

Q Point = (I_0, V_0)

- $V_s > 0 \rightarrow$ Diode on $\rightarrow$ SE $\rightarrow$, Battery V_{Knee}
- $V_s > V_{Knee}$ if knee
- $V_s < 0 \rightarrow$ Diode off $\rightarrow$ OC $\rightarrow$, OC $\rightarrow$
- $V_s < V_{Knee}$ if knee

$V_D = 0$ if short
there is I_D

$I_D = 0$ if open
 V_D by KVL

Knee & ideal $\rightarrow$ 1:1

$V_s \geq V_{th}$ $\rightarrow$ if $(V_s \geq 10 \times V_{Knee})$ then (ideal) $\rightarrow$ knee
0.7 Si
0.3 Ge

if $(V_s < 10 \times V_{Knee})$ then (Knee)
0.7 Si
0.3 Ge

Positive $V_D(t) = I_s \left(e^{\frac{V_D(t)}{\eta V_T}} \right)$
 10^{-12} 10^{-14} η $25.69 = \frac{T}{11600}$
 1 if large Si, Ge
 2 if small Si

Negative $V_D(t) = -I_s$
 10^{-12}
 10^{-14}

Hole = $\bar{p}$

In Diode forward PN

Clipping

IDed

$$\equiv \left[\begin{array}{l} \text{on: } ID > 0 \\ \text{off: } VD < 0 \\ \text{وجيب اباقي عايب} \\ \hline \text{Knee} \\ \text{on: } ID > 0 \\ \text{off: } VD < \frac{0.7}{0.3} \end{array} \right]$$

وجيب اباقي عايب

ويرة V_o

Clamping

$$V_c(0^+) = V_c(0^-) = 0$$

جيب ان V_c بار KVL بعد اولى مرحلة

تحت الهمزة لا يتبدل $Charge$ و dis

$$\downarrow$$

$$in \ 5C = 5R_{eq} C$$

$$V_p < 0 \rightarrow \text{off}$$

$$V_o > 0 \rightarrow \text{on}$$

وجيب ان V_o عايب اركه وبت

بعد كل case $0 = t$

$$t_1 = t$$

$$t < t < t_2$$

$$t_2 = t$$

بقوة كذا V_c

$$V_i \text{ (1) } V_i \text{ (2) } V_i \text{ (3) } V_o \text{ (4) } V_o \text{ (5)}$$

$$V_o \text{ (6)}$$

$$V_i \text{ (7)}$$

$$V_o \text{ (8)}$$

$$V_o \text{ (9)}$$

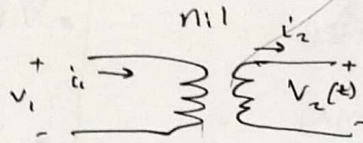
بتبعه مدار كذا عشان اتمنى عايبه

Transformer

$$V_2(t) = \frac{1}{n} V_1(t)$$

$$i_2(t) = n i_1(t)$$

$$n = \frac{N_1}{N_2}$$



V_{th} independent sources

$$b = V_o$$

I independent o.c

V independent s.c

$$R_{th} = \frac{V_o}{I_o}$$

Rectifier

average $\equiv$ mean $\equiv$ DC

half-wave:

$$V_{o,av} = \frac{V_m}{\pi}$$

$$I_{FM} = i_D(t), av = \frac{V_m}{\pi R_L}$$

$$PIV = V_{RM} = -V_m$$

Peak inverse voltage

اگر چه بجای الایف دیوس ما قبل ابرایه دادنه
to prove Diode off

Full-wave:

① Center-tapped ($\frac{1}{2}$ secondary)

$$V_A = -V_B$$

$$V_A = \frac{1}{n} V_s$$

$$V_B = \frac{1}{n} V_s$$

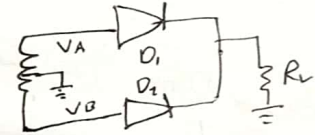
$$V_{o,av} = \frac{2V_m}{\pi}$$

$$PIV = -2V_m$$

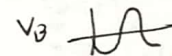
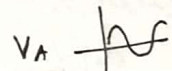
$$i_{o,av} = I_{FM} = \frac{2V_m}{\pi R_L}$$

