)}$$

Gerekli gibi olmaz

$$h_{fe} \gg 1 ; h_{fe} \gg \frac{h_{fe} R_e}{R_3}$$

$$\Rightarrow \boxed{r_i \approx r_i'}$$

Bootstrap'ın görevini yerine getirmesi KM emirlerinin koplanlılmaması gereklidir.



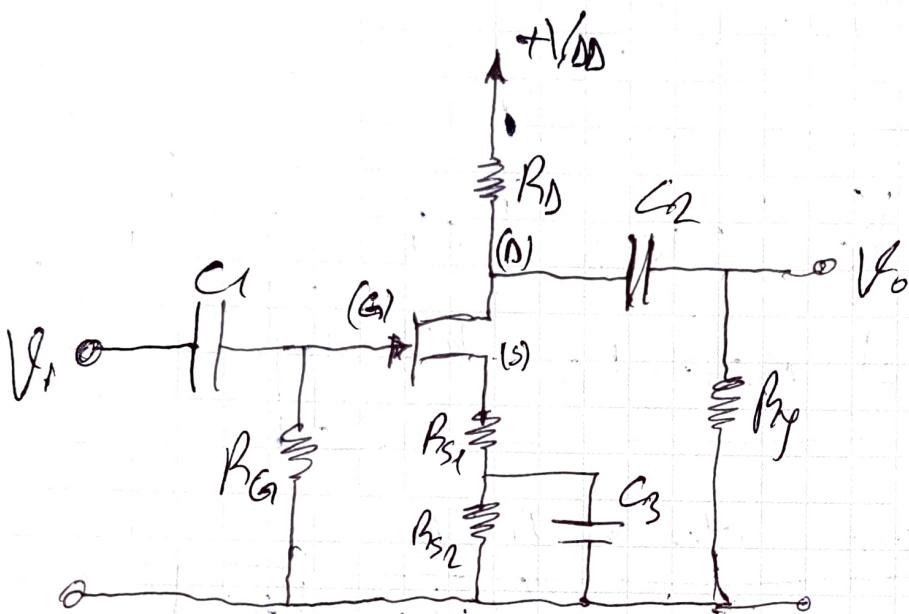
10

MART / MARCH
CUMA / FRIDAY

H	P	S	G	P	C	Cf	Pz
9				1	2	3	4 5
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

FET'li Kuvvetlendiriciler

① JFET'li Kuvvetlendiricilerde Kozyancı



(Ortak Kaynaklı Devre)

*DC meleri

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P} \right)^2$$

$$R_S = R_{S1} + R_{S2}$$

$$R_{DC} = R_D + R_S$$

$$V_{GS} \approx -R_S I_D$$

$$V_{DD} = (R_D + R_S) I_D + V_{DS}$$



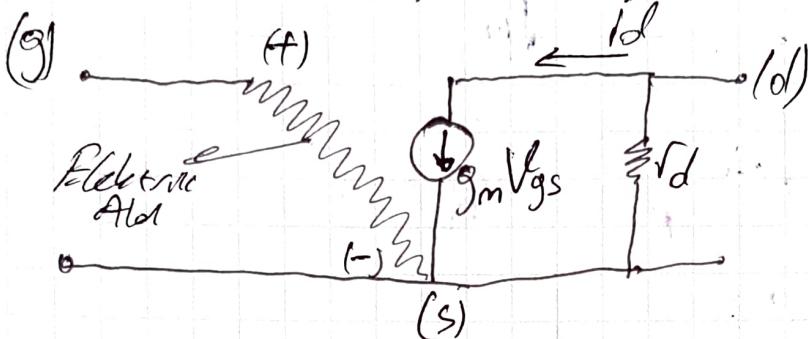
H	P	S	Ç	P	C	C1	P2
9		1	2	3	4	5	
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

11

MART / MARCH
CUMARTESİ / SATURDAY

*AC Mekanizması

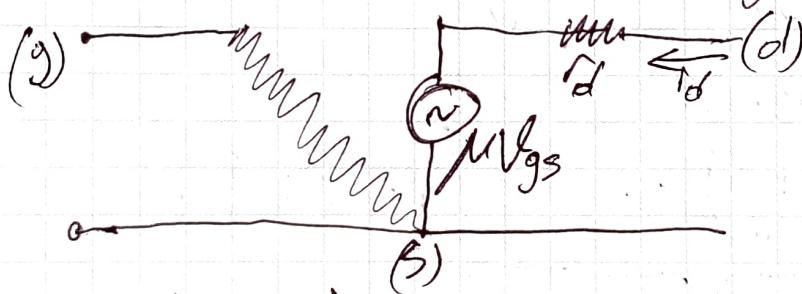
Akim esdeger;



$$g_m = \frac{\partial I_d}{\partial V_{gs}} \Big|_0$$

JFET'in eğimi

Geriyon esdeger;



$$\mu = g_m R_d$$

$$\frac{1}{R_d} = \frac{\partial I_d}{\partial V_{gs}} \Big|_0$$

Degisken
Tarama dene

12

MART / MARCH
PAZAR / SUNDAY

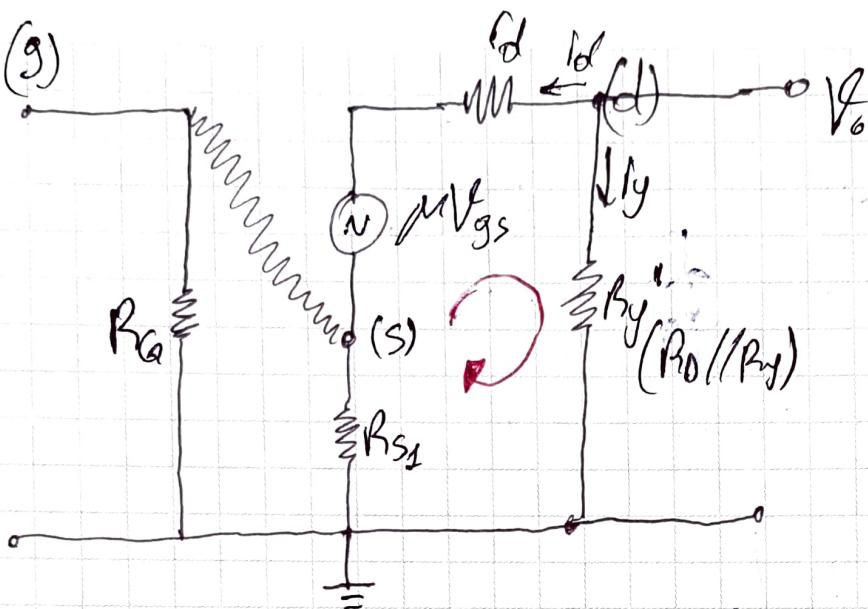


13

MART / MARCH
PAZARTESİ / MONDAY

H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
9		1	2	3	4	5	
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

(g)



$$V_o = R_y' I_y = -R_y' I_d$$

$$(R_{S1} + r_d + R_y') I_d = \mu V_{gs}$$

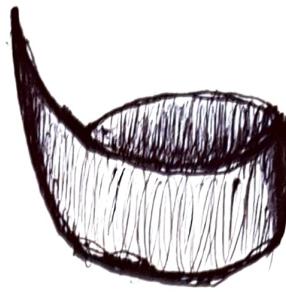
$$V_t = V_{gs} + R_{S1} I_d$$

$$(R_{S1} + r_d + R_y') I_d = \mu [V_t - R_{S1} I_d]$$

$$I_d = \frac{\mu V_t}{r_d + R_y' + (1 + \mu) R_{S1}}$$

$$V_o = -R_y' I_d = -R_y' \frac{\mu V_t}{r_d + R_y' + (1 + \mu) R_{S1}}$$

$$K_V = \frac{V_o}{V_t} = - \frac{\mu R_y'}{r_d + R_y' + (1 + \mu) R_{S1}}$$



H	P	S	Ç	P	C	C1	Pz
9		1	2	3	4	5	
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

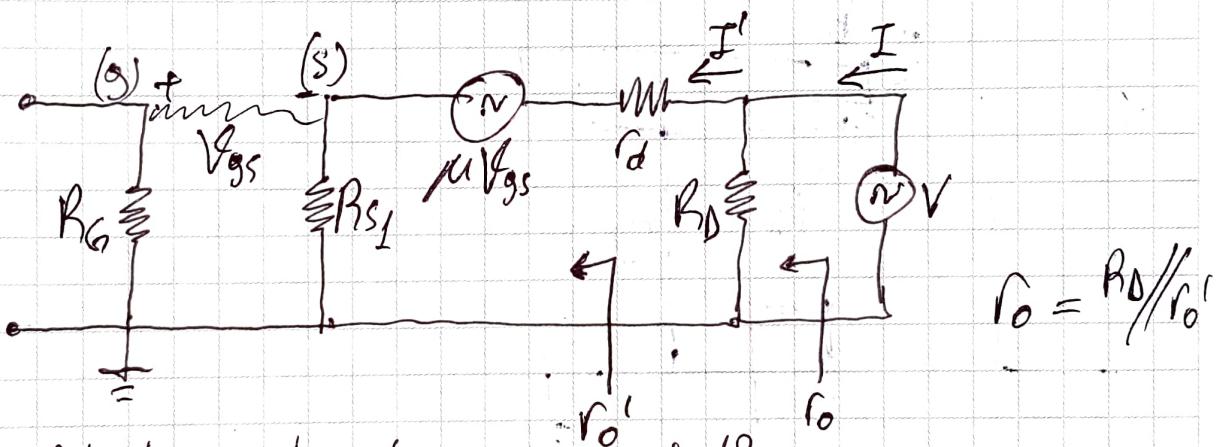
R_s koprulenirse;

$$K_V = - \frac{\mu R_y'}{R_d + R_y'}$$

$$K_V = - \frac{g_m R_d R_y'}{R_y' + R_d} \quad R_d // R_y'$$

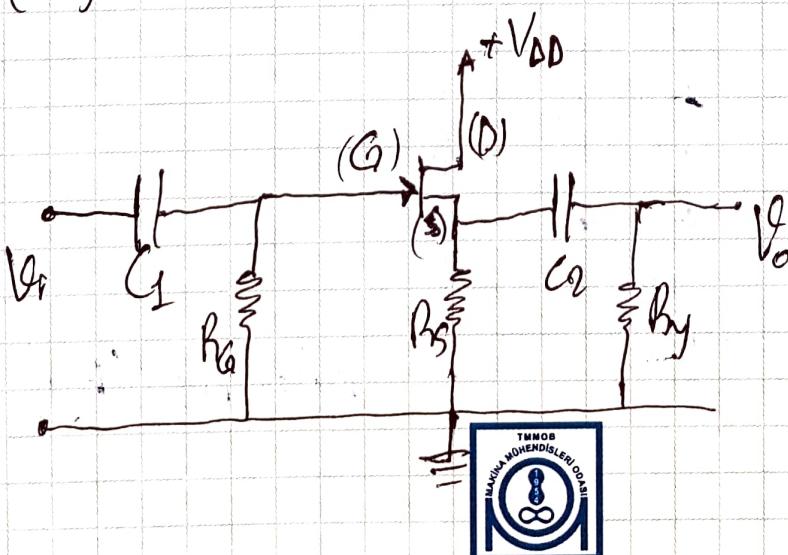
$$K_V = - g_m (R_y' // R_d)$$

$R_s \rightarrow$ tamsamen koprulenise



r_o' devre elementleri einsinden bul?

(kaynak cikisli konnektör olmali devresi)



15

MART / MARCH
ÇARŞAMBA / WEDNESDAY

H	P	S	C	P	G	C1	P2
9			1	2	3	4	5
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

★ DC İnceleme

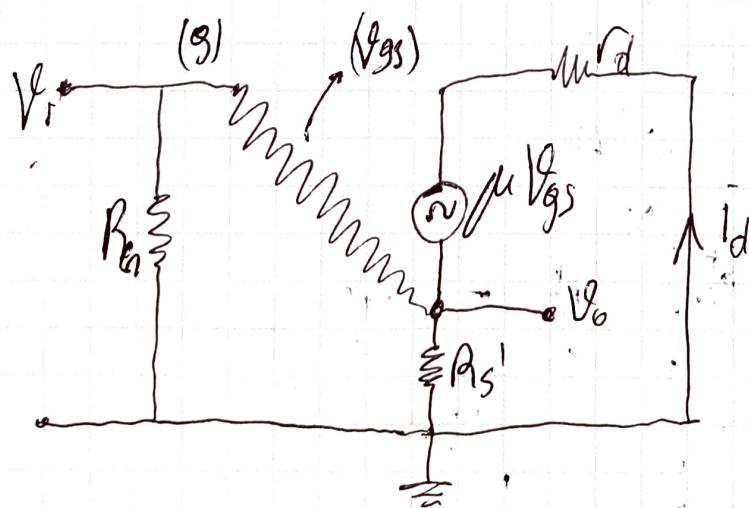
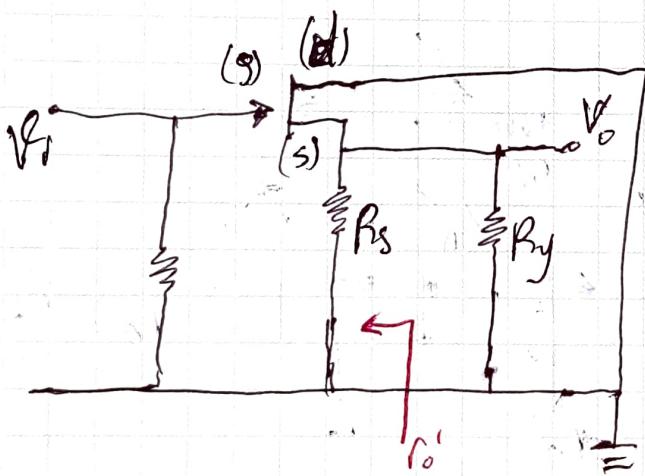
$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2$$

$$R_{DC} = R_S$$

$$V_{DD} = V_{DS} + B_S I_D$$

$$V_{GS} \approx -R_S I_D$$

★ AC İnceleme



$$R_S' = R_S // R_L$$



H	P	S	G	P	C	C	Pz
9		1	2	3	4	5	
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

Kaynak akışı otur "Y"
Çıktı akışı oluyor "S"

16

MART / MARCH
PERŞEMBE / THURSDAY

$$V_o = R_s' i_d$$

$$V_t = V_{GS} + R_s' i_d$$

$$(R_s' + r_d) i_d = \mu V_{GS}$$

$$(R_s' + r_d) i_d = \mu (V_t - R_s' i_d)$$

$$i_d = \frac{\mu V_t}{r_d + (\mu + 1) R_s'}$$

\Rightarrow genel

$$V_o = R_s' \frac{\mu V_t}{r_d + (\mu + 1) R_s'}$$

$$\Rightarrow K_V = \frac{V_o}{V_t} = \frac{\mu R_s'}{r_d + (\mu + 1) R_s'}$$

1- Giriş, çıkış
eyni olterons
2- $K_V < 1$

(Orgat kollektörde
benzer)

$$I_o = \frac{1}{3m}$$

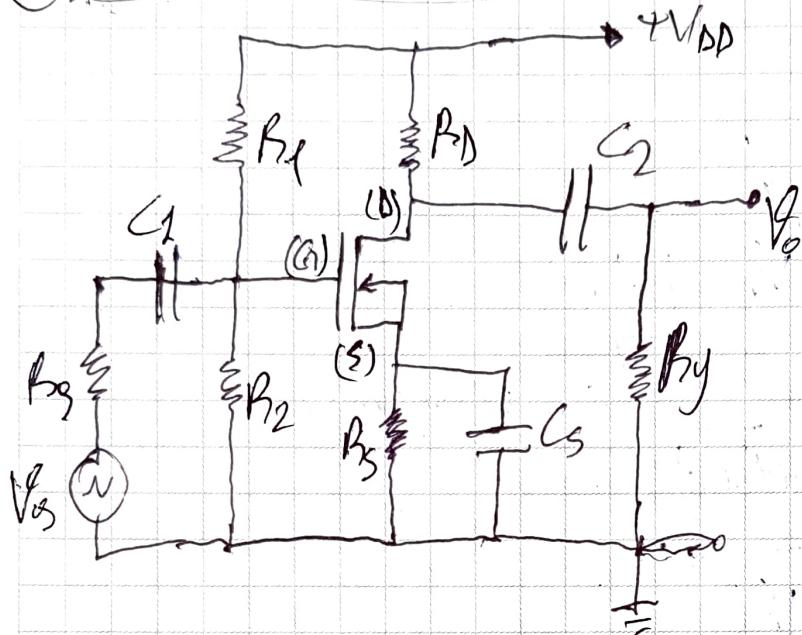
serbest!



H	P	S	C	P	C	Ct	Pz
9			1	2	3	4	5
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

MART / MARCH
CUMA / FRIDAY

~~(b)~~ Mosfetli Varyatörlerde Kısıtlama



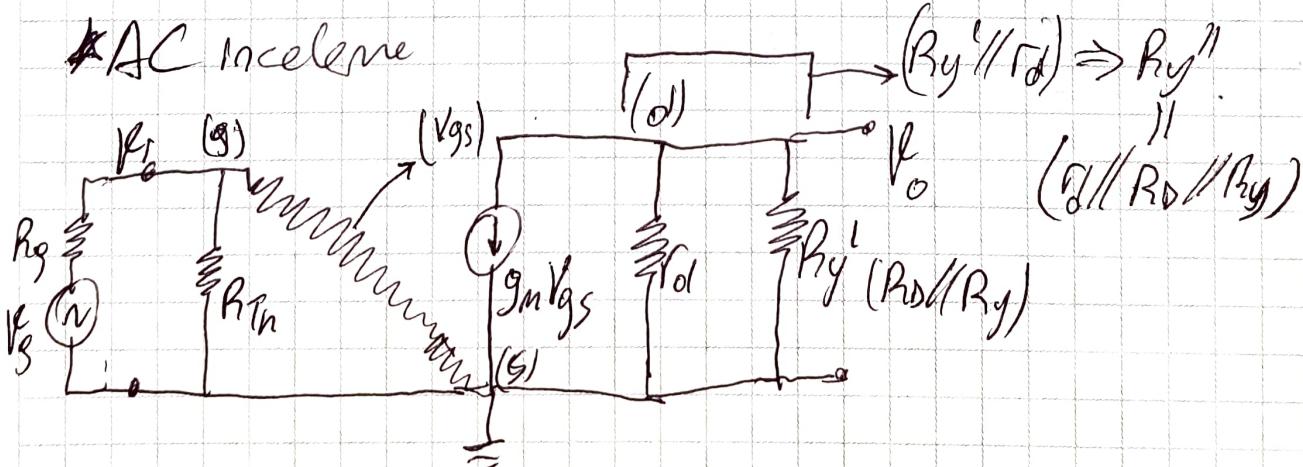
*DC İnceleme

$$V_{GS} < V_{TH} \Rightarrow I_D = 0$$

$$V_{GS} - V_{TH} > V_{DS} \Rightarrow I_D = \beta [(V_{GS} - V_{TH})V_{DS} - \frac{1}{2}V_{DS}^2]$$

$$V_{GS} - V_{TH} < V_{DS} \Rightarrow I_{DSAT} = \frac{\beta}{2} (V_{GS} - V_{TH})^2$$

*AC İnceleme

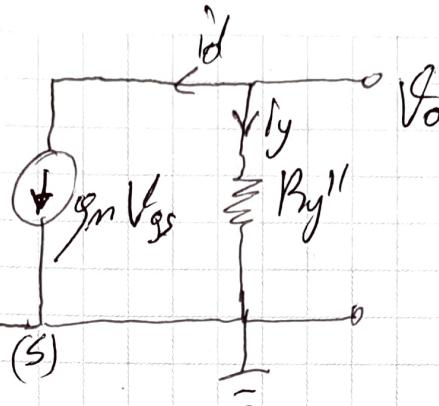
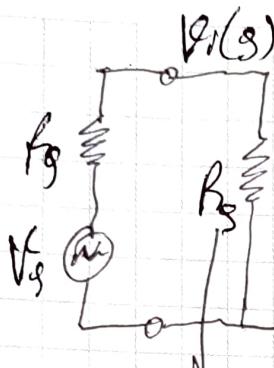


H	P	S	Ç	P	C	C1	Pz
9		1	2	3	4	5	
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

$R_D \rightarrow$ devrenin
giriş gideri

18

MART / MARCH
CUMARTESİ / SATURDAY



$(R_{Th}) \rightarrow$ Yolsekiz ohm

$$V_o = R_y'' \cdot i_y = -R_y'' i_0 = -R_y'' g_m V_{gs}$$

$$V_T = V_{gs}$$

$$K_V = \frac{V_o}{V_T} = \frac{-R_y'' g_m V_{gs}}{V_{gs}}$$

$$\boxed{K_V = -R_y'' g_m}$$

$$K_V = -g_m (r_d \parallel R_D \parallel R_y)$$

$$\boxed{r_f = R_G = R_{Th}}$$

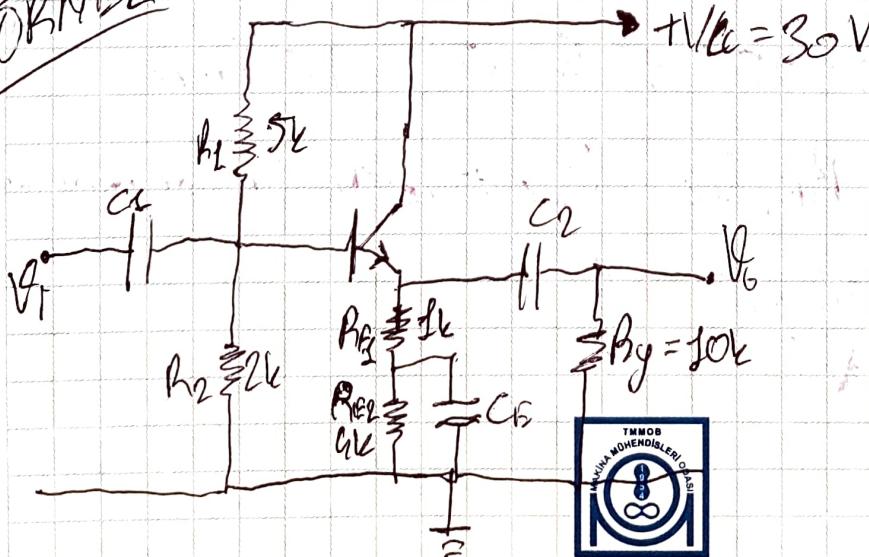
$$\boxed{r_o = r_d \parallel R_D}$$

19

MART / MARCH
PAZAR / SUNDAY

C_s kondensatör
kayıtlı mevcut
giriş gideri
nasıl olur
(giriş gideri
ortak kollektör)
 $K_V = ?$

ÖRNEK



Orta kollektör
kayıtları

20

MART / MARCH
PAZARTESİ / MONDAY

H	P	S	C	P	C	Ct	Pz
9			1	2	3	4	5
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

Şekildeki kırıltılıdsız devresinde Kılavuz
bir polar jantıyon transistorin katuplara degerlerini
ve bu katuplara şartları altinda gerçekteşen
ile devrenin genel davranışını hesaplayınız?
($h_{FE} = 100$, $h_{FE} = 200$, $V_{BE} = 0,6\text{V}$, $V_T = 25\text{mV}$
 $h_{re}, h_{oe} \approx 0$)

*DC Mucellme

$$R_{Th} = R_1 // R_2 = \frac{5k \cdot 2k}{7k} = 1,43k$$

$$V_{Th} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{cc} = \frac{2k}{7k} 30 = 8,6\text{V}$$

$$I_B = \frac{V_{Th} - V_{BE}}{R_{Th} + (1+h_{FE})R_E} = \frac{8,6 - 0,6}{1,43k + 101 \cdot 5k}$$

$$\boxed{I_B = 15,8 \mu\text{A}}$$

$$I_C = h_{FE} I_B = 100 \cdot 15,8 \cdot 10^{-6} = 1,58\text{mA}$$

$$V_{CE} = V_{cc} - R_E I_C \quad (I_C \Leftrightarrow I_C + I_B \quad I_B \text{ çok küçük})$$

$$V_{CE} = 30 - 5k \cdot 1,58 \cdot \text{mA}$$

$$\boxed{V_{CE} = 22,8\text{V}}$$



H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
9		1	2	3	4	5	
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

$$\frac{V_T}{I_C} = r_e$$

21

MART / MARCH
SALI / TUESDAY

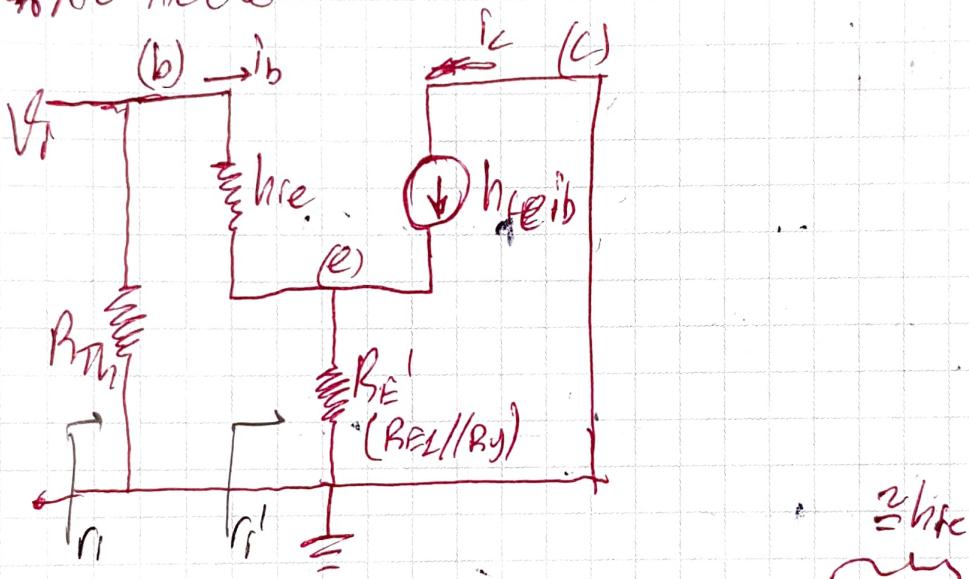
$$V_{BE} + V_{CE} + V_{EB} = 0$$

$$V_{CE} + V_{EB} = V_{CB}$$

$$22,1 - 0,6 = V_{CB}$$

$$21,5 \text{ V} = V_{CB}$$

AC modeline



$$V_i = h_{ie} I_b + R_E' i_e = h_{fe} r_c I_b + R_E' (1 + h_{fe}) I_b$$

$$V_o = R_E' i_e = R_E' (1 + h_{fe}) I_b$$

$$K_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_E' h_{fe} I_b}{h_{fe} r_c I_b + R_E' h_{fe} I_b} = \frac{910}{\frac{25}{1,58} + 910} = 0,98$$

$$(R_E' = \frac{1k \cdot 10^3}{11k})$$



22

MART / MARCH
ÇARŞAMBA / WEDNESDAY

H	P	S	Ç	P	C	Ç	Pz
9			1	2	3	4	5
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

$$r_i' = \frac{V_t}{I_b} = h_{fe}(r_e + R_E') \\ = 200 \left(\frac{25}{1,58} + 810 \right)$$

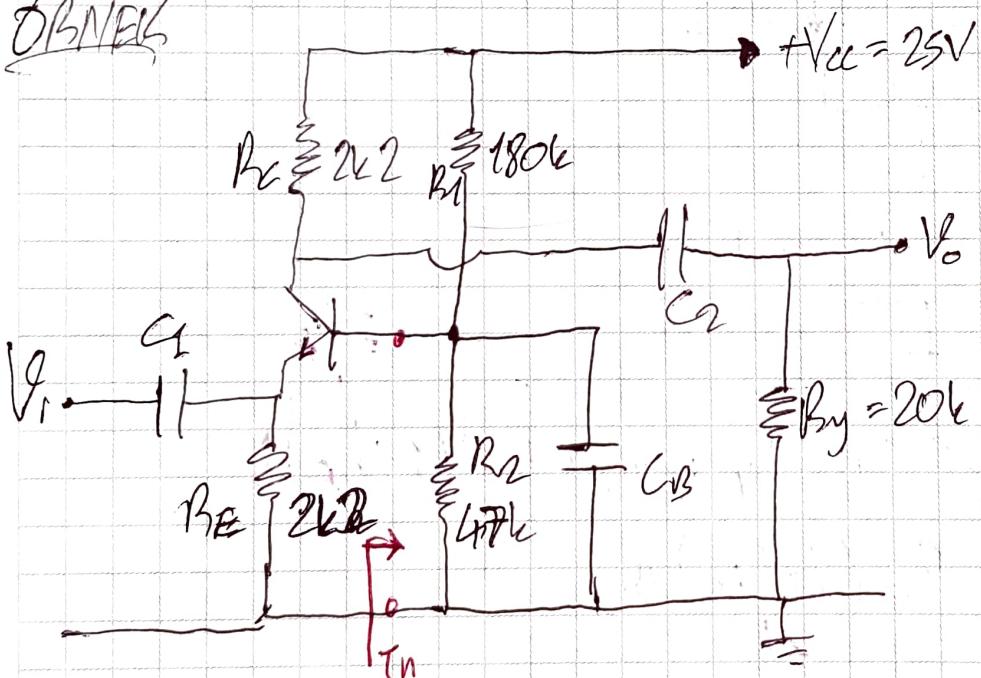
$$r_i' = 185 \text{ k}\Omega$$

$$r_o = R_{th} // r_i'$$

$$r_o \approx 1,62 \text{ k}\Omega$$

r_o' V
ser

ÖBNEK



Sekildeki kırıtketendörde devresinde kalkınan
tranzisatora nisbeten β olmazken degerler
 200 , $V_{BE} = 0,6 \text{ V}$, $V_T = 25 \text{ mV}$, h_{re} ve $h_{oe} \approx 0$
dir. Bu durumda tranzistorun katıplamamasını



23

MART / MARCH
PERŞEMBE / THURSDAY

G_B devrede çıkışlı dıgnola R_2 direncini
devrede geçecek ve gerilimin
bir hissi, orada harcanacak.
Boylece V_o çıkış gerilimi da geçecek
sağlayarak kollektör akımını ve kollektör
emiter gerilimini hesaplayınız? C_B kondansatör
devredeken devrenin gerilim konstançısını ve
çalış direncini hesapla? C_B kondansatör
devre dışı bırakılırsa devrenin gerilim konstançısını
 K_V ve r_s ?

** DC Meceləme

$$V_{TH} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} = \frac{67k}{180k + 67k} 25 \approx 5,18V$$

$$R_{TH} = R_1 // R_2 = \frac{180 \cdot 67 \cdot 10^3}{227} \approx 32,27k$$

$$I_B = \frac{V_{TH} - V_{BE}}{R_{TH} + (1+h_{FE}) R_E} = \frac{5,18 - 0,6}{32,27k + 20k + 2,2k}$$

$$I_{BQ} = 9,55 \mu A$$

$$I_{CQ} = h_{FE} I_B = 1,81mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - R_C I_C - R_E (1+h_{FE}) I_B$$

$$V_{CE} = 25 - 2,2k \cdot 1,81mA - 2,2k \cdot 20k \cdot 9,55 \mu A$$

$$V_{CEQ} \approx 16,5V$$



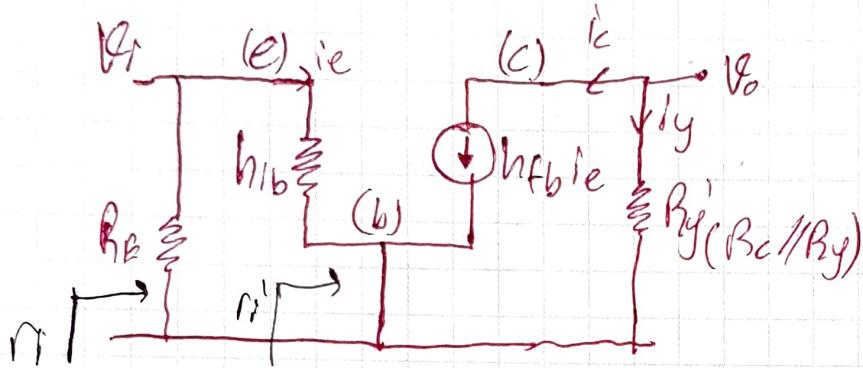
24

MART / MARCH
CUMA / FRIDAY

H	P	S	C	P	C	C1	P2
9			1	2	3	4	5
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

AC İnceleme

(B tərəfində olur)



$$V_o = R_y' i_y = -R_y' i_c = -R_y' h_{fe} i_e$$

$$\star h_{fe} = -\frac{h_{fe}}{1+h_{fe}} \approx -1$$

$$\Rightarrow V_o = R_y' i_e$$

$$V_I = h_{fe} i_e = r_e i_e$$

$$K_V = \frac{V_o}{V_I} = \frac{R_y' i_e}{r_e i_e} = \frac{\frac{2,2 \cdot 10^3}{22,2}}{\frac{25}{1,91}} = 151,272$$

$$r_1 = \frac{V_I}{i_e} = r_e = \frac{25}{1,91} = 13,088 \Omega$$

$$r_s = R_B // r_1 = 2k2 // 13,088$$

$$r_s = 13,8 \Omega$$

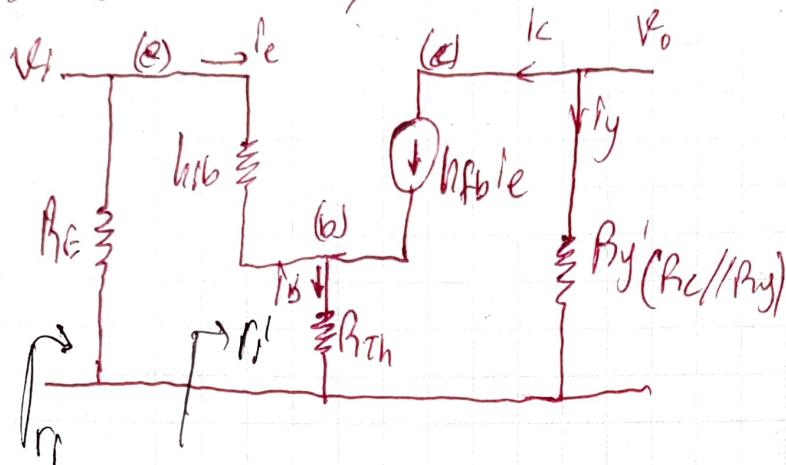


H	P	S	C	P	C	C	Pz
9		1	2	3	4	5	
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

25

MART / MARCH
CUMARTESİ / SATURDAY

EB devrelerin çizimi:



$$V_O = R_C' I_C = -R_C' h_{FB} I_E = -R_C' h_{FB} V_I$$

$$V_I = h_{FB} \cdot I_E + R_{TH} (1 + h_{FB}) I_E$$

$$K_{VI} = \frac{V_O}{V_I} = -\frac{R_C' h_{FB} I_E}{R_E I_E + R_{TH} (1 + h_{FB}) I_E} = -\frac{R_C' h_{FB}}{R_E + R_{TH} (1 + h_{FB})}$$

26

MART / MARCH
PAZAR / SUNDAY

$$h_{FB} = -\frac{h_{FE}}{1 + h_{FE}}$$

$$r_i' = r_e + R_{TH} (1 + h_{FB})$$

$$r_i' = 13,089 + 37270 \left(1 - \frac{200}{201}\right)$$

$$r_i' \approx 199 \Omega$$

$$r_i = R_E / r_i'$$

$$r_i \approx 182,7 \Omega$$



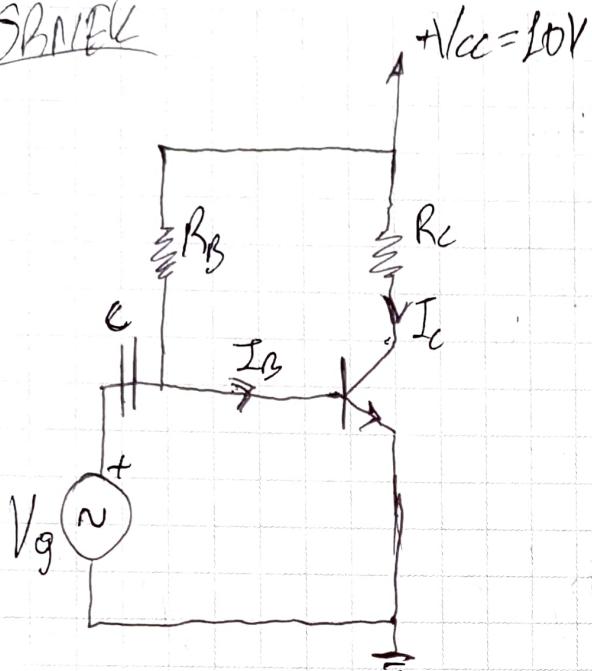
27

BC23B Fotsheet

MART / MARCH
PAZARTESİ / MONDAY

H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
9				1	2	3	4 5
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

OBNEK



Şekildeki devrede bülendes transistorın I_{mA} kollektör akımında ve SV ile kollektör emiter gerginindeki kütüplaması isteniyor. B_v kütüplaması şartları altında $25^\circ C$ sıcaklığında transistorun DC

β dum katsayı 250 den; $100^\circ C$ de β degeri 350 ye gitmektedir. $25^\circ C$ de ve I_{mA} lik kollektör akımında $V_{BEQ} = 0,65 V$ ve $I_{CEO} = 15 \mu A$ oldugundan gerek;

- a) R_B ve R_C degerlerini hesapla
- b) I_C nm hfe ye bağıl duyarlılığı
- c) K_I ve K_V katsayılarını hesapla

$$(K_I = 0,07 (\text{A}/\text{C}) \quad K_V = -2,5 (\text{mV}/\text{C}))$$

$$I_{CO} = 1 \text{ mA}, \quad V_{CEQ} = 5 \text{ V}$$

$$h_{FE}(T=25^\circ C) = 250 \quad (I_C = 1 \text{ mA})$$

$$h_{FE}(T=100^\circ C) = 350 \quad (I_C = 1 \text{ mA})$$

$$I_{CEO} = 15 \mu \text{A} \quad (T=25^\circ C)$$

$$V_{BEQ} = 0,65 \text{ V} \quad (I_C = 1 \text{ mA}, \quad T=25^\circ C)$$



H	P	S	Ç	P	C	C1	P2
9		1	2	3	4	5	
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

28

MART / MARCH
SALI / TUESDAY

$$a) V_{CC} = R_C I_{CQ} + V_{CEQ}$$

$$\Rightarrow R_C = \frac{V_{CC} - V_{CEQ}}{I_{CQ}} = 5K$$

$$I_{CQ} = h_{FE} \underbrace{\frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}}_{I_{BQ}} + \underbrace{(1 + h_{FE}) I_{CB0}}_{\text{ihmal}}$$

$$\Rightarrow R_B = 250 \frac{10 - 0,65}{1 \cdot 10^{-3}} = 2337K$$

$$b) S(I_{CQ}, h_{FE}) = \frac{\partial I_{CQ}}{\partial h_{FE}} \cdot \frac{h_{FE}}{I_{CQ}} \Rightarrow I_{BQ} \frac{1}{I_{BQ}}$$

$$S(I_{CQ}, h_{FE}) = 1$$

$$c) k_I = 0,07 (\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}), k_V = -2,5 \text{ mV/}^{\circ}\text{C}$$

$$k_H = \frac{\partial h_{FE}}{\partial T} \approx \frac{\Delta h_{FE}}{\Delta T} = \frac{350 - 250}{100 - 25} = \frac{100}{75} = 1,33 (\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1})$$

$$S_I = \frac{\partial I_{CQ}}{\partial I_{CB0}} = 1 + h_{FE} = 251$$

$$S_V = \frac{\partial I_{CQ}}{\partial V_{BEQ}} = - \frac{h_{FE}}{R_B} = -0,107 \cdot 10^{-3}$$

$$S_H = \frac{\partial I_{CQ}}{\partial h_{FE}} = \frac{V_{CC} - V_{BEQ}}{R_B} + I_{CB0} = 4,015 \cdot 10^{-6}$$



29

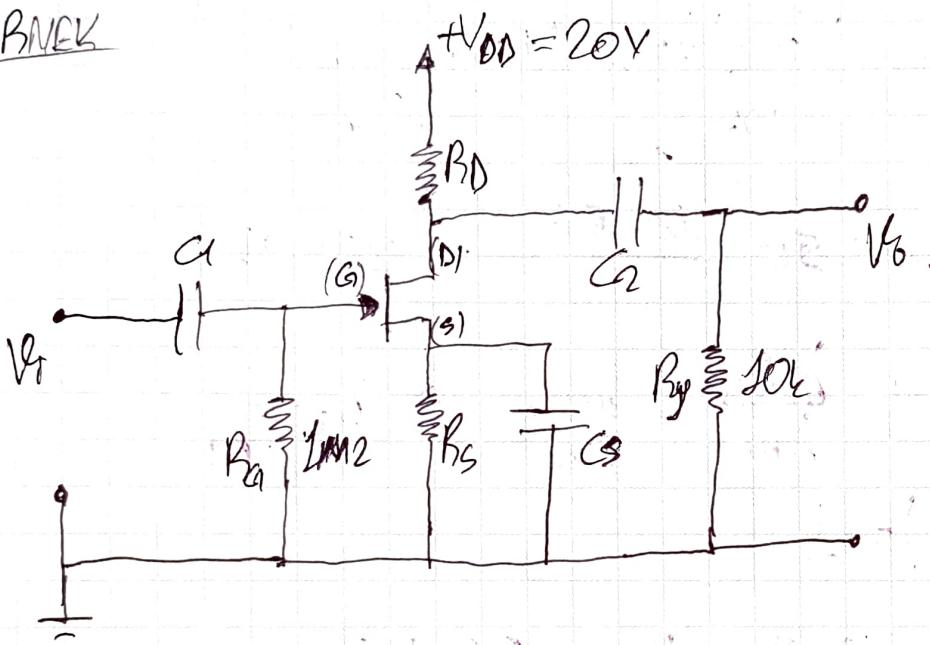
MART / MARCH
ÇARŞAMBA / WEDNESDAY

H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
9			1	2	3	4	5
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

$$K = S_J k_I \frac{I_{CBO}}{I_{CQ}} + S_V k_V \frac{1}{I_{CQ}} + S_H k_H \frac{1}{I_{CQ}}$$

$$K = 5,87 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \% 0,587$$

ÖRNEK



- a) $V_{GS} = -2V$ ve $V_{DS} = 10V$ olacak şekilde sekillenmiş JFET'in kütüphanesi istendiğine göre bu uygun R_D ve R_S değerlerini hesaplayınız?
- b) C_S kondansatörün devredeki rolü ve devre dışıda tıkanma gerilim konusunu hesaplayınız?
 $(I_{DSS} = 15mA; V_p = -3V; R_d = 50k)$



30

MART / MARCH
PERŞEMBE / THURSDAY

H	P	S	Ç	P	C	Cı	Pz
9		1	2	3	4	5	
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

* DC İncelenme

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_p} \right)^2$$

$$I_D = 15 \cdot 10^{-3} \left(1 - \frac{-2}{3} \right)^2 = 1,66 \text{ mA}$$

$$V_{GS} + R_S I_D \approx 0 \Rightarrow V_{GS} \approx -R_S I_D$$

$$-2V = -R_S \cdot 1,66 \text{ mA} \Rightarrow \boxed{R_S = 1,2 \text{ k}}$$

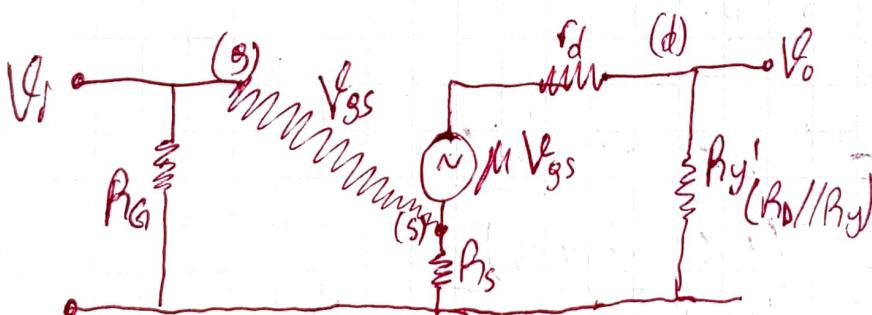
$$V_{DS} = (R_D + R_S) I_D + V_{DS}$$

$$20 = (R_D + 1,2 \text{ k}) 1,66 \text{ mA} + 10$$

$$\Rightarrow \boxed{R_D = 4,8 \text{ k}}$$

* AC İncelenme

Cs Devre disi



$$V_o = R_y' i_y = -R_y' I_d$$

$$(R_s + r_d + R_y') \cdot i_d = \mu V_{GS}$$

$$V_i = (V_{GS} + R_s I_d)$$

$$(R_s + r_d + R_y') I_d = \mu (V_i - R_s i_d)$$

$$I_d = \frac{\mu V_i}{r_d + R_y' + (1 + \mu) R_s}$$



31

R_s in dönsü V_p basıncı geylimine
ve μ ile I_{DS} genelde böylece olur.

MART / MARCH
CUMA / FRIDAY

H	P	S	C	P	C	C	P
9			1	2	3	4	5
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

$$V_o = -R_y' f_d$$

$$V_o = -R_y' \frac{\mu V_t}{f_d + R_y' + (f + \mu)R_s}$$

$$K_V = \frac{V_o}{V_t} = - \frac{\mu R_y'}{f_d + R_y' + (f + \mu)R_s}$$

$$g_m = g_m r_d$$

$$g_m = \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}} = 2I_{DSS} - \frac{1}{V_P} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P} \right)$$

$$g_m = - \frac{2}{V_P} I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P} \right)$$

$$g_m = 3,3 \cdot 10^{-3}$$

$$\mu = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 10^3 = 165$$

$$K_V = - \frac{165 \cdot (4,8k // 10k)}{50k + (4,8k // 10k) + 1,2k \cdot 165}$$

$$K_V = 2,12$$

C_s devrede varken

$$K_V' = - \frac{165 \cdot (4,8k // 10k)}{50k + (4,8k // 10k)} \approx 10$$



$$(f_d = \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}})$$

ADC filtre (genetik filtre) \rightarrow Tel fırkaçaları gerçekleştirmek

H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
13				1	2		
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30

İşaretlik kaynaklarında distorsyon islenen yollarla 2'den
farklı kuvvetlendirici emiter kuvvetleri dincde gerçekteşir.
Yıldız.

NİSAN/APRIL
CUMARTESİ/SATURDAY

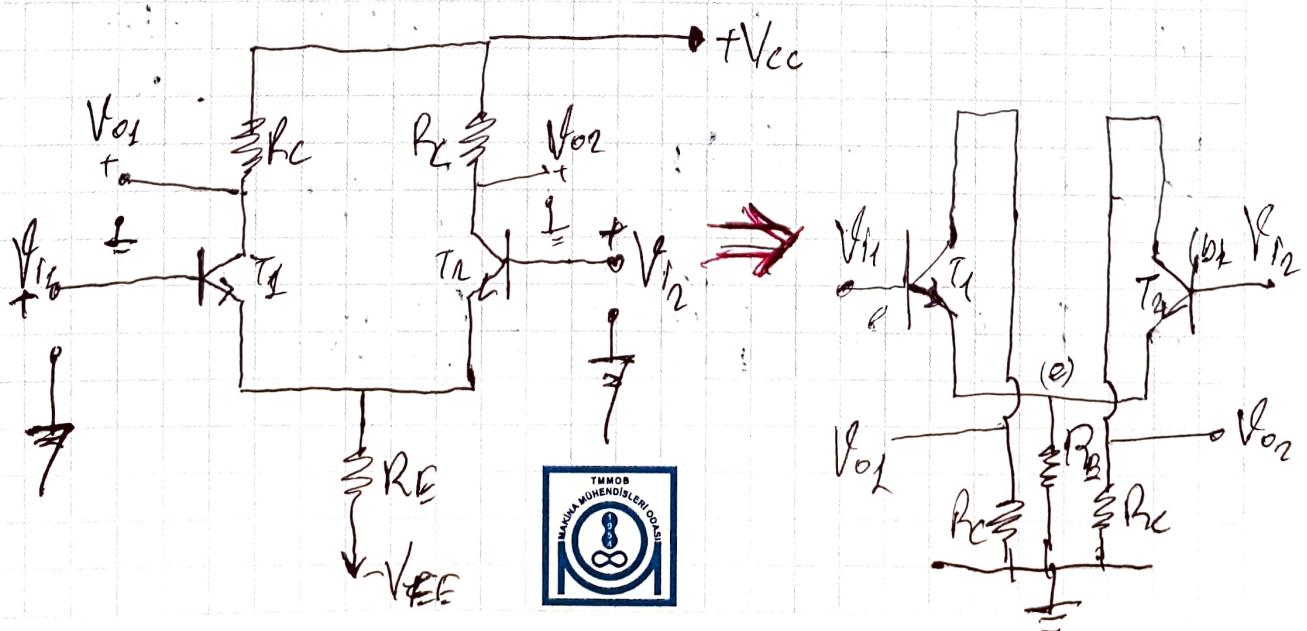
~~Gök Koch Kuvvetlendiricilerde Dengeken Fiziksel Analizi~~

Kuvvetlendirici kattonun bir araya getirilmesiyle
gök koch kuvvetlendiriciler meydana gelir. Kasnak
bağlı kuvvetlendiriciler yapısındadır. Bir önceki
katın goku bir sonraki katın girişi üzerinde gow
ben gösterir. Son katın yoku ise dyni zamanında
kuvvetlendirici sisteminin yoku olmalıdır.

Son katın goku belki olduğu için dengeken
isaret analiziinde ört hesaplamaları 2'de

bu katton basitleştirilebilirken dikkat
kolay yapılmaznessi açısından uygundur.