$$T = \frac{1}{2} T_o$$

$$f = 2f_o$$



$V_A = -V_B$ magnitude
o.c الایف دیوس
180 out of phase
در جهت مخالف گاه گاه



② Bridge full-wave

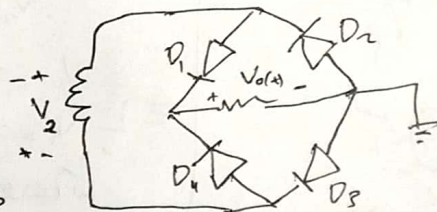
$$V_{o,av} = \frac{2V_m}{\pi}$$

$$PIV = -V_m$$

$$i_{o,av} = I_{FM} = \frac{2V_m}{\pi R_L}$$

$$T = \frac{1}{2} T_o$$

$$f = 2f_o$$



Filter

$V_i > V_c \rightarrow$ charging Diode on

$V_i < V_c \rightarrow$ discharging Diode off

• $RMS = \frac{V_{Lr, P-P}}{2\sqrt{3}}$
ripple voltage

• $r = \frac{V_{Lr, P-P}}{V_{L, d.c.}} \times 100\%$
ripple factor
نسبة التذبذب
نسبة التذبذب

• $V_{L, d.c.} = V_m - \frac{1}{2} V_{Lr, P-P}$
 $V_{L, d.c.}$ value

• $V_{Lr, P-P} \Rightarrow$ if half-wave = $\frac{V_m}{f_0 RC}$
Peak to peak value

• if full-wave = $\frac{V_m}{2 f_0 RC}$

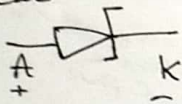
• $V_m = V_{rms} \times \sqrt{2}$
secondary

• $V_m = V_m - V_{D_s}$
for Rectifier
secondary
diode

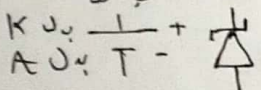
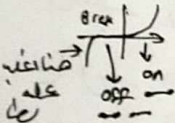
• $V_m = 2 \times 0.7 = 1.4$
then

Zener Diode

Deal



نقطة الانعكاس في الجهد
 فائدة
 يستعمل



كاشف

يعتبر

+ مع K
 - مع A

$I_Z (max) \Rightarrow I_Z \Rightarrow I_Z (min)$
لأقصى
(0)

R_L, V_S : لتعريف

أي V_m و R_m لتعريف
 $V_Z < V_S$ أو V_S تعريف

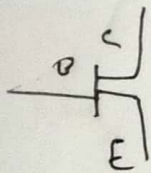
$\Rightarrow \begin{cases} \text{ع) عند القيمة الدنيا } V_Z \\ \text{ب) عند القيمة الدنيا } V_Z \\ \text{ع) نقطة } I_Z \text{ بالقيمة الدنيا} \end{cases}$

تنبؤ R_S و V_S القيمة الدنيا

• $\frac{V_S (min) - V_Z}{I_L (max) + I_Z (min)} > R_S > \frac{V_S (max) - V_Z}{I_L (min) + I_Z (max)}$

• $I_L (max) = \frac{V_Z}{R_L (min)}$, • $I_L (min) = \frac{V_Z}{R_L (max)}$

• $V_S > V_Z \rightarrow$ Break
 • $V_S < V_Z \rightarrow$ open



if

$E \rightarrow$: nPN (نقل من E إلى B)

$E \leftarrow$: PNP (نقل من E إلى B)

في حالة E، B، C إذا كانت E، B، C

forward:

In active region:

$$I_C = \alpha I_E$$

$$I_C = \beta I_B = \alpha I_E$$

$$I_E = I_C + I_B = (\beta + 1) I_B$$

$$\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha} ; \alpha = \frac{\beta}{\beta + 1}$$

for nPN $\rightarrow V_{BE} = 0.7 \text{ Volt (Si)}$

for pNP $\rightarrow V_{BE} = -0.7 \text{ Volt}$

نصف اعمدة الـ VCE في المنطقة النشطة

(*) to verify that BJT is active region

for nPN $V_{CE} > V_{CE, \text{sat}} = 0.2 \text{ Volt}$

PNP $V_{CE} < V_{CE, \text{sat}} = 0.2 \text{ Volt}$

In Saturation region:

for nPN $\rightarrow V_{CE} = V_{CE, \text{sat}} = 0.2 \text{ Volt}$
 $V_{BE} = 0.8 \text{ Volt}$

PNP $\rightarrow V_{CE} = V_{CE, \text{sat}} = 0.2 \text{ Volt}$
 $V_{BE} = -0.8 \text{ Volt}$