Farklı Kuvvetlendiricinin AC Analizi

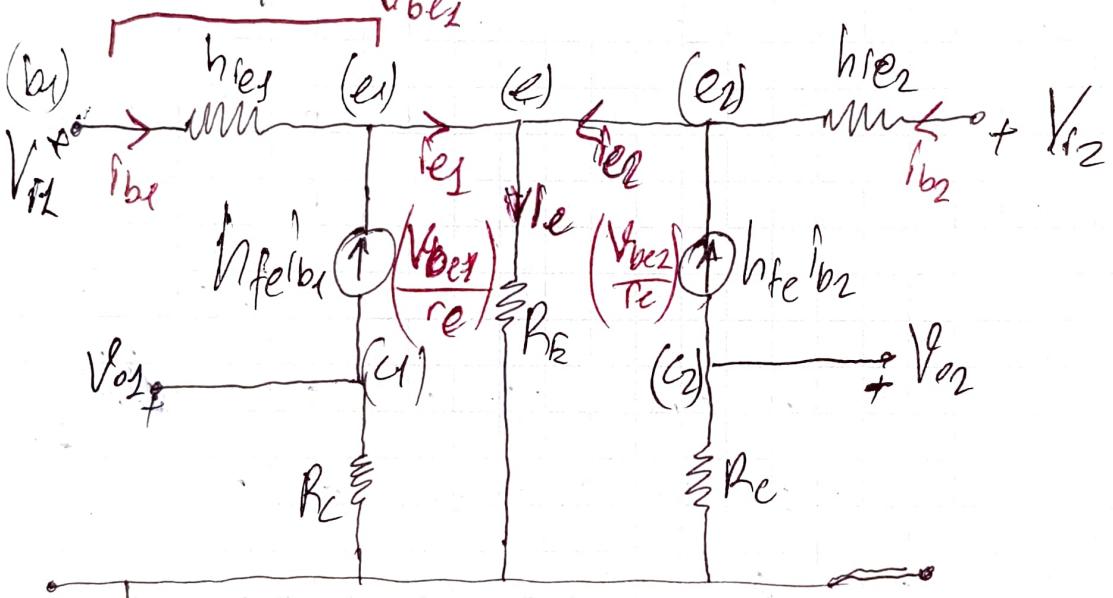
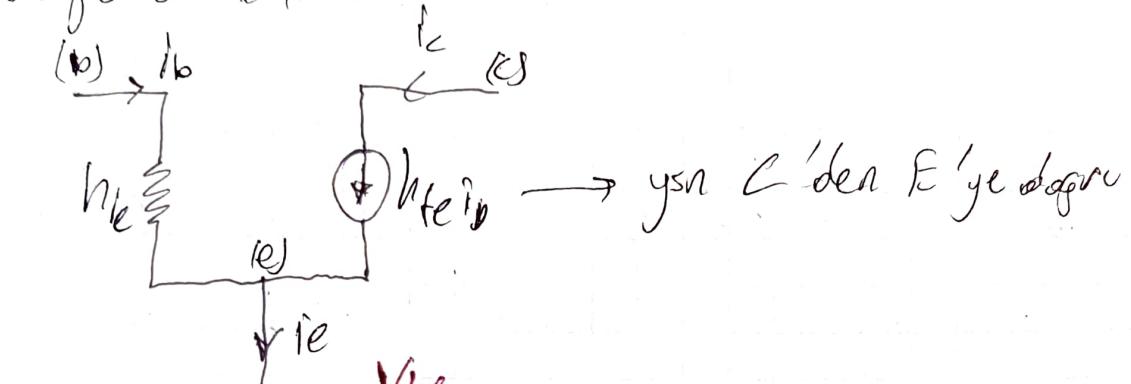


3

NİSAN / APRIL
PAZARTESİ / MONDAY

H	P	S	C	P	C	C	Pz
13						1	2
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30

Ocak ayının konu etkinlikleri bittiğinde okul defterlerini kapatın.



Farklı hizmetlerdeki AK esdeger devre problemleri

$$V_{bes} = h_{fe1} I_{b1} = h_{fe} r_{e1} I_{b1} \Rightarrow h_{fe} I_{b1} = \frac{V_{bes}}{r_e}$$

$$V_{o1} = R_c I_{c1} = R_c \left(-\frac{V_{bes}}{r_e} \right) = -\frac{R_c}{r_e} V_{bes}$$

$$V_{o2} = R_c I_{c2} = R_c \left(-\frac{V_{bes}}{r_e} \right) = -\frac{R_c}{r_e} V_{bes}$$



H	P	S	Ç	P	C	Ct	P2
13				1	2		
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30

4

NİSAN/APRIL
SALI/TUESDAY

$$V_{11} = V_{be1} + V_e ; V_{12} = V_{be2} + V_e$$

* E doğası sun skımlar orası ilgiler

$$I_{es} = I_{b1} + h_{fe} I_{b1} = \frac{V_{be1}}{h_{fe} r_e} + \frac{V_{be1}}{r_e}$$

$$I_{es} = V_{be1} \left[\frac{1}{h_{fe} r_e} + \frac{1}{r_e} \right] ; I_{e2} = V_{be2} \left[\frac{1}{h_{fe} r_e} + \frac{1}{r_e} \right]$$

$$\Rightarrow I_e = I_{es} + I_{e2}$$

$$I_e = (V_{be1} + V_{be2}) \left[\frac{1}{h_{fe} r_e} + \frac{1}{r_e} \right] = \frac{V_e}{R_E}$$

$$\Rightarrow V_{be1} = V_{bs} - V_{es}$$

$$= V_{12} - V_e$$

$$[V_{11} - V_e + V_{12} - V_e] \left[\frac{1}{h_{fe} r_e} + \frac{1}{r_e} \right] = \frac{V_e}{R_E}$$

$$V_e = \frac{(V_{11} + V_{12}) \left[\frac{1}{h_{fe} r_e} + \frac{1}{r_e} \right]}{\frac{1}{R_E} + 2 \left[\frac{1}{h_{fe} r_e} + \frac{1}{r_e} \right]}$$

* 1. Kural

$$h_{fe} \gg 1$$

$$\Rightarrow V_e \approx \frac{V_{11} + V_{12}}{2 + \frac{r_e}{R_E}}$$



5

NİSAN / APRIL
ÇARŞAMBA / WEDNESDAY

H	P	S	C	P	C	Ct	Pz
				1	2		
13							
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30

* 2. (Vakum)

$$[R_E \gg r_e]$$

$$\Rightarrow V_e = \frac{V_{12} + V_{11}}{2}$$

$$* V_{o1} = -\frac{R_C}{r_e} V_{be1} = -\frac{R_C}{r_e} (V_{11} - V_e)$$

$$= -\frac{R_C}{r_e} \left(V_{11} - \frac{V_{12} + V_{11}}{2} \right)$$

$$\Rightarrow V_{o1} = -\frac{R_C}{2r_e} (V_{12} - V_{11})$$

$$* V_{o2} = -\frac{R_C}{r_e} V_{be2} = -\frac{R_C}{r_e} (V_{12} - V_e)$$

$$= -\frac{R_C}{r_e} \left(V_{12} - \frac{V_{12} + V_{11}}{2} \right)$$

$$\Rightarrow V_{o2} = \frac{R_C}{2r_e} (V_{11} - V_{12})$$

AC blokundan C. genelimeler göz önüne alındığında aralarda 180° faz farkı vardır.

* Sistemin çalışma şartları:

$$V_o = V_{o2} - V_{o1} = -\frac{R_C}{r_e} (V_{11} - V_{12})$$



H	P	S	C	P	Ct	Pz
13				1	2	
14	3	4	5	6	7	8 9
15	10	11	12	13	14	15 16
16	17	18	19	20	21	22 23
17	24	25	26	27	28	29 30

6

NİSAN / APRIL
PERŞEMBE / THURSDAY

$$V_{od} = \frac{V_{o1} - V_{o2}}{V_{i1} - V_{i2}} = -\frac{R_c}{2r_e}$$

→ Fark işaret
Karakteri
(ognal işaret
kuvvetlenmesi)

*Özel Durumlar

① $V_{i2} = 0$ (T_2 'nın bazı AC bölgelerde etopatik)

$$V_{o1} = -\frac{R_c}{2r_e} (V_{i1} - V_{i2}) \xrightarrow{\text{iken}} V_{o1x} = -\frac{R_c}{2r_e} V_{i1}$$

$$V_{o2} = \frac{R_c}{2r_e} (V_{i1} - V_{i2}) \xrightarrow{\text{iken}} V_{o2x} = \frac{R_c}{2r_e} V_{i1}$$

Güç gerginliklerin mitlokları arasında estetik farklınlarda 180° lik faz farkı mevcut olsa güçlerin bir sonucudur.

② $V_{i2} = -V_{i1}$ (Güçler arasındaki 180° lik faz farkı)

$$V_{o1} = -\frac{R_c}{2r_e} (V_{i1} - V_{i2}) \xrightarrow{\text{iken}} V_{o1y} = -\frac{R_c}{r_e} V_{i1}$$

$$V_{o2} = +\frac{R_c}{2r_e} (V_{i1} - V_{i2}) \xrightarrow{\text{iken}} V_{o2y} = +\frac{R_c}{r_e} V_{i1}$$

Faz tersi kisprotonlu ortak emitters kuvvetlenmesi
demetyle gerginlik karakterleri aynı, ortak karakter
konu mitlok defeleri aynı. Avantaj ise dis-
torsiyon ortadan kaldırılır.



7

Kd 1 Kct olmaz (en lys) teori

H	P	S	Ş	P	C	Ct	Pz
13						1	2
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30

NİSAN / APRIL
CUMA / FRIDAY

③ $V_{1g} = V_{12} \rightarrow V_{o1} = V_{o2} = 0$ (DİĞERİLDİR)

Bu durumda R_E ’ye bağımlıken geri gidiyor.

$$\Rightarrow V_e = \frac{V_{11} + V_{12}}{2 + \frac{r_e}{R_E}} \Rightarrow \text{Tekrar aynı işlevler yapılırsa}$$

$$\Rightarrow K_c = -\frac{R_E}{2R_E + r_e}$$

Ortak işaret konusunda (Güçlü, Disparite, Kozyar) etkiler

Güçlerin gormektedir ancak kozyar etkisi etkileşime katılır.

(K_c ’yi düşürmek için R_E ’yi yükseltiriz)

* İdeal fark hysteresis

$K_c = 0$ gerekir $\Leftrightarrow R_E = \infty$ → monokromatik

- Ortak işaret Basımı (Zayıflatma) Oranı (CMRR)
[Common Mode Rejection Ratio]

Fark hysteresisinde fark işaret konusunda

Ortak işaret konusunda ortanın CMRR’si

ve 1/f. CMRR’ne kadar gitse de fark



H	P	S	C	P	C	C1	P2
13			1	2			
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30

8

NİSAN / APRIL
CUMARTESİ / SATURDAY

Kwetlerend nüansı, ideofe o kollar yakındır.

$$\beta = \left| \frac{Kd}{Kc} \right| = \left| \frac{2R_{re} + r_e}{r_e} \right|$$

$$CMRR = 20 \log |\beta| = 20 \log \left| \frac{Kd}{Kc} \right| = 20 \log \left| \frac{2R_{re} + r_e}{r_e} \right|$$

(dB)

* (Gün 8 Dönerleri)

$$I_{f1} = \frac{V_{f1}}{I_{b1}} ; I_{f2} = \frac{V_{f2}}{I_{b2}}$$

$$I_{b1} = \frac{V_{be1}}{h_{fe1}} = \frac{V_{f1} - V_e}{h_{fe} r_e}$$

$$I_{b2} = \frac{V_{be2}}{h_{fe2}} = \frac{V_{f2} - V_e}{h_{fe} r_e}$$

$$V_e = \frac{V_{f1} + V_{f2}}{2}$$

$$\Rightarrow I_{b1} = \frac{V_{f1} - V_e}{2 h_{fe} r_e} ; I_{b2} = \frac{V_{f2} - V_e}{2 h_{fe} r_e}$$

9

NİSAN / APRIL
PAZAR / SUNDAY



H	P	S	Ç	P	C	Cf	Pz
13						1	2
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30

* $V_{12} = 0 \Rightarrow r_{12} = 2h_f e^{-re}$

* $V_{12} = -V_{11} \Rightarrow r_{12} = h_f e^{-re}$

- Akım Kaynaklı VZN Kuyruklu Devre -

Bir farklı kuyruklu devrenin ideale yatan olması için sıfır olağan olmamalı, kılın ise olağan olmamalı böyle olması ile矛盾dır. Bu durum farklı kuyruklu devrelerde yüksek degerli bir eneter drenajı segit mesi ile sağlanır. Ancak yüksek degerli eneter drenajı enetelerde DC kuyruk genelliminde boyutları en fazla gelir. Dolayısıyla Eneter drenajının bu şekilde artırması sistemi kablolesizdirgenen pratik bir yol değildir. Bu nedenle farklı kuyruklu devrenin yüksekliği için eneter drenajının kuyruklu devreler kullanılır.

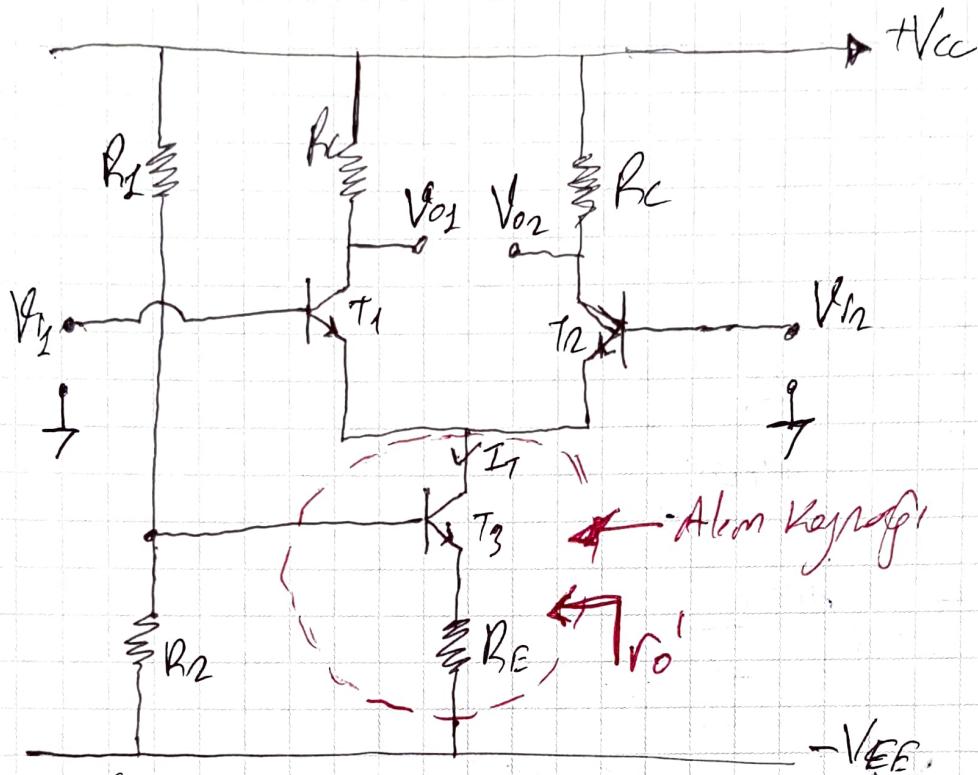


H	P	S	C	C1	Pz
13		1	2		
14	3	4	5	6	7
15	10	11	12	13	14
16	17	18	19	20	21
17	24	25	26	27	28
	29	30			

Transistor galerek r_o' meydana gelir
 İkinci T1'den T2'ye kader deneyselde
 R_C doğrudan boyugece $CMBB$ ortası

11

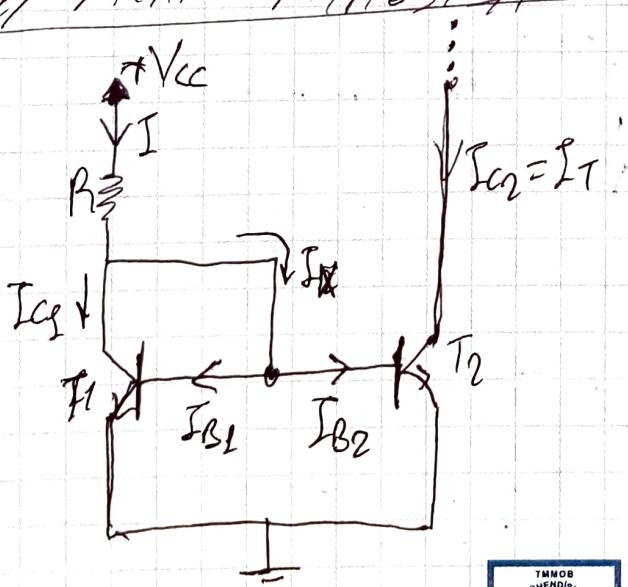
NİSAN / APRIL
SALI / TUESDAY



Akım Kaynağılı Vezin Kuyruklu Devre

Transistorun usulinde DC dısım olmaz. Buyle
 $K_C \rightarrow 0$ olur. Bu da DC dısım yararızca
 bir kere kılık R_E üzerinde olur.

Akım Analizi



$$I = I_{C1} + I_{B1} + I_{B2}$$

$$I = I_{E1} + I_{B2}$$

$$I = I_{E2} + I_{B2}$$

$$\boxed{I = I_{C2} + 2I_{B2}}$$



12

NİSAN / APRIL
ÇARŞAMBA / WEDNESDAY

H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
13						1	2
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30

$$I_T = I_{C2} \text{ ve } I_{B2} = \frac{I_{C2}}{h_{FE2}}$$

$$I_{C2} = I_T = I - 2 \frac{I_{C2}}{h_{FE2}}$$

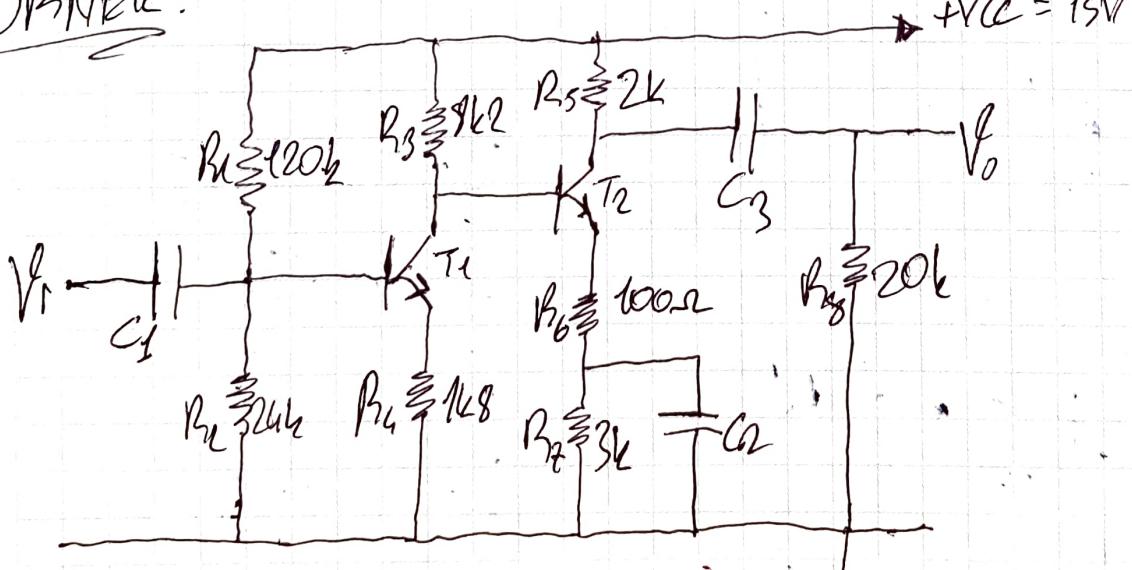
$$I_T = I - 2 \frac{I_T}{h_{FE2}}$$

$$I_T = I \frac{h_{FE2}}{h_{FE2} + 2}$$

* $h_{FE2} \gg 2 \Rightarrow I_T \approx I$

$$I = \frac{V_{cc} - V_{BE1}}{R}$$

ÖRNEK:



H	P	S	C	P	C	C1	P2
13				1	2		
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30

13

NİSAN / APRIL
PERŞEMBE / THURSDAY

$$\left. \begin{array}{l} h_{FE} = h_{fe} = 200 \\ V_{BE} = 0,6V \\ h_{re}, h_{oe} \approx 0 \\ V_T = 25mV \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} a) r_{e1} = ? \quad r_{e2} = ? \\ b) V_{VSistem} = ? \end{array} \right.$$

(d) DC Analiz

$$V_{Th} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} = \frac{26k}{166k} 15 = 2,3V$$

$$R_{Th1} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{120k \cdot 26k}{166k} = 20k$$

$$I_{B\Theta_1} = \frac{V_{Th} - V_{BE}}{R_{Th1} + (1+h_{FE}) R_4} = \frac{2,3 - 0,6}{20k + 201 \cdot 1,8k}$$

$$I_{B\Theta_1} \approx 5 \mu A \Rightarrow I_{C\Theta_1} = h_{FE} I_{B\Theta_1} = 1mA$$

$$V_{CC} - R_3 (I_{C\Theta_1} + I_{B\Theta_2}) - V_{BE} - (R_6 + R_7)(1+h_{FE}) I_{B\Theta_2} = 0$$

$$I_{C\Theta_2} = h_{FE} \frac{V_{CC} - R_3 I_{C\Theta_1} - V_{BE}}{R_3 + (R_6 + R_7)(1+h_{FE})} \quad , \quad I_{C\Theta_2} \approx 2mA$$

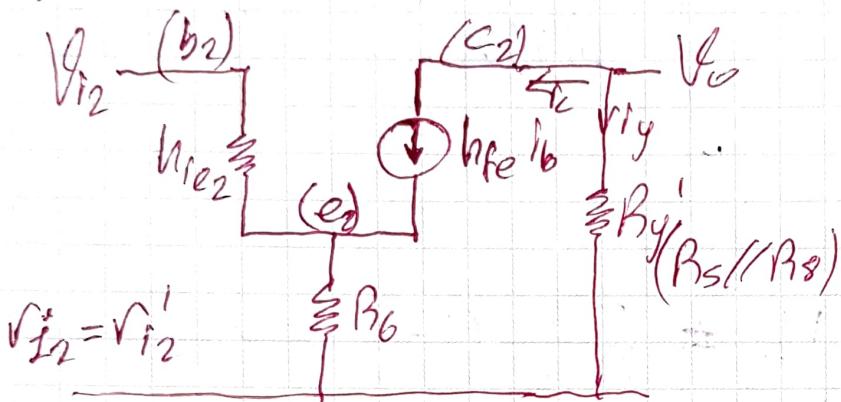
$$r_{e1} = \frac{V_T}{I_{C\Theta_1}} \approx 25\Omega$$

$$r_{e2} \approx 12,5\Omega = \frac{V_T}{I_{C\Theta_2}}$$



H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
13					1	2	
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30

(b) AC analizi:

 T_2 için:

$$V_o = R_y' I_y = -R_y' r_{e2}$$

$$V_o = -R_y' h_{fe} i_{b2} \quad \text{m// hFE}$$

$$V_{i2} = h_{re2} i_{b2} + R_6 (1+h_{fe}) i_{b2}$$

$$K_{V2} = \frac{V_o}{V_{i2}} = - \frac{R_y'}{r_{e2} + R_6}$$

$$K_{V2} = - \frac{2k/120k}{12.5+100} = -16.2$$

İşlemler

$$r_{i2} = \frac{V_{i2}}{I_{b2}} = h_{fe} (r_{e2} + R_6)$$

$$r_{i2} = 200(12.5+100) = 22.5k$$

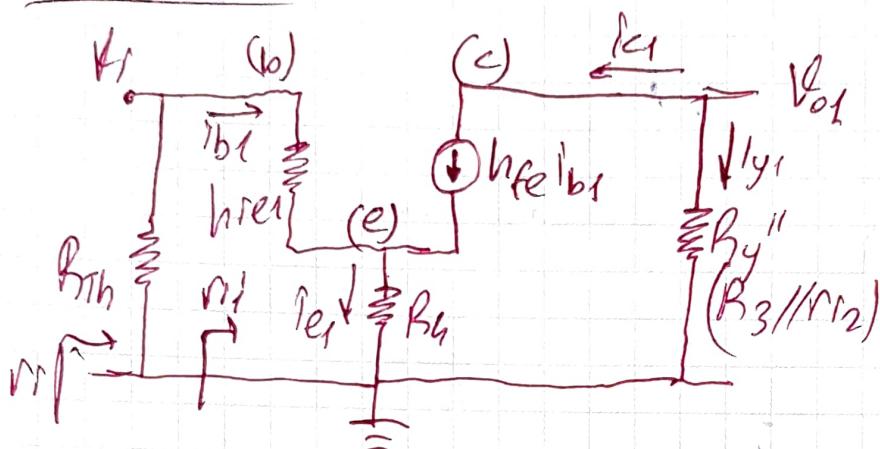


H	P	S	C	P	C	C1	Pz
13				1	2		
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30

15

NİSAN / APRIL
CUMARTESİ / SATURDAY

T₂ İcmal



$$V_{01} = Ry'' I_y = -Ry'' I_C = -Ry'' h_{FE} I_{B1}$$

$$V_I = h_{FE1} I_{B1} + R_u (1 + h_{FE}) I_{B1}$$

$\downarrow h_{FE} r_e$

$$K_{VI} = \frac{V_{01}}{V_I} = - \frac{Ry''}{r_{e1} + R_u} = - \frac{862 // 22k\Omega}{25 + 180} = -3,3$$

$K_{VI \text{ sistem}} = K_{VI}, K_{VII} = 53,46$

$$r_1' = \frac{V_I}{I_{B1}} = (r_e + R_u) h_{FE} = 365000$$

$$r_f = r_1' // R_{Th} = 18,8k$$

16
NİSAN / APRIL
PAZAR / SUNDAY



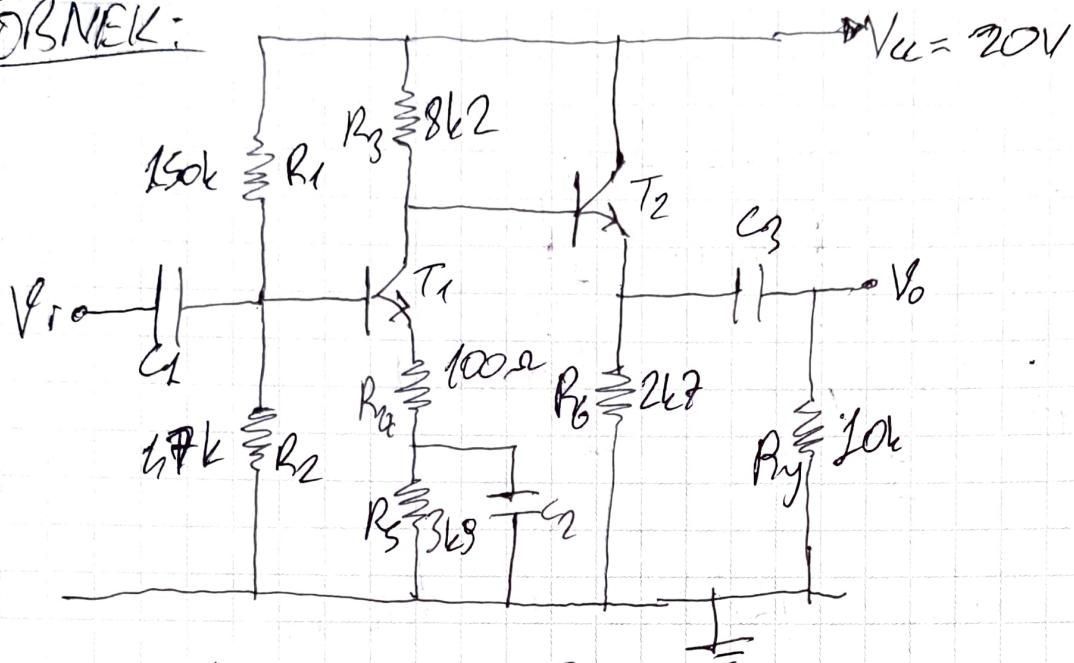
17

NİSAN / APRIL
PAZARTESİ / MONDAY

Ophakeenverb → (-) gitka
Ortak Rollklav → direkt gitka nr.

H	P	S	G	P	C	C1	Pz
13						1	2
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30

ÖRNEK:



$$h_{FE} = h_{FE2} = 200$$

$$h_{RE}, h_{OE} \approx 0$$

$$V_{BE} = 0.6V$$

$$V_T = 25mV$$

$$\text{a)} h_{RE1} = ? \quad h_{RE2} = ?$$

$$\text{b)} K_{VSIS} = ? \quad r_{SIS} = ?$$

①

$$I_{CO1} = h_{FE}$$

$$\frac{\frac{R_2}{R_1+R_2} V_{CC} - V_{BE1}}{\frac{R_4 R_2}{R_1+R_2} + (1+h_{FE})(R_5+R_3)}$$

$$I_{CO1} = 200 \frac{\frac{47k}{187k} 20 - 0.6}{\frac{150k \cdot 47k}{187k} + 201 \cdot 6000}$$

$I_{CO1} \approx 1mA$



H	P	S	C	P	C	C1	P2
13			1	2			
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30

$$V_{CC} - R_3 (I_{CQ1} + I_{BQ2}) - V_{BE} - R_6 (1 + h_{FE}) I_{BQ2} = 0$$

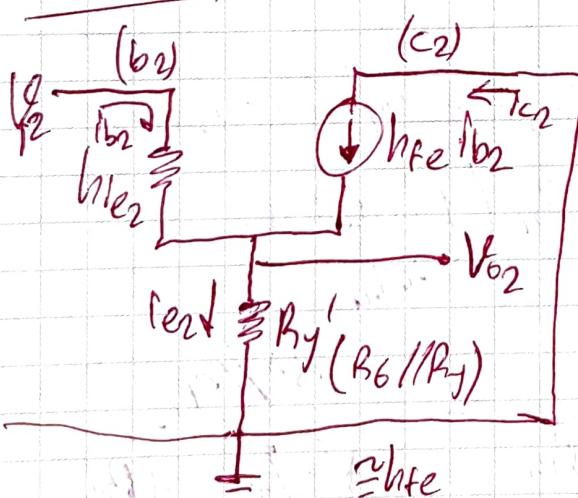
$$I_{CQ2} = h_{FE} \frac{V_{CC} - R_3 I_{CQ1} - V_{BE}}{R_3 + R_6 (1 + h_{FE})}$$

$$\boxed{I_{CQ2} \approx I_1, 1mA}$$

$$\boxed{h_{FE} r_{e1} = h_{FE} r_{e2} = h_{FE} \frac{V_T}{I_{CQ1}} = 5k}$$

$$\boxed{h_{FE} r_{e2} = h_{FE} r_{e1} = h_{FE} \frac{V_T}{I_{CQ2}} = 1,22k}$$

(b) T_2 için:



$$V_b = R_y' (1 + h_{FE}) I_{b2}$$

$$V_{b2} = h_{FE} r_{e2} I_{b2} + R_y' (1 + h_{FE}) I_{b2}$$

$\approx h_{FE}$

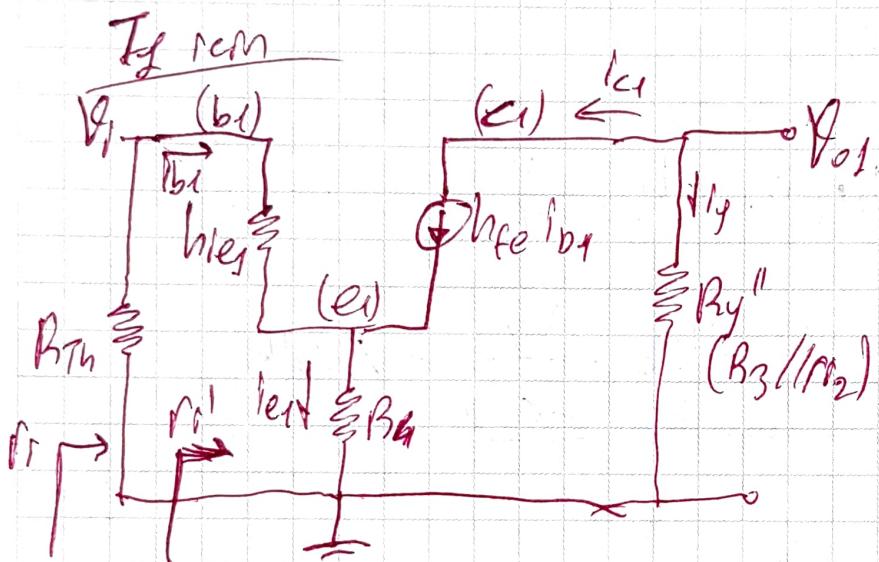
19

NİSAN / APRIL
ÇARŞAMBA / WEDNESDAY

H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
13						1	2
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30

$$K_{V2} = \frac{R_y'}{r_{e2} + R_y'} = \frac{R_6/(R_y)}{V_T/I_{C02} + R_6/R_y}$$

$$\boxed{K_{V2} = 0,997}$$



$$V_{o1} = R_y'' I_c = -R_y' I_{c1} = -R_y'' h_{fe} I_{b1}$$

$$V_i = h_{fe} r_{e1} I_{b1} + R_b (1 + h_{fe}) I_{b1}$$

$\approx h_{fe}$

$$K_{V1} = \frac{V_{o1}}{V_i} = - \frac{R_y''}{r_{e1} + R_b} = - \frac{R_3/R_{12}}{V_T/I_{C02} + R_b}$$

$$\boxed{K_{V1} = -64,4}$$

$$r_{e2} = h_{fe} (r_{e1} + R_y') = 626,4 K$$



H	P	S	C	P	C	C1	P2
13				1	2		
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30

Voltaj regülatörün zaten dijital
ise olup. Dengealtı oranını
(AC-DC oranı) hesapları
20

NİSAN / APRIL
PERŞEMBE / THURSDAY

$$K_{VSIS} = K_{V2} + K_{V1}$$

$$[K_{VSIS} = -66,2]$$

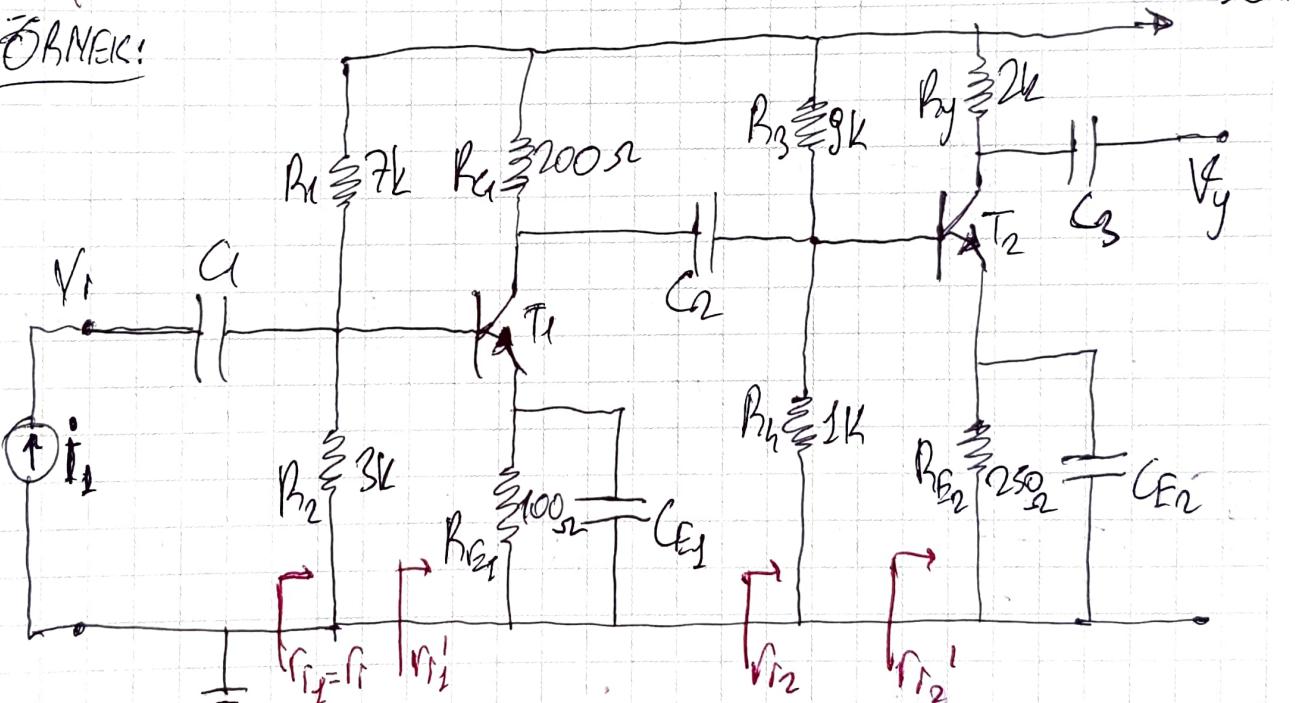
$$r_{T2}' = h_{FE} (r_{e1} + R_b)$$

$$[r_{T2}' = 25k]$$

$$r_i = R_{Th} // r_{T2}'$$

$$[r_i = 11,72k]$$

ÖRNEK:



$$h_{fe} = h_{FE} = 250 \quad h_{re}, h_{oe} \approx 0$$

$$V_{BE} = 0,6V \quad V_T = 25mV$$

a) $I_{C1} = ? \quad I_{C2} = ?$

b) $K_I = ?$

- C_2 kondansatör
- i_1 akım kaynağı
- T_2 deki R_{Th}
- 16 transistor
- 4 kere denevi



21

Herberge bir günde T1'in R_{c1} üzerinden
danim degrisi T₂'ye eşitlenmesi
ken C₂ kondansatör eklenir.

NİSAN / APRIL
CUMA / FRIDAY

	S	P	S	G	P	C	C1	P2
13							1	2
14	3	4	5	6	7	8	9	
15	10	11	12	13	14	15	16	
16	17	18	19	20	21	22	23	
17	24	25	26	27	28	29	30	

$$\textcircled{a} \quad V_{Th1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} = \frac{3k}{10k} \cdot 10 = 3V$$

$$R_{Th1} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 2,1k$$

$$I_{C01} = h_{FE} \cdot \frac{V_{Th1} - V_{BE1}}{R_{Th1} + (1+h_{FE}) R_{E1}} = 250 \frac{3 - 0,6}{2,1 \cdot 10^3 + 251 \cdot 100} \approx 22mA$$

$$V_{Th2} = \frac{R_4}{R_3 + R_6} V_{CC} = \frac{1k}{10k} \cdot 10 = 1V$$

$$R_{Th2} = \frac{R_6 R_3}{R_6 + R_3} = 800\Omega$$

$$I_{C02} = h_{FE} \cdot \frac{V_{Th2} - V_{BE2}}{R_{Th2} + (1+h_{FE}) R_{E2}} = \frac{1 - 0,6}{800 + 251 \cdot 250} \approx 1,57mA$$

$$\textcircled{b} \quad K_I = \frac{I_C}{I_1} = \frac{I_y}{I_1} = \frac{I_y}{V_y} \cdot \frac{V_y}{V_I} \cdot \frac{V_I}{I_F} = \frac{1}{R_I} \cdot k_V \cdot n$$

$$K_{V2} = - \frac{R_y}{R_{E2} + R_{B2}} \approx 0 = - \frac{2 \cdot 10^3}{25 / 1,57} = - 125,8$$

$$\Rightarrow r_{I2}' = h_{FE} (r_{e2} + \beta_{E2}) = 250 \frac{25}{1,57} \approx 3980\Omega$$



H	P	S	C	P	C	C	P	Z
13				1	2			
14	3	4	5	6	7	8	9	
15	10	11	12	13	14	15	16	
16	17	18	19	20	21	22	23	
17	24	25	26	27	28	29	30	

300 dB gerilim konusu safların her
66 dB olum konusu saflarla bu
yüzden ~~100~~ ler gerilim konusu 1GM kılolar

22

NİSAN/APRIL
CUMARTESİ/SATURDAY

$$r_{f2} = R_{Th2} \parallel r_{12}' = \frac{900 \cdot 3980}{900 + 3980} = 734 \Omega$$

$$K_{V1} = - \frac{R_{y1}'}{r_{e1} + R_{B1}} = - \frac{R_{as} \parallel r_{12}}{V_T / I_{Co2}} = - \frac{200 / 734}{25 / 22} \\ = -138,35 \text{ dB}$$

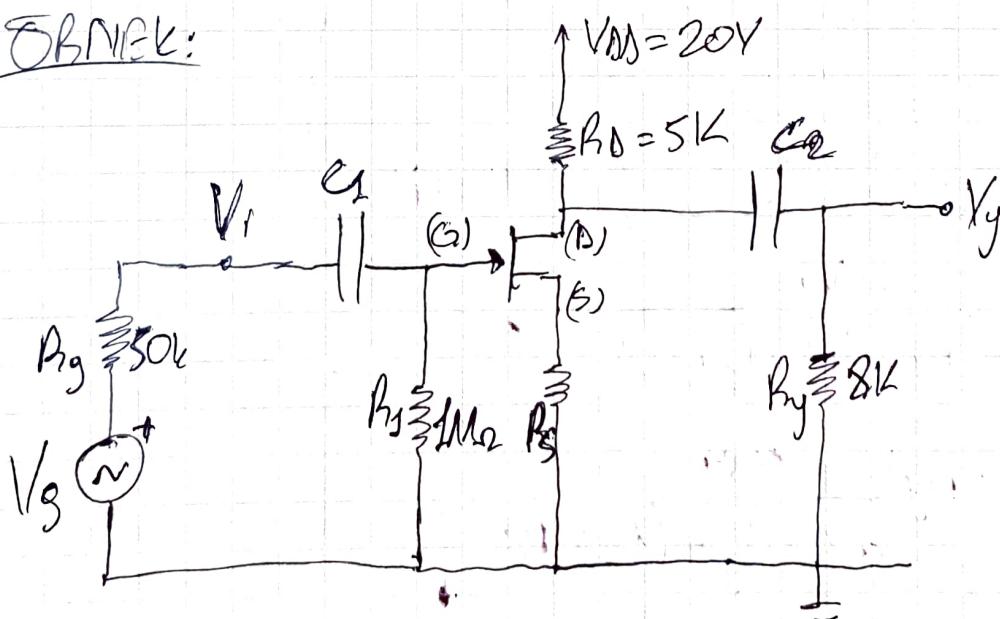
$$r_{11}' = h_{fe} (r_{e1} + R_{B1}) = 250 \cdot \frac{25}{22} \approx 284,1 \Omega$$

$$r_{12} = r_1 = R_{Th2} \parallel r_{11}' = \frac{2100 \cdot 284,1}{2100 + 284,1} \approx 250 \Omega \text{ dB}$$

$$K_1 = \frac{1}{2000} (-138,35 \cdot -125,6) \cdot 250 = 2172,1 \text{ dB}$$

ÖRNEK:

NİSAN/APRIL
PAZAR/SUNDAY



$$I_{DSS} = 10 \text{ mA} \quad V_{GS} = -1,5 \text{ V} \quad V_P = -3 \text{ V}$$

$$r_d = 100 \text{ k}\Omega \quad a) V_{DS} = ? \quad b) R_s = ? \quad c) K_{V1} = ? \quad K_{Co} (\text{dB}) = ?$$



24

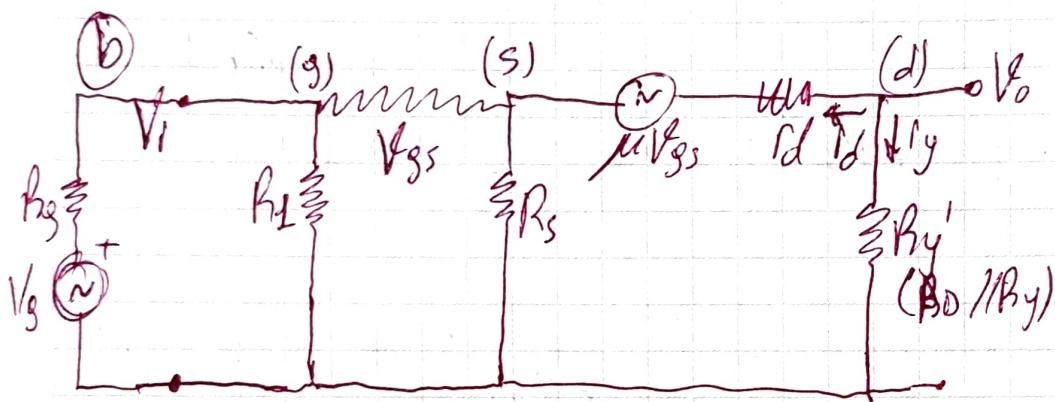
NİSAN / APRIL
PAZARTESİ / MONDAY

H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
13						1	2
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30

④ $I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2 = 10 \cdot 10^{-3} \left(1 - \frac{-1,5V}{-3V}\right)^2 = 2,5mA$

$$V_{GS} + R_S I_D \approx 0 \Rightarrow V_{GS} = -R_S I_D \Rightarrow R_S = 600\Omega$$

$$V_{DD} - (R_D + R_S) I_D - V_{DS} = 0 \Rightarrow V_{DS} = 6V$$



$$V_o = R_y' I_d = -R_y' I_d$$

$$(R_S + R_D + R_y') I_d = \mu V_{GS}$$

$$V_i = V_{GS} + R_S I_d$$

$$(R_S + R_D + R_y') I_d = \mu (V_i - R_S I_d)$$

$$I_d = \frac{\mu V_i}{R_D + R_y' + (1 + \mu) R_S}$$

$$\boxed{V_o = -R_y' \frac{\mu V_i}{R_D + R_y' + (1 + \mu) R_S}}$$

H	P	S	C	P	C	C1	Pz
13				1	2		
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30

25

NİSAN / APRIL
SALI / TUESDAY

$$K_V = - \frac{\mu R_{AS}}{(\alpha + R_{AS}) + (1 + \mu)R_S}, \quad \mu = g_m I_d$$

$$g_m = \frac{\partial I_D}{\partial V_{AS}}$$

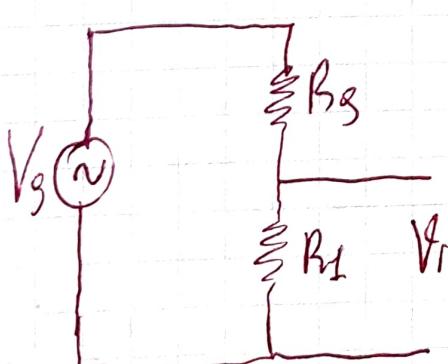
$$g_m = -2 \frac{I_{DSS}}{V_P} \left(1 - \frac{V_{AS}}{V_P} \right) = 3,3 \cdot 10^{-3}$$

$$\mu = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 100 \cdot 10^3 = 330$$

$$K_V = - \frac{330 (5k//8k)}{100k + (5k//8k) + (1+330) \cdot 600} = -3,366$$

$$K_V(dB) = 20 \log |K_V| = 10,54 \text{ dB}$$

$$K_{VK} = \frac{V_o}{V_g} = \left(\frac{V_o}{V_i} \right)_{K_V} \cdot \frac{V_i}{V_g}$$



$$V_i = \frac{R_1}{R_1 + R_g} V_g$$

$$K_{VK} = K_V \frac{R_1}{R_1 + R_g}$$

$$K_{VK} = -3,366 \frac{10^6}{10^6 + 50 \cdot 10^3}$$

$$[K_{VK} = -3,2]$$



26

NİSAN / APRIL
ÇARŞAMBA / WEDNESDAY

H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
13						1	2
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30

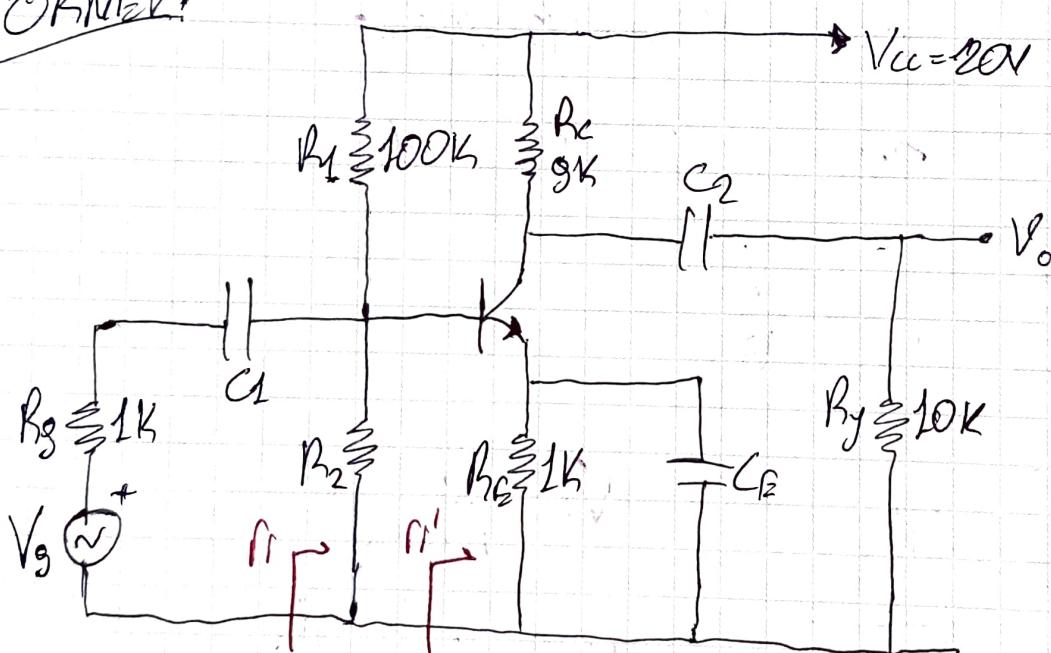
$$k_1 = \frac{1}{P_{y_1}} k_v n$$

$$K_1 = \frac{1}{3,07 \cdot 10^3} \cdot -3,366 \cdot 10^6 \approx -1096$$

$$Ph_1(\text{dB}) = 20 \log |K_1| \approx 60,8 \text{ dB}$$

$$K_a(\text{dB}) = 10 \log |K_a| = 10 \log |K_{\text{V}} \cdot K_{\text{I}}| \\ = 10 \log |K_{\text{V}}| + 10 \log |K_{\text{I}}| \approx 35,7 \text{dB}$$

SRNEK:



$$h_{fe} = h_{FE} = 100$$

here, here $\cong 0$

Veselov

$$V_{BE} = 0,6V$$

$$V_T = 25mV$$

d) $R_2 = ?$, $\bar{s}(I_C, h_{FE}) = ?$

$$b) r_1 = ? , K_{\text{KHS}}(dB) = ?$$



H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
13			1	2			
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30

27

NİSAN / APRIL
PERŞEMBE / THURSDAY

$$\textcircled{a} \quad V_{CC} - R_C I_C - V_{CE} - R_E I_E = 0$$

$$20 - 8K I_C - 10 - 1K \cdot \frac{101}{100} \cdot I_C = 0$$

$$\boxed{I_C \approx 1 \text{ mA}}$$

$$R_{Th} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}; \quad V_{Th} = \frac{R_2 R_1}{R_1 + R_2} \cdot \frac{1}{R_E} V_{CC} = \frac{R_{Th}}{R_1} V_{CC}$$

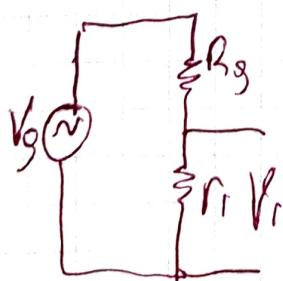
$$\left\{ \begin{array}{l} V_{Th} = R_{Th} I_B + V_{BE} + R_E I_E = \frac{R_{Th}}{R_1} V_{CC} \\ R_{Th} \frac{10^{-3}}{100} + 0,6 + 10^3 \frac{101}{100} 10^{-3} = \frac{R_{Th}}{100 \cdot 10^3} \cdot 20 \end{array} \right.$$

$\hookrightarrow R_{Th} = 8673 \Omega \Rightarrow R_{Th} = R_1 // R_2$

$$\boxed{R_2 = 9257 \Omega}$$

$$s(I_C, hFE) = \frac{\delta I_C}{\delta hFE} \frac{hFE}{I_C} = \frac{R_{Th} + R_E}{R_{Th} + (1+hFE) R_E} = \frac{8673 + 1000}{8673 + 101 \cdot 1000} = 0,086$$

$$\textcircled{b} \quad k_V = \frac{-R_y'}{r_e + R_E} = - \frac{R_C // R_y}{V_T / I_C} = - \frac{8K // 10K}{25mV / 1mA} = - \frac{1760}{25} \approx -180$$



$$r'_f = hFE (r_e + R_E) = 100 \cdot 25 = 2500 \Omega$$

$$r_f = R_{Th} // r'_f = 8673 // 2500 = 1830$$



28

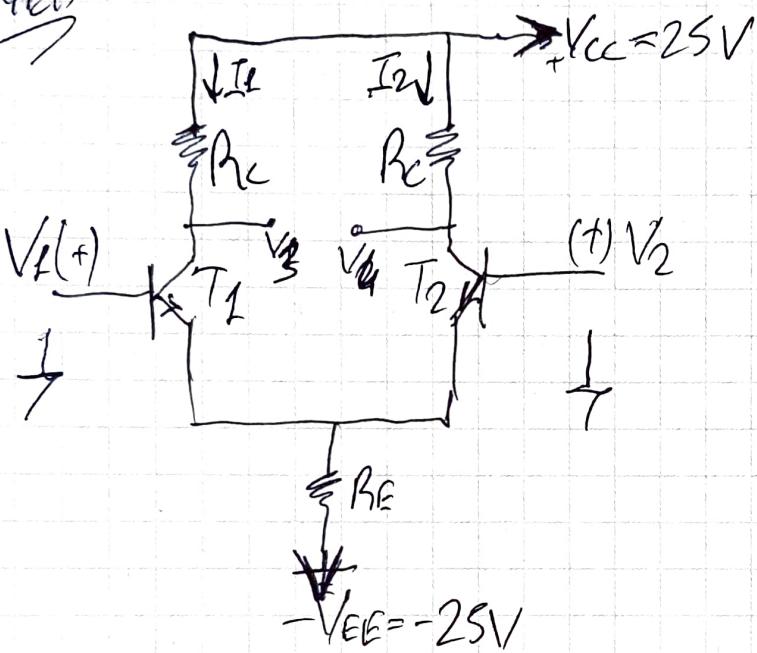
NİSAN / APRIL
CUMA / FRIDAY

H	P	S	Ç	P	C	C1	Pz
13						1	2
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30

$$K_{VV} = \frac{R}{R_1 + R_2} \quad K_V = \frac{1830}{2830}, -180 = -125,15$$

$$K_{VK} f(B) = 20 \log |K_V| = 20 \log |-125,15| = 62 \text{ dB}$$

SKMEL



Eş zamanlılar

$$V_{BE} = 0,6 \text{ V}$$

$$V_T = 25 \text{ mV}$$

$$V_{CEO} = 5 \text{ V}$$

$$I_f = I_2 = 0,2 \text{ mA}$$

a) $R_C = ? \quad R_E = ?$

b) $K_{ol} = ? \quad K_C = ?$

$$CMRR_B (\text{dB}) = ?$$

$$(V_L = V_2 = 0)$$

a) $V_{BE} = V_B - V_E$

$$V_{BE} = 0 - V_E$$

$$\boxed{V_E = -0,6 \text{ V}}$$

$$V_{CE} = V_C - V_E$$

$$\Rightarrow V_C = V_{CE} + V_E$$

$$\Rightarrow V_C = 5 + (-0,6)$$

$$\Rightarrow \boxed{V_C = 4,4 \text{ V}}$$



H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
13				1	2		
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30

29

NİSAN / APRIL
CUMARTESİ / SATURDAY

* $V_{OC} = R_C I_C = V_C$

$$25 - R_C 0,7 \cdot 10^{-3} = 6,4$$

$R_C \approx 28,6 \text{ k}\Omega$

$$I_T = I_1 + I_2 = 2 \times 0,7 = 1,4 \text{ mA}$$

$$I_T R_E = V_E - (-V_{EE})$$

$$1,4 \cdot 10^{-3} R_E = 0,6 - (-25)$$

$R_E = 17,63 \text{ k}\Omega$

⑥ $K_d = \frac{-R_C}{r_e}$ (eğer T_2 de işret uygulanırsa) $K_d = \frac{-R_C}{2r_e}$ olur

$$= -\frac{28600}{25/10,71} = -823,2$$

30

NİSAN / APRIL
PAZAR / SUNDAY

$$K_C = -\frac{R_C}{2R_E + r_e} = -\frac{28600}{2 \cdot 17,630 + \frac{25}{0,7}} = -0,84$$

$$CMRR_{(dB)} = 20 \log \left| \frac{823,2}{0,84} \right| \approx 60 \text{ dB}$$

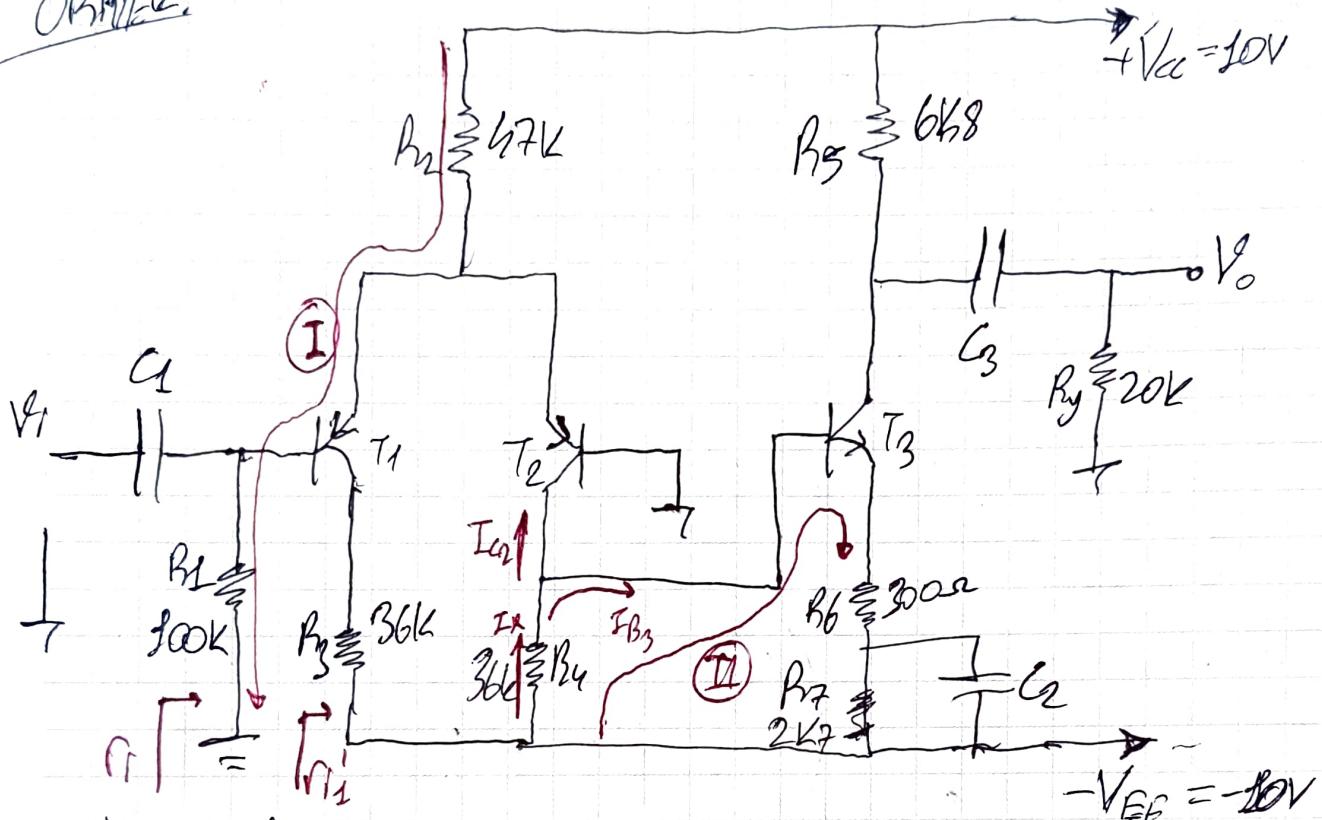


1

H	P	S	C	P	C	C	P
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				

MAYIS / MAY
PAZARTESİ / MONDAY

DERS NOTU:



$$h_{FE} = h_{fE} = 250 \quad V_T = 25mV$$

$$V_{BE} = 0,6V \text{ (nPN)} \quad h_{re}, h_{oe} \approx 0$$

$$I_{C1,2} = ? \quad I_{C3} = ? \quad Kusursuz (dB) = ? \quad f_i \text{ sistem} = ?$$

$$\textcircled{1} \rightarrow V_{cc} = -2(1+h_{FE}) I_{B1} R_2 - V_{BE} - R_1 I_{B1}$$

$$\Rightarrow I_{C1} = -h_{FE} \frac{V_{cc} + V_{BE}}{2(1+h_{FE})R_2 + R_1}$$

$$= -250 \frac{10 + 0,6}{2 \cdot 251 \cdot 67,10^3 + 100,10^3} \xrightarrow{\text{APR}} \\ \approx -0,1mA$$

$$\Rightarrow I_{C2} = I_{C1} \approx -0,1mA$$



H	P	S	C	P	C	C1	P2
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				

$$\textcircled{a} \rightarrow R_6 (I_{C2} + I_{B3}) + V_{BE} + (R_6 + R_7)(1 + h_{FE}) I_{B3} = 0$$

$$I_{C3} = -\frac{R_u I_{C2} + V_{BE}}{R_u + (R_6 + R_7)(1 + h_{FE})}$$

der Klemmen

$$= -250 \frac{36 \cdot 10^3 (-0,1 \cdot 10^{-3}) + 0,6}{36 \cdot 10^3 + 3 \cdot 10^3 \cdot 250}$$

$$\boxed{I_{C3} = 0,95 \text{ mA}}$$

$$\textcircled{b} \quad K_{V3} = -\frac{R_{g3}}{R_3 + R_{E3}} = -\frac{R_S / R_S}{V_T / I_{C3} + R_6} = -\frac{6k8 / 20k}{25 / 0,95 + 300} \approx -15,6$$

180° für
Folge

$$R_{g3} = R_3' = h_{fe} (R_3 + R_{E3}) = h_{fe} \left(\frac{V_T}{I_{C3}} + R_6 \right) \approx 81,6 \text{ k}\Omega$$

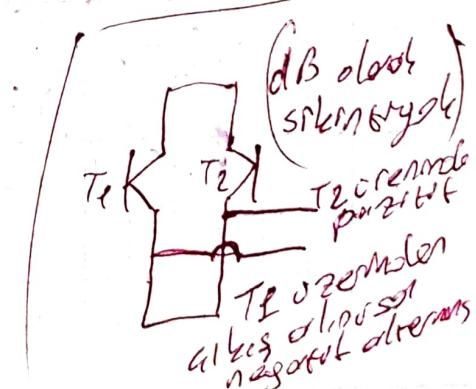
$$K_{V_{12}} = -\frac{R_{g12}}{2r_e} = -\frac{R_u / R_{g12}}{2 V_T / I_{C12}} = -\frac{36k / 81,6k}{2 \cdot \frac{25}{-0,1}} = (-) 50$$

$$K_{V\text{systen}} = K_{V_{12}} \cdot K_{V3} = -50 \cdot -15,6 = 780$$

$$K_{V\text{systen}} (\text{dB}) = 20 \log |K_{V\text{systen}}| = 20 \log |780| = 57,8 \text{ dB}$$

$$R_{g12}' = 2h_{fe} r_e = 2 \cdot 250 \left| \frac{25}{-0,1} \right| = 125 \text{ k}\Omega$$

$$R_f = R_S / R_{g12}' = \frac{100k \cdot 125k}{225k} \approx 56 \text{ k}\Omega$$

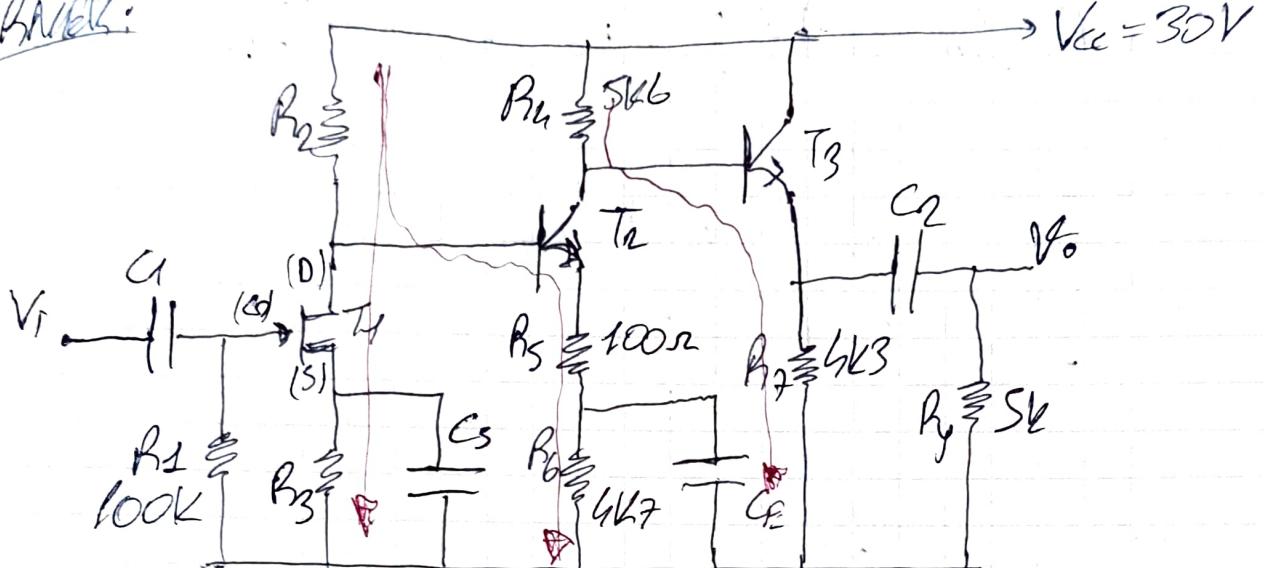


3

MAYIS / MAY
ÇARŞAMBA / WEDNESDAY

H	P	S	C	P	C	C1	Pz
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				

SHANE



$$T_2, T_3 \text{ es } \Rightarrow h_{fe} = h_{FE} = 200, \quad h_{re}, h_{oe} = 0$$

$$V_{BE} = 0,6V \quad , \quad V_T = 25mV$$

$$T_L \text{ min} \Rightarrow I_{\text{loss}} = 8mA, V_D = -6V, R_D = 100K$$

$$\text{d) } V_{DS} = 8V, I_D = 2mA \rightarrow R_2, R_3 = ? \quad I_{eq}, I_{sg} = ?$$

b) K_N system = ?

$$@ I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{DS}}{V_P} \right)^2$$

$$V_{GS} = V_D \left(1 - \sqrt{\frac{I_D}{I_{DSS}}} \right)$$

$$V_{GS} = -2V$$

$$V_{GS} + R_3 I_D = 0$$

$$\checkmark V_{GS} \approx -R_S I_D$$

$$R_3 \cong \mathbb{Z}/3$$



H	P	S	C	P	C	C1	Pz
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				

$$\star V_{CC} - (R_2 + R_3) I_D - V_{DS} = 0$$

$$\boxed{R_2 = 10k\Omega}$$

$$\star V_{CC} - R_2 (I_D + I_{B2}) - V_{BE} - (R_5 + R_6) I_{E2} = 0$$

$$I_{C2} = h_{FE} \frac{V_{CC} - V_{BE} - R_2 I_D}{R_2 + (R_5 + R_6)(1 + h_{FE})}$$

$$\boxed{I_{C2} = 1,83 \text{ mA}}$$

$$\star V_{CC} - R_4 (I_{C2} + I_{B3}) - V_{BE} - R_7 (1 + h_{FE}) I_{B3} = 0$$

$$I_{C3} = h_{FE} \frac{V_{CC} - R_4 I_{C2} - V_{BE}}{R_4 + R_7 (1 + h_{FE})}$$

$$\boxed{I_{C3} = 6,27 \text{ mA}}$$

$$\textcircled{b} \quad K_{V3} = \frac{R_{E3}}{r_{e3} + R_{E3}} = \frac{R_7 // R_y}{V_T / I_{C3} + R_7 // R_y} = \frac{6k3 // 5k}{25 / 6,27 + 6k3 // 5k} = 0,992$$

$$r_{i3}' = r_{i3} = h_{FE} (r_{e3} + R_{E3}) = 200 \left(\frac{25}{6,27} + 6k3 // 5k \right)$$

$$K_{V2} = \frac{-R_{Y2}}{r_{e2} + R_{E2}} = - \frac{R_4 // r_{i3}}{V_T / I_{C2} + R_s} = -48$$



5

MAYIS / MAY
CUMA / FRIDAY $\mu \rightarrow$ gerilen kuvvetlerin katsayısı.N boyaklı bir malzemeden $(n-1)$ tane denklem ile toplanır.

H	P	S	Ç	P	C	Ct	P2
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
	29	30	31				

$$R_{T2}' = R_T = h_{FE} (r_{e2} + R_{E2}) = 200 \left(\frac{25}{1,83} + 100 \right) = 226 \text{ k}\Omega$$

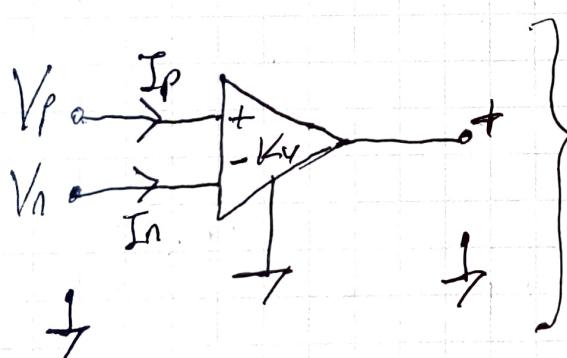
$$\begin{aligned} K_{V2} &= -g_m R_{T2}' = -g_m (R_D // R_Y // R_S) \\ &= -g_m (R_D // R_{T2} // r_d) \end{aligned}$$

$$g_m = \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}} = -2 \frac{I_{DSS}}{V_p} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_p} \right) = 2 \cdot 10^{-3}$$

$$K_{V2} = -2 \cdot 10^{-3} (10 \text{ k}\Omega // 226 \text{ k}\Omega // 100 \text{ k}\Omega) \approx -13$$

$$\text{Kursastırma} = K_{V1} \cdot K_{V2} \cdot K_{V3} = 635$$

İSLİMSEL KUVVETLİNDİFİSİLER (OP-AMP)



Faz akırmaları ve faz
gerilimi olmamalı
($I_n = 0$)

İdeal Op-amp

$$\textcircled{1} \quad r_i = \infty$$

$$\textcircled{2} \quad K_V = \infty$$

$$\textcircled{3} \quad r_o = 0$$

$$\textcircled{4} \quad B = \infty$$

Bant genişliği
(frekans)

$$V_n = V_p$$

$$I_n = 0 \quad I_p = 0$$

Nomal Op-amp (LM741)

$$r_i \rightarrow \text{bir kdv M}\Omega$$

$$K_V \approx 10^5 : 10^6$$

$$r_o < 100 \text{ M}\Omega$$

$$B \rightarrow \text{bir kdv MHz}$$



H	P	S	C	P	C	C	Pz
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				

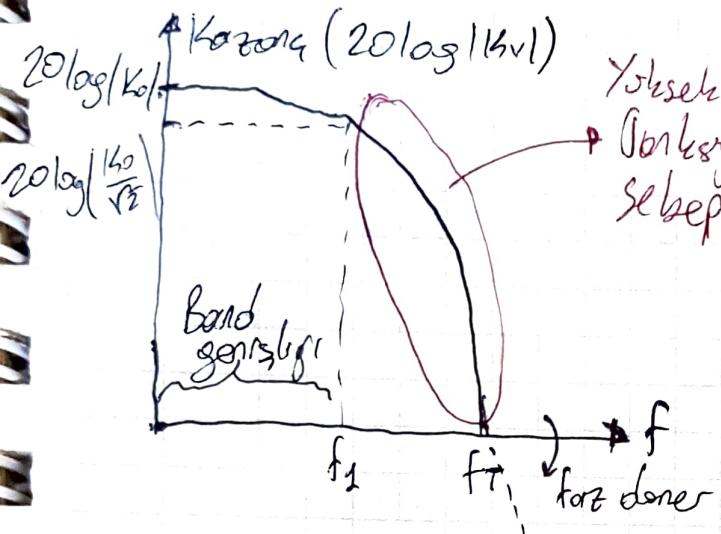
frekans çok artırsrsa ditizyon ve jeksiyon
kapasitelerin özenindeki genlili thal
edilmez bu bir koyu olusturur.

6

frekans çok fazla artırsa en son. faz
degisir. (gibiz gerek ile gittig işaret eden faz) (değiş)

MAYIS / MAY

CUMARTESİ / SATURDAY



Yüksek frekanslar BST'de
Jeksiyon ve ditizyon kapasiteleri
sebepleri Kozanı azaltır

Ko isgansel kuvvetlendirmenin çok lütfet frekans
degerlerinde sağladigi kozanıdır. Kozanın Ko/√2
degerine dusugu f₂ frekansi. dB cinsinden
kozanın çok düşük frekanslardaki degeri-
den 3 dB azaldigi frekansdır.

7
MAYIS / MAY
PAZAR / SUNDAY

Kozan Band Genişliği: (yüksek olması istenir)

Ko kozanının metlik degeri ile f₂ frekansının
carpmadır. Op-ampların kryosiklonlarında kullanılır.

Birim Kozan Band Genişliği:

Frekans yüksek degerlere aitliğinde kozanın modifi
f₂ gibi bir frekans degerinde 1'e dusur. Bu f₂
frekans orduğunda birim kozan band genişligi denir.

$$K_0 = 0 \rightarrow \log |K_0| = 1$$



8

MAYIS / MAY
PAZARTESİ / MONDAY

H	P	S	C	P	C	Ct	Pz
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				

• Fiziksel Kuvvetleme mertebe 2 tırıla beslene yeterli bir. Gitt DC kaynak ile beslenipinde kuvvetleme mertebe artmış gerilim genelde sıfır ise sıfır olmalıdır. Böyle bir durumda yok kuvvetleme mertebe artmış gerilimde sıfır olmalıdır. Tek DC kaynakla beslene durumda ise artmış bir gerilim bulunur. Çünkü sıfır olduğunda halde artmış işaret sıfır olmadığında geriye olğundan artmış boyalama mümkün değildir. 2 DC kaynakla, Op-Amp devresi ile hem AC hem DC işaretler kuvvetleme ile bilirken; Tek beslenenle ile sadece AC işaretler kuvvetleme.

• Offset Gerilimi:

Ideal Op-Amp da genel gerilimler sıfır ya da dönmese artmış gerilimde sıfır olur. Aksat gerilekte girişlerin herhangi bir gerilim uygunluk nesesi ya da gerilimler birbirine eşit olmasa da

 α, β, V_T

H	P	S	C	P	C	C1	P2
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				

9

MAYIS / MAY
SALI / TUESDAY

Güçlerin bir gerilim gözlemlenir. Oluşan bu gerilime offset gerilimi denir. Offset geriliminin değerini ve sıklığını belirleyen op-amp'in karesini gösterir. (Sıfır yoklukları)

Slew rate (Yükselme Eğrisi):

Op-Amp'in gerilim değerini rast gele astronom ve birim zamanında maximum ısınabileceğin bir değer vardır. Bu değer işaret değişirken çıkış işaretinde bozulma meydana gelir. Bu kritik değere slew rate denir.

$$SR = \frac{dV}{dt}$$

$$V = V_m \sin \omega t$$

$$SR = \frac{dV}{dt} = \omega V_m \cos \omega t$$

İşaretin değişim
maximum değeri hizası

$$\boxed{\omega V_m \leq SR}$$

Lütfen işaretin bozulma
meydana gelmesi

$$\text{(Genel Özlük) } \rightarrow V_o = K_v (V_p - V_n)$$

Sesde (Görünürde) Kısıtlar:

Ideal bir Op-Amp'in (+) ve (-) giriş gerilimleri eşitlenir ve ne hisknesse olsa dahi olumsuzdur. Her giriş drosunda gerilim farklı olumsuzluklarla karşılaşır. Bu da deyip de dikkat ettiğimiz çok olumsuz bir durumdur.



H	P	S	C	P	C	C _t	P _z
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				

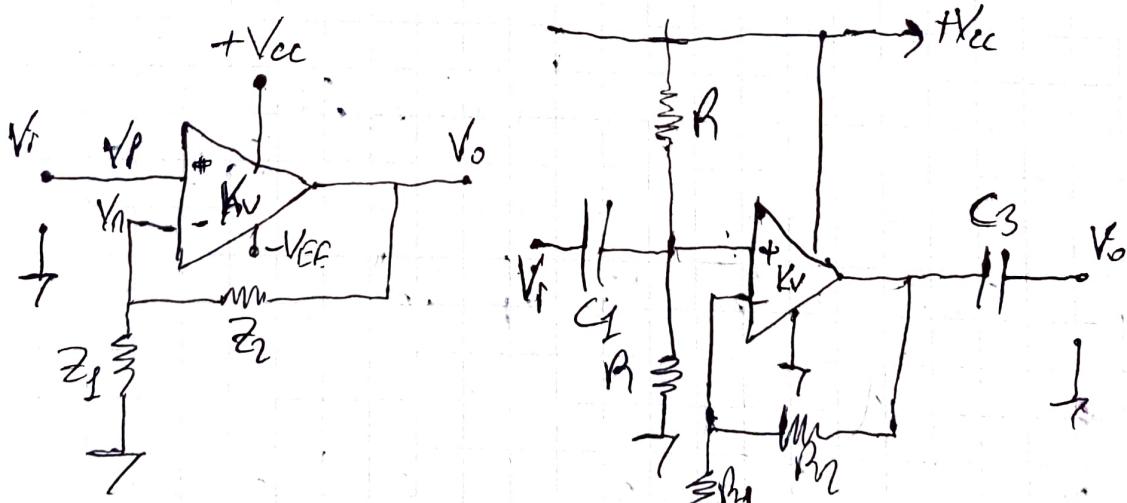
durdur. Gerçekte olmayan sadece idealitede karşılaşılan ve kabul edilen bu ilgizle durrum sözde kisa devre denir.

Görünürde Tepki:

Op-amp'in pozitif girişi toprak bağlandığında negatif girişi de idealitede toprak potansiyelinde olurduktır. Yani negatif giriş tepki gibi davranışa da da olmam olmayacağı, bu durum görünürde toprak denir.

İLKELMSAL KUVETLENDİRİCİLERİN LINEER UYGULAMALARI

D) Pozitif Vozanalı Devre



Cift Vozanalı

(Dürenin Söylediği Kotanı)
Pozitif



Tek Vozanalı

H	P	S	C	P	C	Ct	Pz
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				

11

MAYIS / MAY
PERŞEMBE / THURSDAY

$$V_o = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} V_o$$

$$V_o = K_v (V_p - V_n)$$

$$V_o = K_v [V_i - \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} V_o]$$

$$V_o = \frac{K_v V_i}{1 + \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} K_v}$$

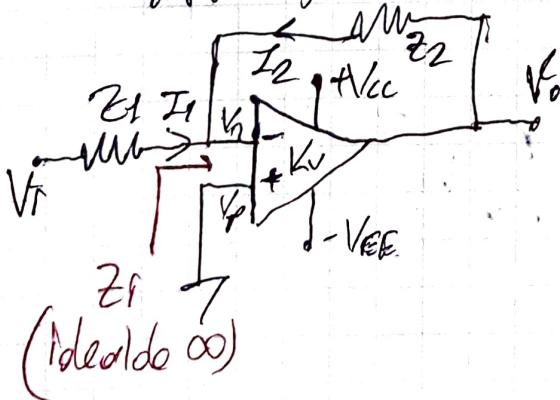
K_v çok büyükse;

$$V_o \approx \frac{Z_1 + Z_2}{Z_1} V_i$$

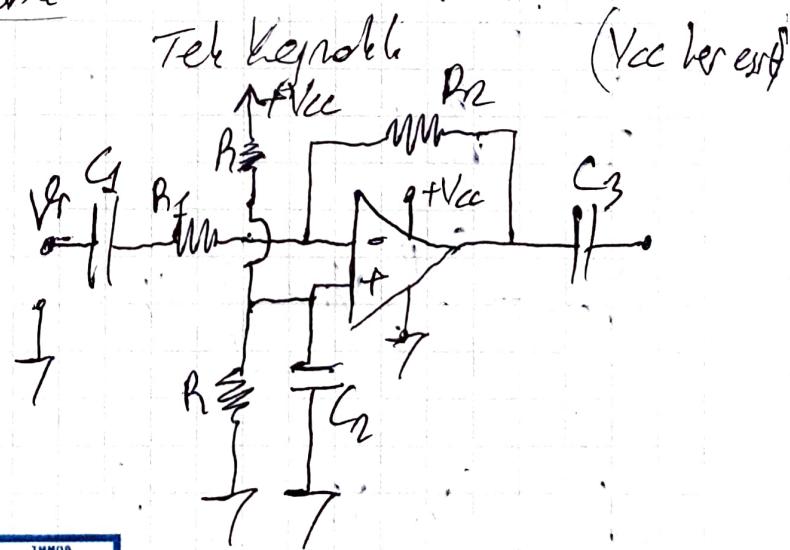
$$K_v = \frac{V_o}{V_i} \approx \frac{Z_1 + Z_2}{Z_1}$$

② Negatif Kozoraklı Devre

Çift Kozoraklı



Tek Kozoraklı



12

MAYIS / MAY
CUMA / FRIDAY

$$I_1 = \frac{V_r - V_h}{Z_1} \quad I_2 = \frac{V_o - V_h}{Z_2}$$

$$I_n = \frac{V_h}{Z_1} \quad \text{Lancıer degrıse}$$

H	P	S	Ç	P	C	C1	P2
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				

Operamp ideal şe; $V_h = V_p = 0$; $I_n = 0$

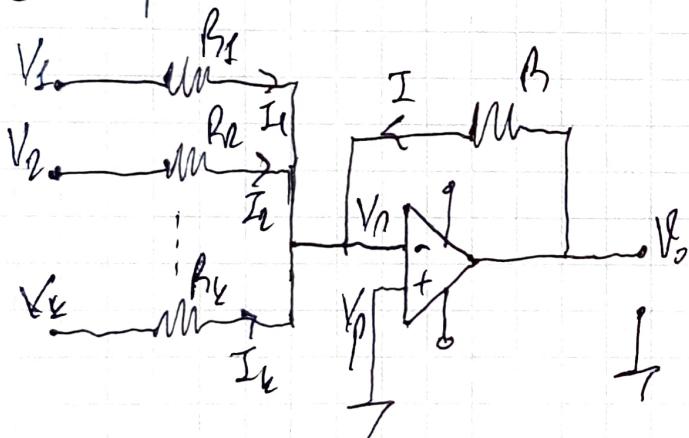
$$I_1 = \frac{V_r}{Z_1}; \quad I_2 = \frac{V_o}{Z_2}$$

$$I_1 + I_2 = I_n$$

$$\frac{V_r}{Z_1} + \frac{V_o}{Z_2} = 0$$

$$K_V = \frac{V_o}{V_r} = -\frac{Z_2}{Z_1}$$

③ Toplana Devress



$$I_1 + I_2 + \dots + I_k = -I$$

$$\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_k}{R_k} = -\frac{V_o}{R}$$

$$V_o = - \left[\frac{R}{R_1} V_1 + \frac{R}{R_2} V_2 + \dots + \frac{R}{R_k} V_k \right]$$

$$R_1 = R_2 = \dots = R_k$$

$$V_o = - [V_1 + V_2 + \dots + V_k]$$

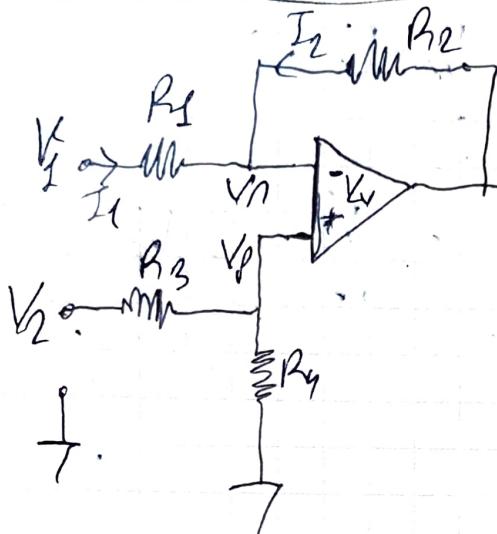


H	P	S	C	P	C	Ct	Pz
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				

13

MAYIS / MAY
CUMARTESİ / SATURDAY

④ Gikorno Devresi



$$I_1 + I_2 = 0 \Rightarrow I_1 = -I_2$$

$$\Rightarrow \frac{V_L - V_n}{R_1} = - \frac{V_0 - V_n}{R_2}$$

$$\Rightarrow V_0 = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)V_n - \frac{R_2}{R_1}V_L$$

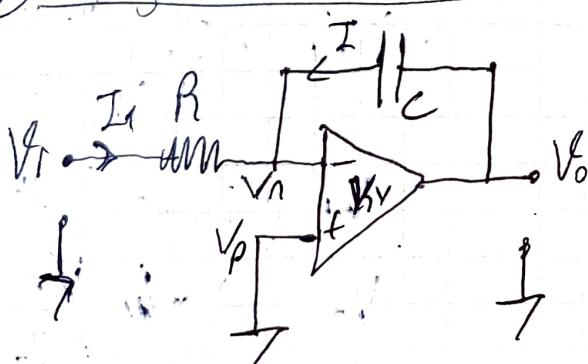
$$V_n = V_p \Rightarrow V_n = V_p = \frac{R_4}{R_3 + R_4}V_2$$

$$V_0 = \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1}\right)\left(\frac{R_4}{R_3 + R_4}\right)V_2 - \frac{R_2}{R_1}V_L$$

14

MAYIS / MAY
PAZAR / SUNDAY

⑤ Integral Açıci Devre



$$V_n = V_p = 0$$

$$I_2 = -I$$

$$\frac{V_r}{R} = -C \frac{dV_c}{dt} \quad (V_c = V_0 - V_r)$$

$$\frac{V_r}{R} = -C \frac{dV_0}{dt}$$

$$V_0 = -\frac{1}{RC} \int V_r dt + V_c(0)$$



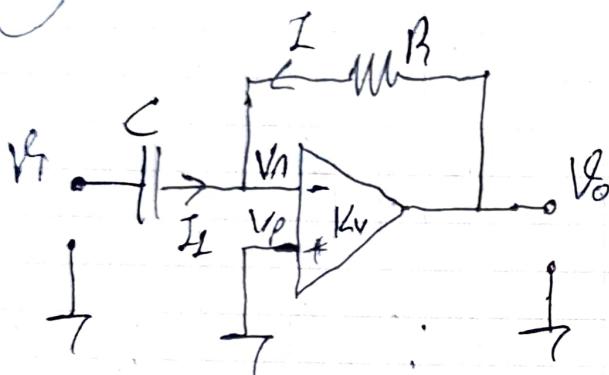
15

log ve os olmaz devrelerin genel
baş transistör veya dijital donanımlarda

PF	S	C	P	C	I	Pd
18	1	2	3	4	5	6
19	8	9	10	11	12	13
20	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
22	29	30	31			

MAYIS / MAY
PAZARTESİ / MONDAY

⑥ Türev Alıcı Devre



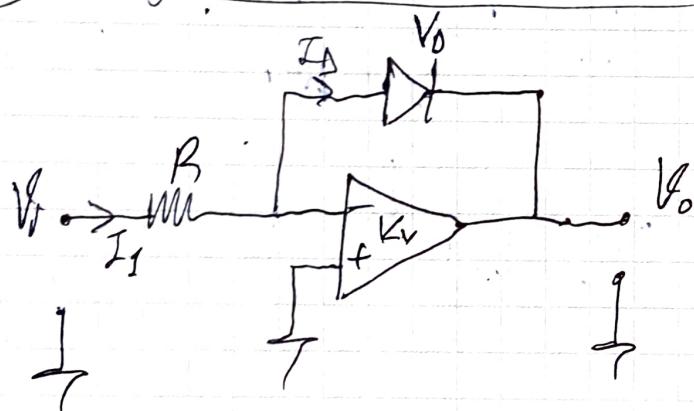
$$V_h = V_p = 0$$

$$I_1 + I = 0 \Rightarrow I_1 = -I$$

$$Cd\frac{dV_1}{dt} = -\frac{V_o}{R}$$

$$\boxed{V_o = -RC \frac{dV_1}{dt}}$$

⑦ Logaritmik Alıcı Devre



$$I_D \approx I_o e^{V_o/V_T}$$

$$I_1 = I_D = 0$$

$$\Rightarrow I_1 = I_D$$

$$\Rightarrow \frac{V_i}{R} = I_o e^{V_o/V_T}$$

$$\Rightarrow V_i = R I_o e^{V_o/V_T}$$

$$(V_o = 0 - V_T)$$

$$\Rightarrow V_o = R I_o e^{-V_o/V_T}$$

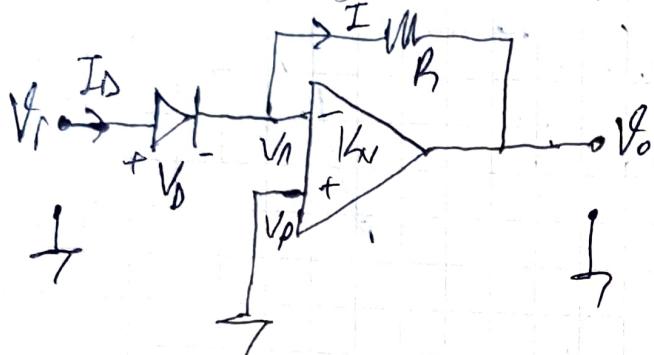
$$\boxed{V_o = -V_T \ln \left(\frac{V_i}{R I_o} \right)}$$

H	P	S	G	P	C	C	Pz
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				

16

MAYIS / MAY
SALI / TUESDAY

⑧ Ante-Logaritmik (ss) Aleg. Devre



$$V_n = V_p = 0$$

$$I_D \approx I_{oe} e^{V_0/kT}$$

$$\Rightarrow I_D \approx I_{oe} e^{V_0/kT}$$

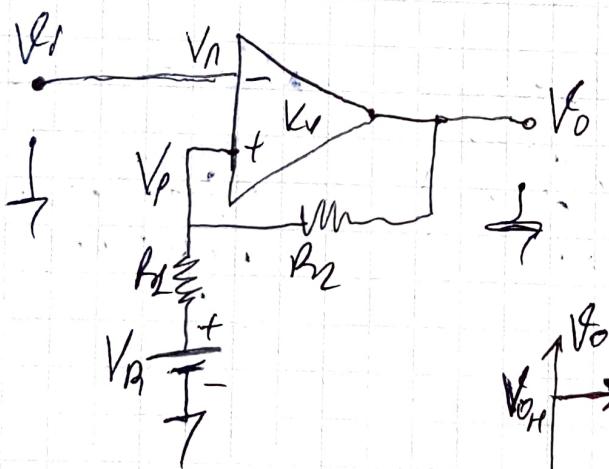
$$I_D = I$$

$$I_{oe} e^{V_1/V_T} = -\frac{V_0}{R}$$

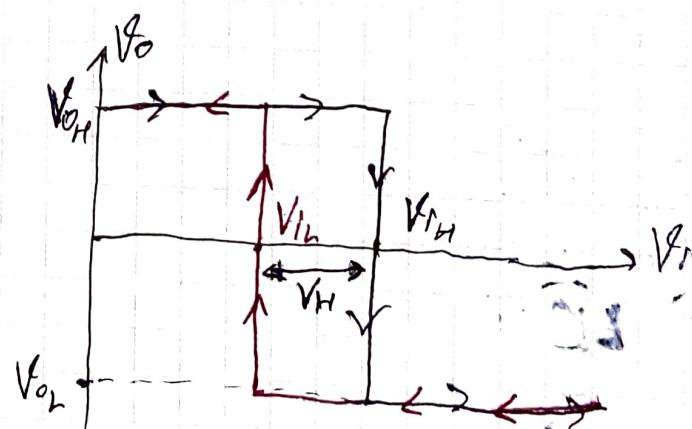
$$V_0 = -R I_{oe} e^{V_1/V_T}$$

KİLEMSEL KUVVETLENDİRİCİLERİN NONLİNEER UYGULAMALARı

Schmitt Tetrahedron Devresi



Gerrim Kısıtlaması
yapamı open, devre
(Histeresiz özellig'i verdi)



17

Redressor → Defaulter
Central Regulator denies' for sake Rule
VC RC - I
get set

H	P	S	C	P	C	Ct	Pz
18	Dog	Red	44	5	6	6	6
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				

MAYIS / MAY
ÇARŞAMBA / WEDNESDAY

Garrison Antislavery

$$V_r < V_{th} \Rightarrow V_o = V_{oh}$$

$$V_r > V_{TH} \Rightarrow V_o = V_{OL}$$

Garrison Archibald

$$V_1 < V_{1h} \Rightarrow V_0 = V_{0H}$$

$$V_r \geq V_L \Rightarrow V_o = V_{oL}$$

Güçsiz gelenler ortasında konum değişimi
II II distributed II II V_H'da
V_L'de

$$\Delta V_{\text{Hysteresis}} = V_{\text{H}} - V_{\text{L}}$$

BESLIME DEVALEERI

```

graph LR
    AC[AC Isaret  
(Zebekke)] --> Transformer[Transformer  
(İndüksiyon)]
    Transformer --> Dugmeleci[Dugmeleci  
(Dize Hor)  
Tek yollu  
Hor yollu]
    Dugmeleci --> Kondensator[Kondensator  
(Bobin)  
2 yada 3 fazlı  
(Filtre KM)]
  
```

Regolasyon Darres
(Gestión Substancial)

(Zener Druck) BC - BC Filigranen

Existe
descendendo
(topo / boral)

gesetz
oder
beginnen
Dafür

Regrettably
so far

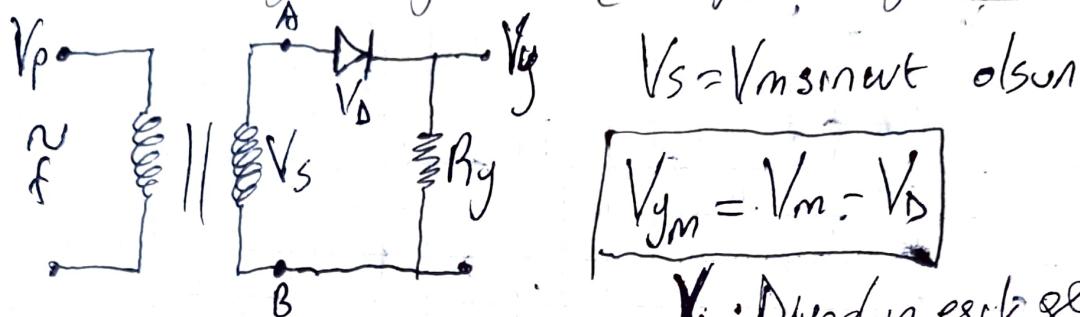


H	P	S	C	P	C	Cf	Pz
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				

18

MAYIS / MAY
PERŞEMBE / THURSDAY

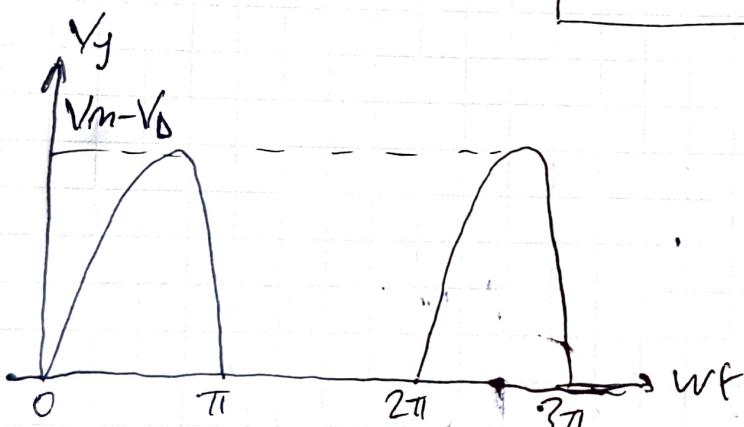
Yarım Dalgıç Degriforu (Tek İğilli Degriforu)



V_g : Diyodun eski gergiliği

I_d : Diyodun değişken içresi akımı

$$V_{gm} = \frac{R_y (V_m - V_g)}{R_d + R_y}$$



$$V_{DC} = \frac{1}{T} \int_0^T V_g(t) dt$$

$$V_{DC} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} V_{gm} \sin \omega t dt$$

$$V_{DC} = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi (V_m - V_d) \sin \omega t dt$$

$$\left(\int_0^\pi \sin \omega t = -\cos \omega t \Big|_0^\pi \right)$$

$$V_{DC} = \frac{V_m - V_d}{\pi}$$

$$V_{DC} = \frac{V_{gm}}{\pi}$$

$$V_{DC} = \frac{I_{on}}{\pi}$$



19

MAYIS / MAY
CUMA / FRIDAY

H	P	S	Ç	P	C	C1	P2
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
	29	30	31				

$$V_{y\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V_y^2(t) dt}$$

$$V_{y\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} (V_m \sin \omega t)^2 dt}$$

$$\left(\int \sin^2 x dx = \frac{x}{2} - \frac{\sin 2x}{4} \right)$$

$$V_{y\text{eff}} = \frac{V_m}{2} = \frac{V_m - V_d}{2}$$

$$I_{\text{eff}} = \frac{I_m}{2}$$

* Sayet Trafo Ideal olsese;

$$I_m = \frac{V_m - V_d}{R_d + R_y + R_{tr}}$$

R_{tr}: Trafo Drenajı

$$\begin{cases} V_{DC} = I_{DC} \cdot R_y \\ V_{DC} = \frac{I_m}{\pi} R_y \end{cases} \quad \boxed{V_{DC} = \frac{(V_m - V_d) R_y}{\pi (R_y + R_d + R_{tr})}}$$

$$\boxed{V_{DC} = \frac{(V_m - V_d) R_y}{\pi (R_y + R_d + R_{tr})}}$$

→ ideal durum



H	P	S	C	P	C	C1	Pz
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				

$$P_{out} = P_{DC}$$

20

MAYIS / MAY
CUMARTESİ / SATURDAY

Dalgulukunun Çekirge Göç

$$P_{out} = \frac{1}{T} \int_0^T P_{tr} dt$$

$$P_{out} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} V_m I_m \sin^2 \omega t dt$$

$$\boxed{P_{out} = \frac{V_m (V_m - V_s)}{4(R_d + R_y + R_{tr})}}$$

$$V_m \gg V_s ; R_d + R_y \gg R_{tr}$$

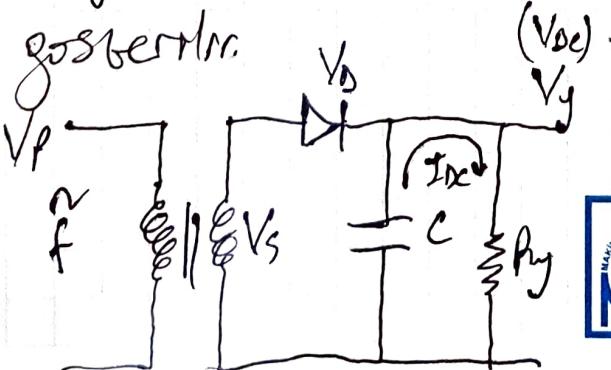
$$\boxed{P_{out} \approx \frac{V_m^2}{4(R_d + R_y)}}$$

21

MAYIS / MAY
PAZAR / SUNDAY

Dalgılıklık Katsayısı

Dalgulukta izlenmeye dalgulukcu akışından yoktan özerinde DC şanzımanla birlikte dalguluklar buluselerde bulunmakavidır. Diger bilgilere karlılık bulusor dalguluk şanzımanının dalgılıklık katsayıısı 16 gosbetirler.



$$\delta = \frac{\Delta V}{V_{DC}} \rightarrow \text{Dalgılıklık gorsunu}$$

$$\boxed{\Delta V = \frac{V_{DC}}{2fCR_y}}$$

$$\delta = \frac{1}{2fCR_y}$$

22

MAYIS / MAY
PAZARTESİ / MONDAY

H	P	S	Ç	P	C	C1	Pz
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				

$$V_m - V_d = V_{dc} + \Delta V$$

$$V_m - V_d = V_{dc} + \frac{V_{dc}}{2fCR_y}$$

$$\Rightarrow V_{dc} = \frac{(V_m - V_d) 2fCR_y}{1 + 2fCR_y}$$

* $\delta = \frac{V_{d\text{eff}}}{V_{dc}}$ \rightarrow Yukarı izenidekiler depremler gerilim
etefektif deprem

$$\delta = \frac{I_{d\text{eff}}}{I_{dc}}$$

$$I_{eff} = \sqrt{I_{dc}^2 + I_{d\text{eff}}^2}$$

$$I_{eff}^2 = I_{dc}^2 + I_{d\text{eff}}^2$$

$$I_{d\text{eff}} = \sqrt{I_{eff}^2 - I_{dc}^2}$$

$$I_{d\text{eff}} = I_{dc} \sqrt{\frac{I_{eff}^2}{I_{dc}^2} - 1}$$

$$\left(I_{eff} = \frac{Im}{2} ; I_{dc} = \frac{Im}{\pi} \right)$$



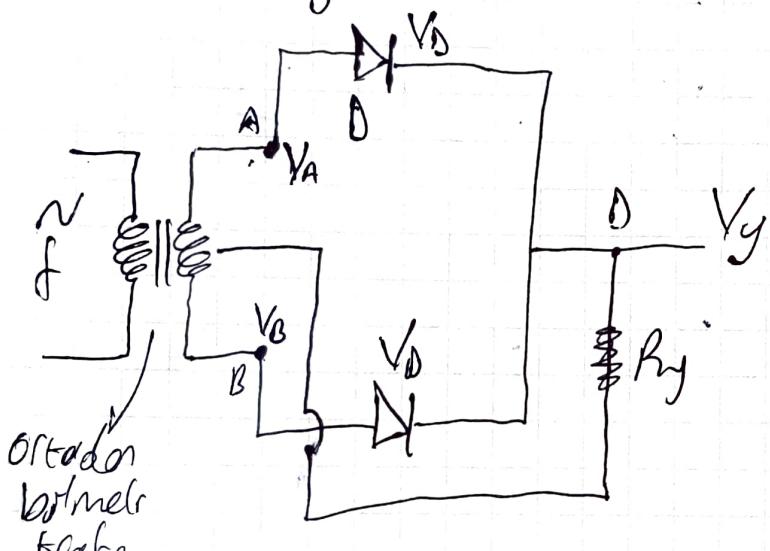
H	P	S	G	P	C	Ct	Pz
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				

23 MAYIS / MAY
SALI / TUESDAY

$$\delta = \sqrt{\left(\frac{Im^2}{4} \cdot \frac{\pi^2}{Im^2}\right) - 1} = \sqrt{\frac{\pi^2}{4} - 1} = 1,21$$

İki yolla doğrulanma (Tam Dörtlü doğrulanma)

- a) Eşit sorgulama trafo ve üç dörtlük
- b) Tek sorgulama trafo ve dört dörtlük \rightarrow Kapsam doğrulanma



V_A ile V_B arasında 180° faz farkı var.
Her iki tarafın sarması segisi eşittir olmalıdır.

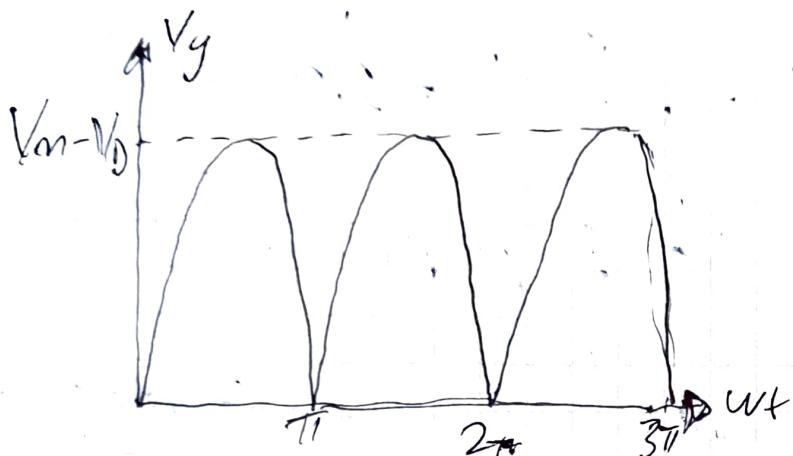
$$V_A = V_m \sin \omega t \Rightarrow V_B = -V_m \sin \omega t.$$

- V_A pozitif \rightarrow D_1 ile etrafında $\rightarrow D_2$ kesinde
 $\rightarrow R_{y1}$ üzerinden akar \rightarrow Ref'e ulaşır.
 $0 < \omega t < \pi$
- V_B pozitif \rightarrow D_2 ile etrafında $\rightarrow D_1$ kesinde
 $\rightarrow R_{y2}$ üzerinden akar \rightarrow Ref'e ulaşır.
 $\pi < \omega t < 2\pi$

24

MAYIS / MAY
ÇARŞAMBA / WEDNESDAY

H	P	S	C	P	C	C	Pz
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				



$$V_{DC} = \frac{1}{\pi} \int_0^T V_{eff}(t) dt$$

Yerim Dolgo Degriktir;

$$V_{DC} = \frac{Vm - Vd}{\pi} = \frac{Vm}{\pi} ; I_{DC} = \frac{Im}{\pi}$$

Tam Dolgo Degriktir;

$$V_{DC} = \frac{2(Vm - Vd)}{\pi} = \frac{2Vm}{\pi} ; I_{DC} = \frac{2Im}{\pi}$$

Trifoto drenesi katılırsa

$$I_{DC} = \frac{2(Vm - Vd)}{\pi(R_d + R_{by} + R_{tr})}$$

$$V_{DC} = I_{DC} R_{by} = \frac{2(Vm - Vd) R_{by}}{\pi(R_d + R_{by} + R_{tr})}$$

$$V_{eff} = \frac{Vm}{\sqrt{2}} ; I_{eff} = \frac{Im}{\sqrt{2}}$$



H	P	S	C	P	C	C	P
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				

Kesirli Degrütucular V_0 ve I_d
2 ile çarpılır

25

MAYIS / MAY
PERŞEMBE / THURSDAY

Tan Dolgu Degrütucusu;

$$P_{out} \approx \frac{V_m^2}{2(R_d + R_y)}$$

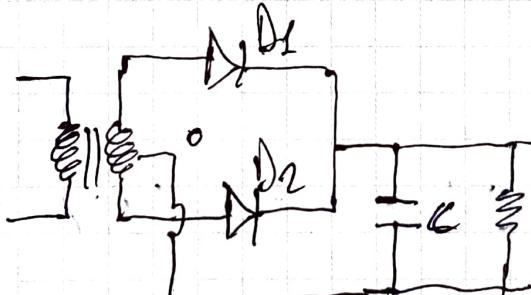
$$I_{\alpha eff} = \sqrt{I_{eff}^2 - I_{DC}^2} = I_{DC} \sqrt{\frac{I_{eff}^2}{I_{DC}^2} - 1}$$

$$I_{eff} = \frac{Im}{\sqrt{2}} ; I_{DC} = \frac{2Im}{\pi} ; \delta = \frac{I_{\alpha eff}}{I_{DC}}$$

$$\delta = \sqrt{\left(\frac{Im^2}{2} \cdot \frac{\pi^2}{4Im^2} \right) - 1} = 0,483$$

• Güçse paralel kondansatör bağlanırsa δ yarısı iner.
frequans artar.

$$\delta = \frac{\Delta V}{V_{DC}}$$



V_y tı yarıyor male

f, 2 katına çıktı

$$\Delta V = \frac{V_{DC}}{4fCR_y}$$

$$V_m - V_0 = V_{DC} + \Delta V$$

$$V_{DC} = \frac{(V_m - V_0) 4fCR_y}{1 + 4fCR_y}$$



26 Nisan / 11. Hafta - 2. Ders

MAYIS / MAY
CUMA / FRIDAY

H	P	S	C	P	C	Ct	Pz
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				

DİANEKİ; DC geri deger SW ve dalgalılık katısı %10 olurken orta gerilm degerin SV olur. Bir gerilm kaynagi yepnok ozere koprug dalgaturuu kollanıñızda 15 Henry. 50 Hz lik frekans degerinde ve 0,6 V lik dalgat gerilmimende koprug degrativede kollanıñızda olur C ve R degeri ile birlikte traferin secender gerilmimin efektif degerini hesaplayınız.

$$P_{DC} = V_{DC} I_{DC} \Rightarrow S = S I_{DC} \Rightarrow I_{DC} = 1A.$$

$$R_y = \frac{V_{DC}}{I_{DC}} = \frac{S}{I} = S \Omega.$$

$$\delta = \frac{\Delta V}{V_{DC}} = \frac{1}{4fCR_y} \Rightarrow 0,1 = \frac{1}{4 \cdot 50 \cdot C \cdot S}$$

$$C = 0,01F$$

$$\delta = \frac{\Delta V}{V_{DC}} \Rightarrow \Delta V = 0,1 \cdot S \Rightarrow \boxed{\Delta V = 0,5V}$$

$$\left. \begin{array}{l} V_{DC} + \Delta V = V_m - 2V_D \\ S + 0,5 = V_m - 2 \times 0,6 \\ \boxed{V_m = 6,7V} \end{array} \right\} V_{SEFF} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

$$\boxed{V_{SEFF} = 4,738V}$$



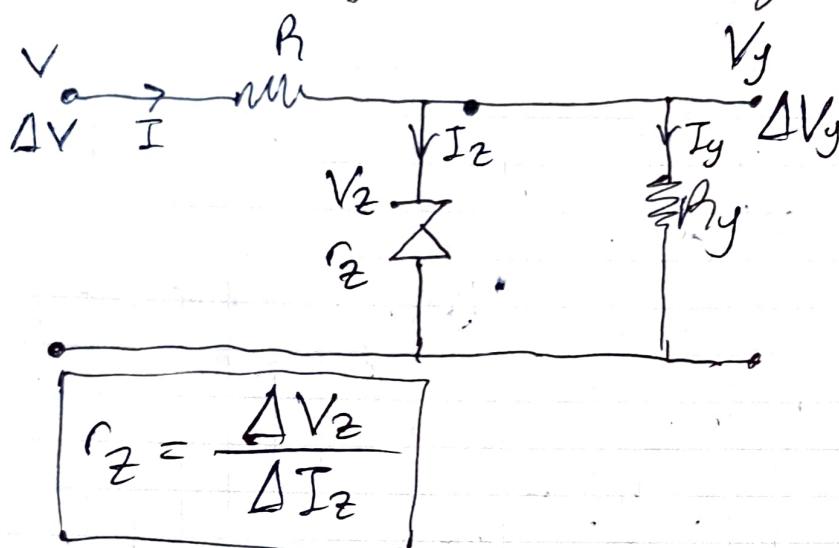
H	P	S	G	P	C	C	Pz
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				

27

MAYIS / MAY
CUMARTESİ / SATURDAY

Gerilm Begâsyanı

② Zener Diyot ile Regulyasyon



$\Delta V_y \rightarrow 0$ olurken
DC bilesen ortası

Zener diyotlarda gerilm belirleme
bulgesinde akım ile çok fazla degr. N.
Belirleme bulgesindeki akım gerilm 1. katsılarından
 r_z elde edilir. Bu bulgede çalışma olabilmesi
için Zener akımının I_{Zmm} gibi bir degerden
büyük olması gereklidir. Aynı zamanda zener diyotta
harcanan toplam bağlı olan I_{Zmax} gibi
bir degerle sınırlanmalıdır.

$$I_{Zmm} < I_z < I_{Zmax}$$

R'ın sırası akım akımı; $I = I_z + I_y$

28

MAYIS / MAY
PAZAR / SUNDAY



29

MAYIS / MAY
PAZARTESİ / MONDAY

H	P	S	C	P	C	C	Pz
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				

R_y sərmodələrənən olur; $I_y = \frac{V_y}{R_y}$

Dəyərləşmə: $I_{mm} = I_y + I_{z,mm}$
 $I_{max} = I_y + I_{z,max}$

R dərinliyi sətə rəhen Vəris gerilimini max min!

$$V_{mm} < V < V_{max}$$

$$V_{mm} = V_z + R I_{mm}$$

$$V_{max} = V_z + R I_{max}$$

Dərinliyin Regulasiya
Aralığı

* V sətə → $I_{y,mm} = I - I_{z,mm}$

$$I_{y,max} = I - I_{z,max}$$

$$\frac{V_z}{I_{y,mm}} > R_y > \frac{V_z}{I_{y,max}}$$

* Eger gerilim gerilimində ΔV deyilərənən isət vəsət, bu durumda ΔV_y deyilərənən oralığı,

$$\Delta V_y = \frac{r_z}{R_y + r_z} \Delta V$$

($r_z \ll R_y$ bərabərildi)

Σ : Dəqiqlik səhifəsi dələqəklilik katsayıısı

δ_y : Regulator



$$\delta y = \frac{\Delta V_y}{V_z} = \frac{r_z}{R+r_z} \cdot \frac{\Delta V}{V_z}$$

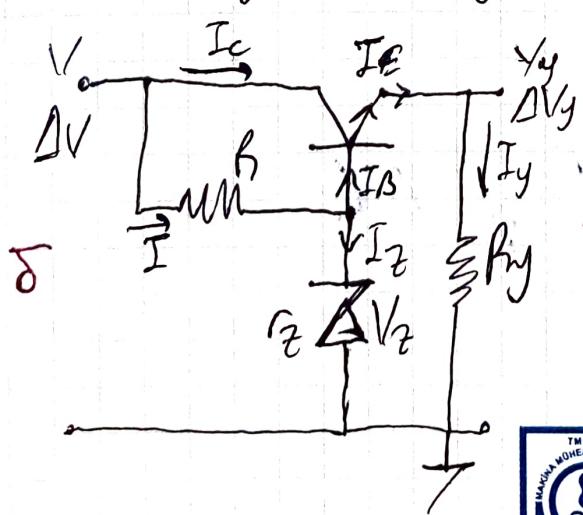
$$\delta y = \frac{r_z}{R+r_z} \cdot \frac{V}{V_z} \cdot \delta$$

$$\frac{\delta y}{\delta} = \frac{r_z}{R+r_z} \cdot \frac{V}{V_z}$$

Dogrulukta ailesi DC gerilim

② Transistorlu - Zener diyotlu Regulyasyon devresi

Sadece zener diyotlu regulyasyon devresinde bir yok dün deşifre oradığı için gerilim sorunları mevcut. Bu deşifre oradığının genetikleştirilmesi ve gerilimin stabil hale getirilebilmesi için zener diyote birlikte transistor kullanılır. Bu durumda yok dün deşifre oradığı h_{FE} kadar genetikleştirilir.



$$I_E = I_C + I_B = (1 + h_{FE}) I_B$$

$$I_E = I_y \approx h_{FE} I_B$$

$$\Rightarrow I_B \approx \frac{I_y}{h_{FE}}$$

$$I = I_B + I_Z \Rightarrow I = \frac{I_y}{h_{FE}} + I_Z$$

Orta $h_{FE} = 300 \text{ N}1000$ arası olsun



31

MAYIS / MAY
ÇARŞAMBA / WEDNESDAY

H	P	S	Ç	P	C	C	Pz
18	1	2	3	4	5	6	7
19	8	9	10	11	12	13	14
20	15	16	17	18	19	20	21
21	22	23	24	25	26	27	28
22	29	30	31				

Sistemin Galisması, Vdm

$$\boxed{V - \Delta V > V_y * V_{CESAT}}$$

V_{mm}

$$\Delta V \ll V \Rightarrow I = \frac{V - V_z}{R} = I_B + I_Z$$

$$\Rightarrow I = \frac{I_{Ymax}}{h_{FE}} + I_{Zmm}.$$

$$\boxed{I_{Ymax} = h_{FE} (I - I_{Zmm})}$$

Sadece Zener diyotüde ($I_{Ymax} = I - I_{Zmm}$)

Degisken isaretler ortasindan disonoldugunda emiter cikisli devrede yolsuzluklar olusur. degisken gerilmis tonum zisfonun basinda olusur degisken gerilme yolu basik olarak orta olur.

$$\boxed{\Delta V_g \approx \Delta V_B = \frac{r_z}{r_z + R} \Delta V}$$



H	P	S	Ç	P	C	C	Pz
22		1	2	3	4		
23	5	6	7	8	9	10	11
24	12	13	14	15	16	17	18
25	19	20	21	22	23	24	25
26	26	27	28	29	30		

1

HAZİRAN / JUNE
PERŞEMBE / THURSDAY

$$\delta y = \frac{\Delta V_y}{V_y} = \frac{r_2}{R+r_2} \cdot \frac{\Delta V}{V_y}$$

$$\frac{\delta y}{\delta} = \frac{r_2}{R+r_2} \cdot \frac{V}{V_y}$$

Örneklikle yolla doğrultu en çokunda DC gerilim 15V ve doğruluk katsayı %10'dur. GV akış gerilim (Vz) ve 50mA akış olumlu sadece zener diyoden kullanıldığı bir regülator devresi ~~çarpanımlı~~ istenir. $I_{zmn} = 5mA$, $I_{zmax} = 50mA$ için 80Ω istenirken kullanıldığıinde (gross istenir) V_{mn} ve V_{max} değerlerini hesaplayınız? Zener diyoden direnç 5Ω için regülator akış doğruluk katsayısi ~~kaç~~?

$$V = 15V$$

$$\delta = \% 10$$

$$V_y = 9V$$

$$I_y = 50mA$$

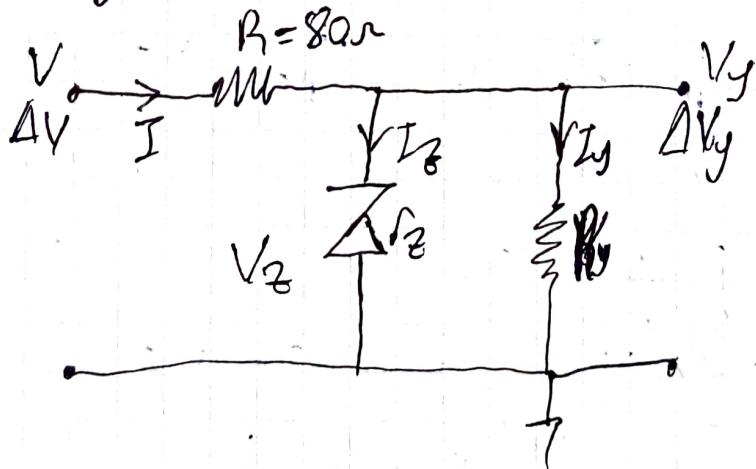
$$I_{zmn} = 5mA$$

$$I_{zmax} = 50mA$$

$$R = 80\Omega$$

$$V_{mn}, V_{max} = ?$$

$$r_2 = 5\Omega \rightarrow \delta y = ?$$



2

HAZIRAN / JUNE
CUMA / FRIDAY%10 der %1'e obesnos
↓
%0,98

H	P	S	C	P	G	C	P
22			1	2	3	4	
23	5	6	7	8	9	10	11
24	12	13	14	15	16	17	18
25	19	20	21	22	23	24	25
26	26	27	28	29	30		

$$V - V_2 = IR$$

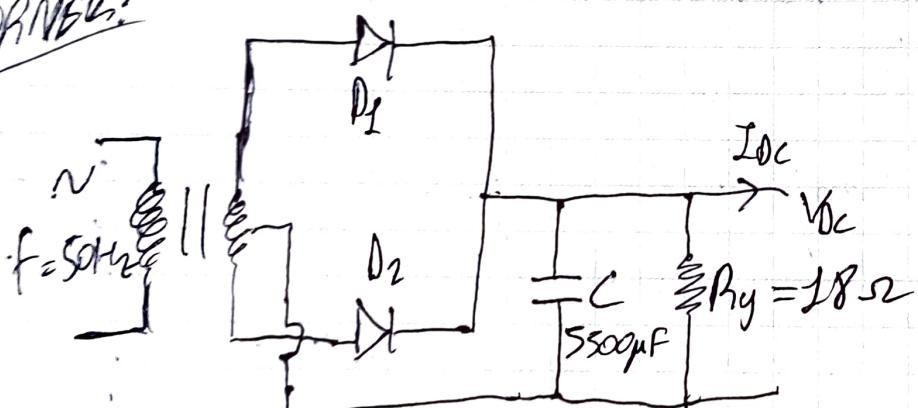
$$I_{max} = I_y + I_{z_{max}} = 50mA + 50mA = 100mA$$

$$I_{min} = I_y + I_{z_{min}} = 50mA + 5mA = 55mA$$

$$V_{nm} = V_2 + R I_{nm} = 9 + 80 \cdot 55 \cdot 10^{-3} = 13,6V$$

$$V_{max} = V_2 + R I_{max} = 9 + 80 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 17V$$

$$\delta y = \frac{R_2}{R_{PTZ}} \cdot \frac{\Delta V}{V} \cdot \frac{V}{V_2} = \frac{5}{85} \cdot \frac{10}{900} \cdot \frac{15}{9} = 0,0088 \\ = \% 0,98$$

ÖRNEK:

hesabla, $C = ?$

H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
22.		1	2	3	4		
23.	5	6	7	8	9	10	11
24.	12	13	14	15	16	17	18
25.	19	20	21	22	23	24	25
26.	26	27	28	29	30		

3

HAZİRAN / JUNE
CUMARTESİ / SATURDAY

$$\delta = \frac{1}{4fCRy} \Rightarrow C = \frac{1}{4f\delta Ry} = \frac{1}{4,50,0,05 \times 18}$$

$$C = 5,5 \times 10^{-3} F$$

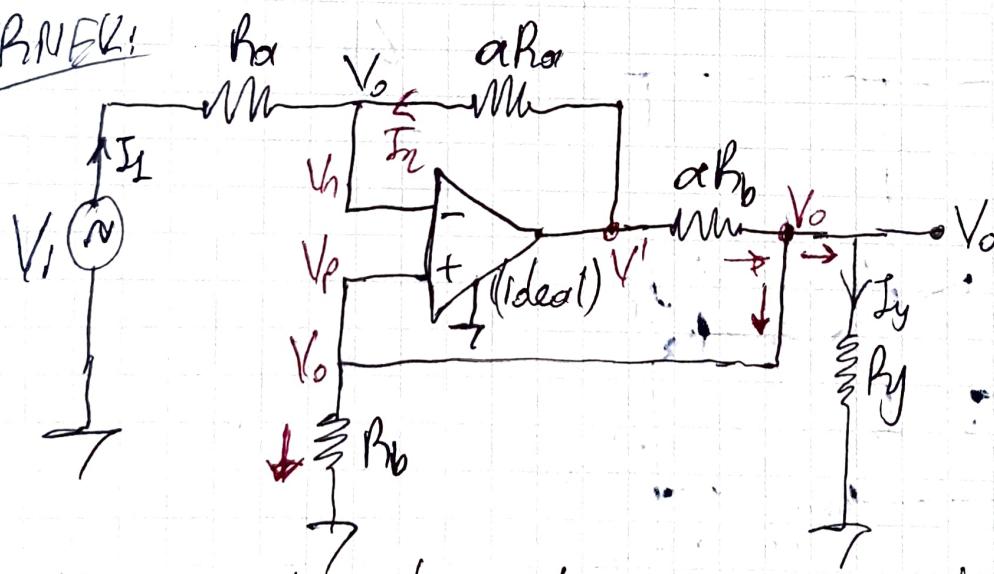
$$\delta = \frac{\Delta V}{V_{DC}} \Rightarrow \Delta V = 0,05 \times 8 = 0,45 V$$

$$V_{S,C} + \Delta V = V_m - V_D$$

$$V_m = 9 + 0,45 + 1 = 10,45 V$$

$$V_{S,eff} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 7,4 V$$

ÖRNEK:



4

HAZİRAN / JUNE
PAZAR / SUNDAY

Yok özermenden okan okumı ıgnis gerilimcişinde
ifadesini sıktırınız?



5

 $\alpha R_a \rightarrow$ germe C kay

H	P	S	Ç	P	C	Cf	Pz
22				1	2	3	4
23	5	6	7	8	9	10	11
24	12	13	14	15	16	17	18
25	19	20	21	22	23	24	25
26	26	27	28	29	30		

HAZİRAN / JUNE
PAZARTESİ / MONDAY

• $I_1 + I_2 = 0$; $I_1 = -I_2$

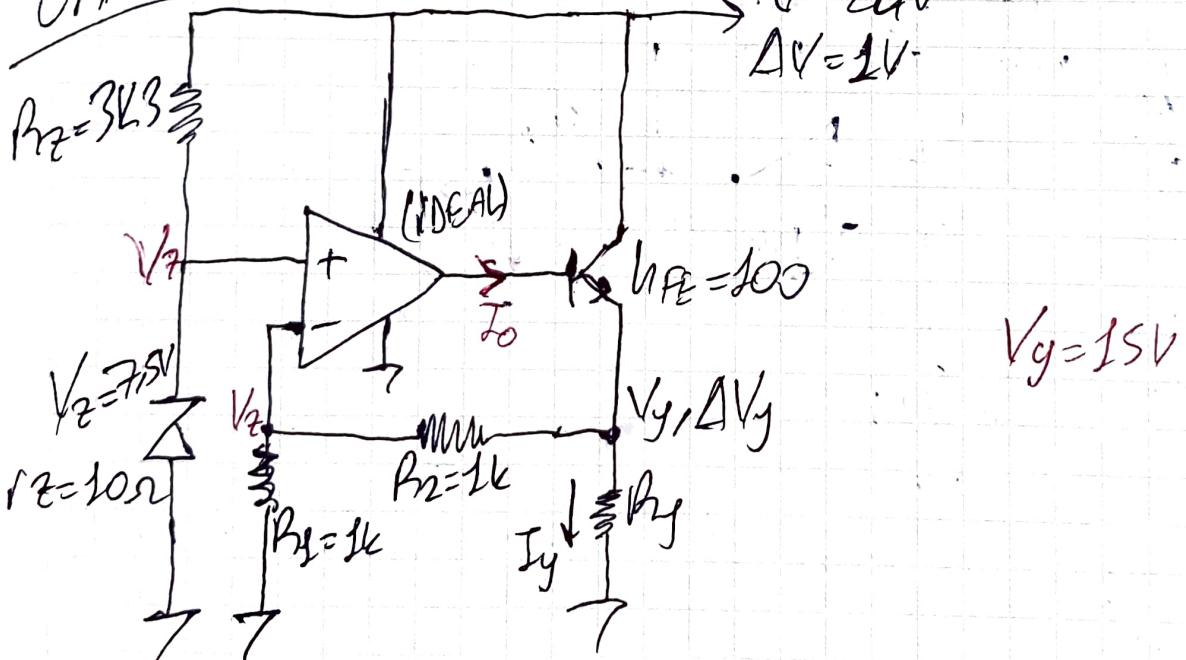
$$\frac{V_1 - V_o}{R_a} = -\frac{V' - V_o}{\alpha \cdot R_a}$$

$$V' = -[(V_1 - V_o)\alpha - V_o]$$

• $\frac{V - V_o}{\alpha R_b} - \frac{V_o}{R_b} - I_y = 0$

$$I_y = -\frac{V_1}{R_b}$$

ÖRNEK:



H	P	S	C	P	C	Ct	Pz
22			1	2	3	4	
23	5	6	7	8	9	10	11
24	12	13	14	15	16	17	18
25	19	20	21	22	23	24	25
26	26	27	28	29	30		

V_E Ic → solo net durumunda

6

HAZİRAN / JUNE
SALI / TUESDAY

a) V_y gerilim deformasi ve regülatörün doğruluk kriteri
seçimi = ?

b) $I_o = 15 \text{ mA}$, fakat yine dirençin deformasi ve solo net durumunda transferinde hizasını $\max_{\text{g}} \sigma$ hesapleyin

$$(V_y = 15V, \delta = 0,06, P_y = 102, P_{\max} = 13,5W)$$

Case Kurvetlendiricileri

Verm \rightarrow kurvetlendiriciler

Gerilim kurvetlendiricisi gerilimi, akım kurvetlendiricisi akımı kurvetlendirici gibi genel kurvetlendiricilerde genel kurvetlendiricilerdir. Kapasitelerde genel bir kismindan genel olarak genel bir boyutun boyutu, genel olarak genel boyutlar gerilim kurvetlendiricilerde gerilim kurvetlendiricilerde genel boyutlar faktortur. Bu genel deprem ihmal edilebilirlik kriterleri

P_y : Yine depremlerde genel

P_{dc} : Kaynak depremde genel

$$\frac{P}{P_{dc}} = \frac{P_y}{P_{dc}}$$

Verm



7

HAZİRAN / JUNE
ÇARŞAMBA / WEDNESDAY

H	P	S	C	P	C	C	Pz
22				1	2	3	4
23	5	6	7	8	9	10	11
24	12	13	14	15	16	17	18
25	19	20	21	22	23	24	25
26	26	27	28	29	30		

Güç konvektif mənşənin vəmisi dərin lədən
karəkтор. Bir nənə redər yoxla oktaibən gecə
karşılık verredekədə harcanan bor gecən
olmasıdır. Bu harcanan gecə te işi şəhərdə
ətrafı qıskar. Eger dərinlik vəmisi fələsefəsi
bu dəniz dərinlik səqəvəndə sərvətini
əlavədipinin göstergəsidir.

P_T : Dərinlik harcanan gecə

$$P_T = P_{DC} - P_g$$

$$\star n = \frac{P_g}{P_T + P_g}$$

$$P_T = P_g \left(\frac{1-n}{n} \right)$$

Dərinlik harcanan gecənənə olmasğı vəmim 1'ə
yaxın olmasıyla sılgılsılsıdır.

\star Güç konvektiv mənşələri Pəredəri:

a) Gərisi Vəzi: Uzun kuyruklu dərneler

b) Sorocu Vəzi: Gərilmə seviyesi (elevation) Alem



H	P	S	G	P	C	C	Pz
22			1	2	3	4	
23	5	6	7	8	9	10	11
24	12	13	14	15	16	17	18
25	19	20	21	22	23	24	25
26	26	27	28	29	30		

Mosk ova 1cm Colum ve E
olum degerler saglanti sorunda

8

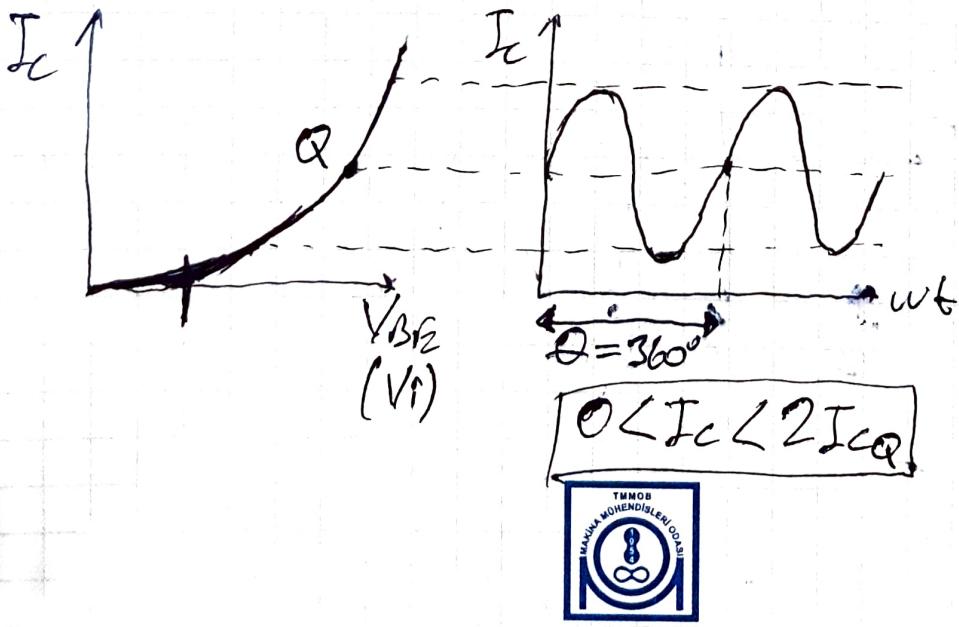
HAZIRAN / JUNE
PERŞEMBE / THURSDAY

Glik saglaysarak gerilim sevigesini ve olum
elde etme macyla kullanılır.

c) Glik Volti: Yüke baglanan olum vb. (positif elem vb.)

* Glik Uzunluklari Sınıfları (Glik Tipleri);

a) A Sınıfı Glik: Carrı yönetmen hem pozitif hem
negatif alternansında konveksitme yapılır ve yüke
esetle dökerilir. Glik üzerinde distorsiyon adı verilen
bozulma olusur. Yüke dökerilen mosk glik saglamak
için bu tip gliklerin tıränzistorun simetrik
karşılıklı koşulunun sağlandığı deyelerin elde
edilmesi gereklidir. Alumin esaslığı 360° dir. Aktif
elemanın tıränzstor olması durumunda kollektor olum
ile devrenin gressi olan V_{BE} ile ilgili



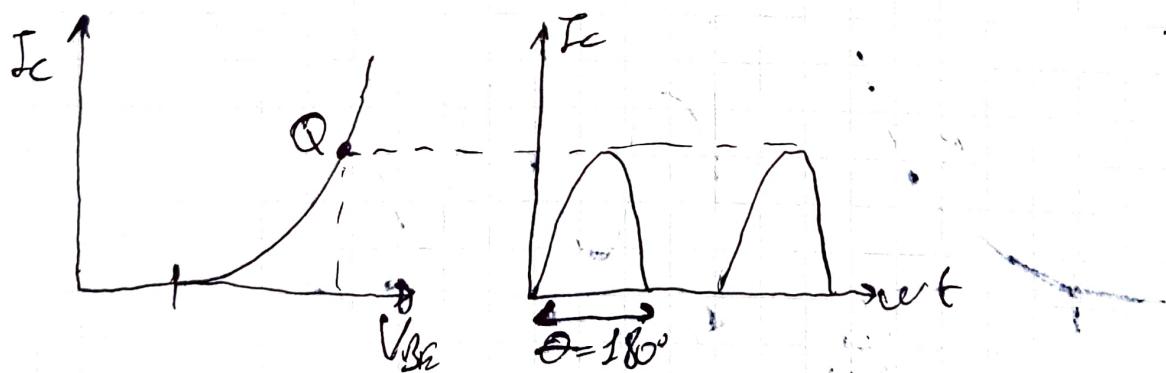
9

Aşağıda distortyon dolu formlar
B sınıfı (push-pull) kuvvetlendiricilerdir

HAZİRAN / JUNE
CUMA / FRIDAY

H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
22				1	2	3	4
23	5	6	7	8	9	10	11
24	12	13	14	15	16	17	18
25	19	20	21	22	23	24	25
26	26	27	28	29	30		

b) B sınıfı: Giriş işaretinin tek bir alternansında kuvvetlendirme yapılır ve gerekse akarılır. Bu nedenle fazmın çıkışlığı 180° dir. Tek bir alternansta yine gerekse akarılıdırlar için çıkış işaretinin çıkış işaretine benzerdir. Çıkış işaretinde distortyon meydana gelir. Her iki alternansta da yine gerekse akarılılık isteniyorsa bu durum iki tane B sınıfı gerekse kuvvetlendiricisi kullanılarak sağlanır. Bu tip kuvvetlendiricilere push-pull kuvvetlendiriciler adı verilir. Transistorlu push-pull kuvvetlendiriciler ve esnek transistörler push-pull kuvvetlendiriciler olmak üzere iki çeşittedir.



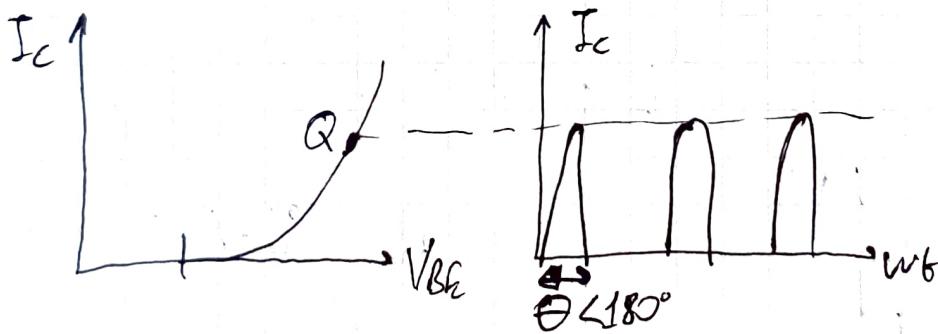
H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
22		1	2	3	4		
23	5	6	7	8	9	10	11
24	12	13	14	15	16	17	18
25	19	20	21	22	23	24	25
26	26	27	28	29	30		

20

HAZİRAN / JUNE
SAU / TUESDAY

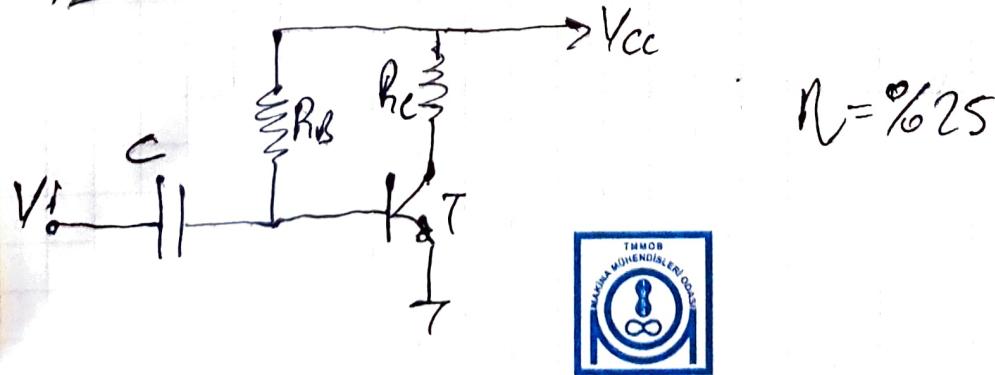
c) AB sınıfı Galisyon: Akım akış açısı 180° ile 360° arasındadır. B sınıfındaki distorsyon ortadan kaldırılmıştır ancak AB sınıfı basit olmamaktır. Sistemde galisyon durumda devreden olduğunda akım akuttur. Bu akın akından dolayı verim B sınıfı ne gide daha düşükler.

d) C sınıfı Galisyon: Akım akış açısı 180° den büyükler. Verimde diğer tiplerle nazaran daha fazladır. Bu tip uygulamada hem yoke akımları giden hem de verim yoksula olmasız çok önemlidir (Kutuplara STKNTF)



* A SINIFI GÖR KURVETLENDİRİCİSİ

a) Direnç yolu A sınıfı (i. k.)

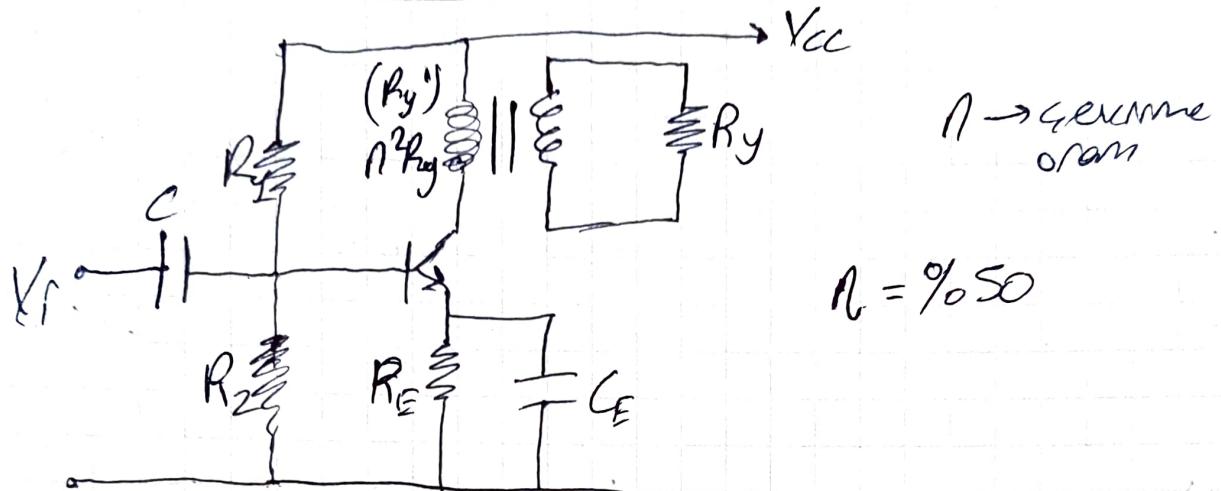


21

HAZİRAN / JUNE
ÇARŞAMBA / WEDNESDAY

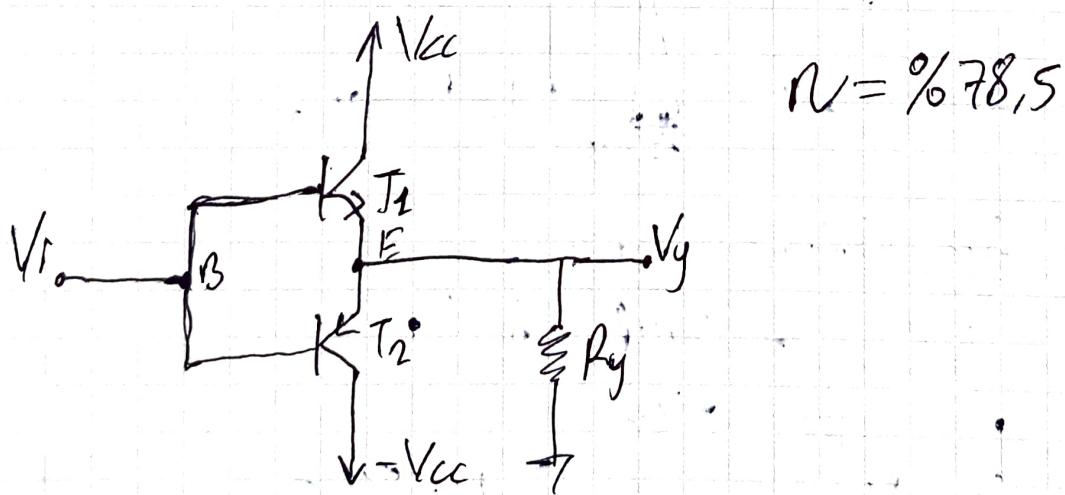
H	P	S	G	P	C	C1	P2
22				1	2	3	4
23	5	6	7	8	9	10	11
24	12	13	14	15	16	17	18
25	19	20	21	22	23	24	25
26	25	27	28	29	30		

b) Trafolu A Sınıfı Gıçık Kuruş.



Transistor ile yükte doğrudan olumsuz kaynaklı gıcıçın harcaması engellenene bili. Gıçık beslenen gerilmə kaynagı deqeme həqiqi olmaktan əlikorılıdır.

* Eşkenar Transistorlu B Sınıfı Push-Pull Gıçık.



H	P	S	C	P	C	C	Pz
22			1	2	3	4	
23	5	6	7	8	9	10	11
24	12	13	14	15	16	17	18
25	19	20	21	22	23	24	25
26	26	27	28	29	30		

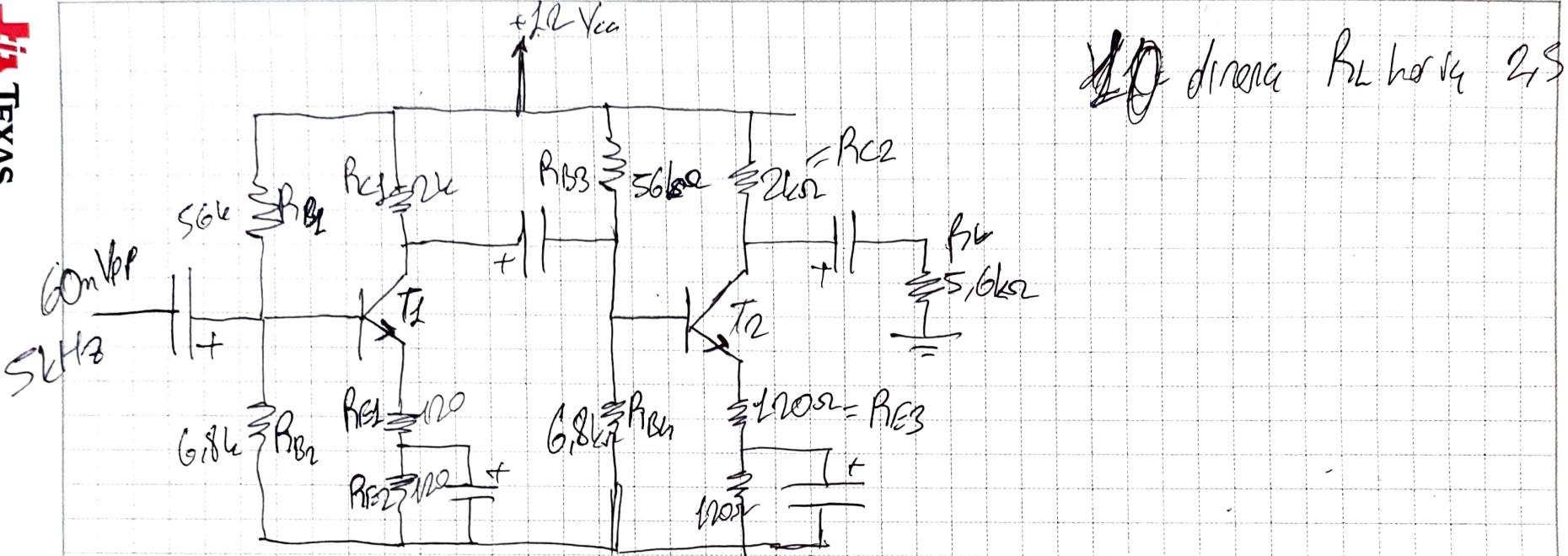
22

HAZİRAN / JUNE
PERŞEMBE / THURSDAY

Devre A11 kaynakla beslenir. Sıktır net durumunda E noltası gerilim sıfırdır ve T1 ve T2 kesmelerdir. Tranzistorlardan akım akımaç ve giriş gerilimi sıfır olur. Giriş işareti uygulandığında ise T1 pozitif alternansta T2 ise negatif alternansta akımda olur. Buza, Emisyonu göre pozitif olunca T1 ; negatif olunca T2 iletme geçer. T1 iletmedeğiken akım yokken aşağı doğru hareket eder. T2 iletmedeğiken yokken yukarı doğru olur. Giriş dalga geldi gizse benzer (distorsyon bir nebzede ortadan kaldırılmıştır).



10 dioda RL hor 2S



- Basic Electronics For Scientists / fifth edition / James J. Brophy
- End Electronics / Harun Bayram
- 11.12.1986 tarih ve 19308 soyisli Resmi Gazzete

Subject :

Date :

Participants :

DK Andor

$$V_B = \left(\frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} \right) V_{cc}$$

$$V_B = \frac{6,8k}{56k + 6,8k} \cdot 12 = 1,3V$$

$$V_E = V_B - 0,7 = 0,6V$$

$$I_E = V_E / R_E = 0,6V / 2k\Omega = 25mA$$

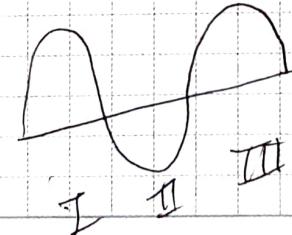
$$V_{RE} = I_C * R_C \Rightarrow 25mA * 2k\Omega = 5V$$

$$I_E \approx I_C$$

$$V_{CE} = V_{cc} - (V_E + V_{RE}) = 12 - 5,6 = 6,4V$$

$$I_{CSAT} = V_{cc} / (R_E + R_C)$$

$$= 12V / 22k\Omega = 556mA$$

AC Andor

$$AV_2 = 11,31$$

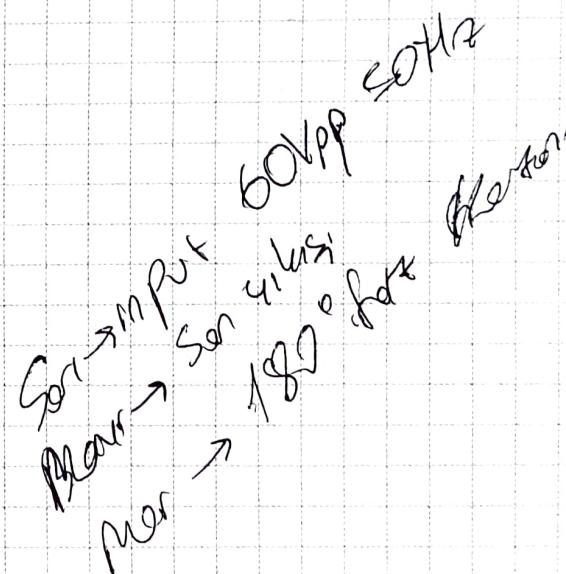
$$AV_1 = 20,58$$

$$AV_{tot} = AV_1 * AV_2 = 117,6$$

$$V_{out} = AV_{tot} * V_m = 117,6 * 60mV_p = 7,03V_p$$

$$Z_m = 6,2k\Omega$$

$$R_{mB} = \beta_{ac} (R_{ej} + R_{EB}) = 13k\Omega$$



TEXAS
INSTRUMENTS
Authorized Distributor

www.arroweurope.com



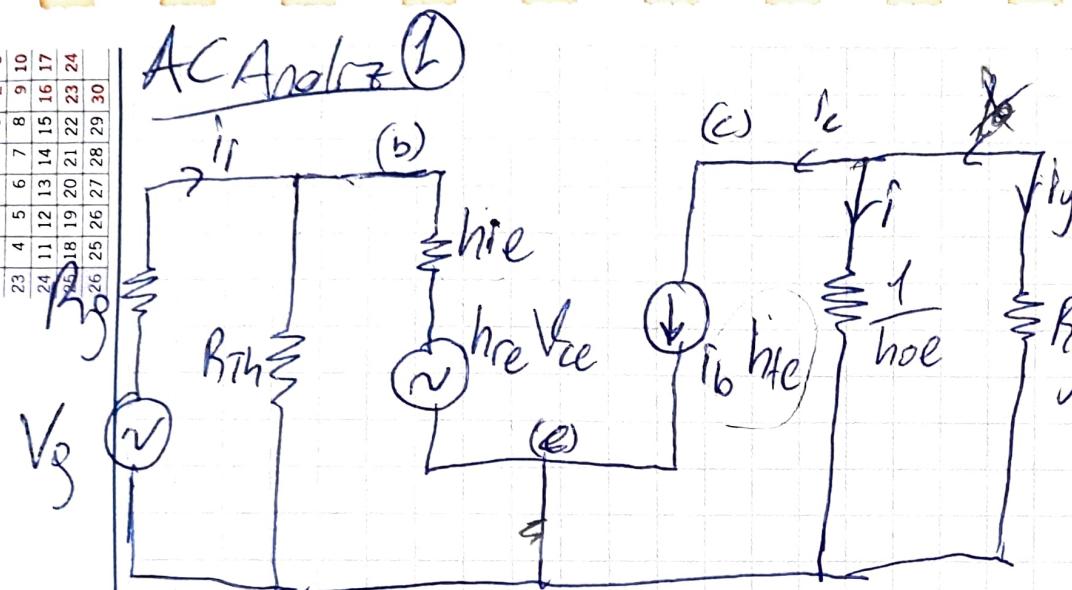
ARROW ELECTRONICS

27

HAZİRAN
JUNE
ÇARŞAMBA
WEDNESDAY

HAZİRAN 2012

HAZİRAN 2012



$$Ry'' \left(R_{\text{C}} \parallel R_y \parallel \frac{1}{h_{\text{oe}}} \right)$$

$$i_o = Ry'' i_e = -R_y h_{\text{fe}} i_b$$

$$V_o = R_y \left(h_{\text{fe}} i_b + \frac{V_o}{1/h_{\text{oe}}} \right)$$

$$V_o = \frac{R_y h_{\text{fe}} i_b}{(1 - h_{\text{oe}})}$$

$$V_T = h_{\text{fe}} i_b + h_{\text{re}} V_{\text{ce}}$$

$$I_o = h_{\text{fe}} I_b + i = h_{\text{fe}} i_b + \frac{V_o}{1/h_{\text{oe}}} = h_{\text{fe}} i_b + h_{\text{oe}} V_o + R_E i_b$$

$$I_o = h_{\text{fe}} I_b - h_{\text{oe}} i_o R_y' \quad (V_o = -I_o R_y')$$

$$I_o (1 + h_{\text{oe}} R_y') = h_{\text{fe}} i_b \quad (i_b = i_i)$$

$$K_I = \frac{i_o}{i_i} = \frac{h_{\text{fe}}}{1 + h_{\text{oe}} R_y'}$$

$$I_o (1 + h_{\text{oe}} R_y') = (h_{\text{fe}} + R_E) i_b$$

$$\frac{-V_o}{R_y'} (1 + h_{\text{oe}} R_y') = (h_{\text{fe}} + R_E) i_b$$

$$R_y' = 12k$$

$$R_E = 23.7k$$

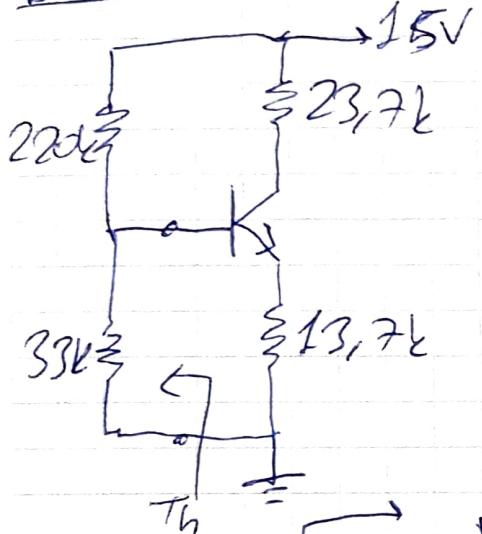


~~$$R_y \Rightarrow 286.85, 65217$$

$$23.7 \quad 10$$

$$R_y' \Rightarrow 7032, 64095$$~~

352,69 56522

DC Analiz

$$h_{FE} = 260 \quad V_{BE} = 0,6V$$

$$I_c = h_{FE} \frac{V_{Th} - V_{BE}}{R_{Th} + (1+h_{FE}) R_E}$$

$$V_{Th} = \frac{R_2}{R_1+R_2} V_{CC} = 1,055V$$

$$R_{Th} = 28695,65 \Omega$$

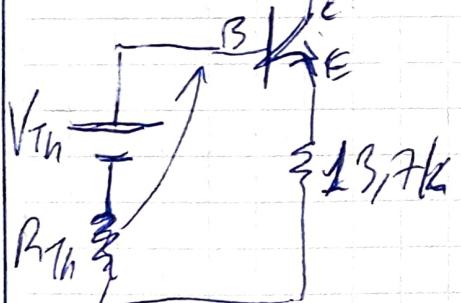
$$I_c = 0,0108 A = 1,038 \times 10^{-3} A$$

$$V_{CE} = -23,8758 V$$

$$V_{CE} = -9,61688 V$$

$$V_{Th} = V_{BE} + h_{fe} R_{Th} + (1+h_{fe}) R_E I_c$$

$$V_{CC} = I_c R_C + V_{CE} + (1+h_{fe}) \frac{h_{fe}}{R_E} I_c$$



$$SI = \left. \frac{\partial I_c}{\partial I_{CB0}} \right|_0 = 0$$

$$SI_H = \left. \frac{\partial I_c}{\partial h_{FE}} \right|_0 =$$

$$SV = \left. \frac{\partial I_c}{\partial V_{BE}} \right|_0 = \frac{h_{FE}}{R_{Th} + (1+h_{FE}) R_E}$$

$$SV = \frac{-260}{28695,65 + (260 \cdot 13,7k)}$$

$$\frac{I_c + I_B}{I_c + I_B + I_B(h_{FE}+1)} = -7,2134$$



26

HAZİRAN
SALI
JUNE

TUESDAY