(*) to verify that BJT in saturation region

$$I_B(\text{min}) = \frac{I_{C, \text{sat}}}{\beta} \rightarrow \text{from } V_{CE, \text{sat}}$$

$I_B > I_B(\text{min}) \rightarrow \text{BJT in Saturation}$

$I_B < I_B(\text{min}) \rightarrow \text{BJT in active}$

Q Point: V_{CEQ}, I_{CQ}

نصف اعمدة الـ VCE في المنطقة النشطة

if nPN $E \rightarrow$

نصف اعمدة الـ VCE في المنطقة النشطة

نصف اعمدة الـ VCE في المنطقة النشطة

Reverse

نصف اعمدة الـ VCE في المنطقة النشطة

PNP

$E \leftarrow$

نصف اعمدة الـ VCE في المنطقة النشطة

Reverse

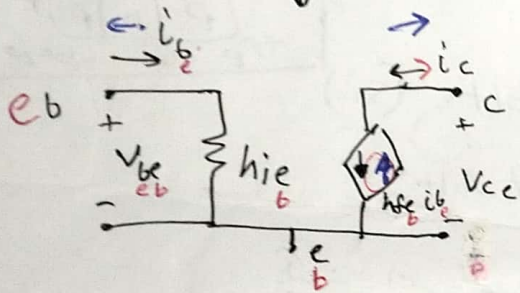
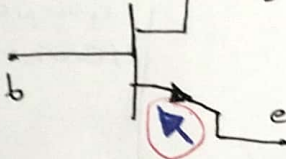
cut off:

$$I_c = I_b = I_e = 0$$

NPN
PNP

Collector
and
Emitter
and
Base

very
little
info
out



$$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}, \quad \alpha = \frac{\beta}{\beta+1}$$

$$I_c = h_{fe} I_b = \beta I_b \quad \text{like active}$$

$$h_{fe} = \beta$$

$$h_{ie} = \frac{V_T}{I_B} = \frac{\beta V_T}{I_C} = \frac{(\beta+1) V_T}{I_E}$$

$$I_c = h_{fb} I_e = \alpha I_e$$

$$h_{fb} = \alpha = \frac{\beta}{\beta+1} = \frac{h_{fe}}{h_{fe}+1}$$

$$h_{ib} = \frac{V_T}{I_E} \Rightarrow h_{ie} = (\beta+1) h_{ib}$$

$$h_{ie} = (h_{fe} + 1) h_{ib}$$

$$V_T = 25.69 \text{ mV}$$

نشان بده که
در این مدار بیرون
از خروجی
بسیار کم است
(نشان بده)

* β : DC gain
base, h_{ie}
base, h_{ib}

$$i_f(h_{ie}) \rightarrow AC$$

$$\text{else} \rightarrow DC \rightarrow (h_{ie}) \rightarrow AC$$

1) - (V)

h_{ie} given

DC

AC → set to zero

Input, V_i
Output, V_o

h_{ie}

by I_E if base then $h_{ib} = \frac{V_T}{I_E}$
by I_B o.w then $h_{ie} = \frac{V_T}{I_B}$

DC AC

go to AC

DC AC

AC

DC → set to zero

then convert transistor to



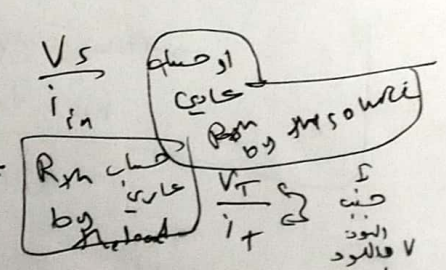
then solve the question

Voltage gain = $A_v = \frac{V_o}{V_i}$

Current gain = $A_i = \frac{I_o}{I_{in}}$

input impedance = $Z_i = \frac{V_i}{I_{in}}$

output impedance = $Z_o =$



* Base eq Curcitor

بجای دینا در پایه

نقصانها، نهج B

باز

B

اگر ما $(1+h_{fe})$ جزء را (β) جزء $(1+h_{fe})$ و (β) جزء $(1+h_{fe})$ و (β) جزء $(1+h_{fe})$

(+)

و $I_e = (1+\beta)I_b$

دحول
B
جزء

or KCL

* Emitter eq Curcitor

بجای دینا در
base
emitter

نقصانها، نهج B

(+)

اگر ما $(1+h_{fe})$ جزء را (β) جزء $(1+h_{fe})$ و (β) جزء $(1+h_{fe})$ و (β) جزء $(1+h_{fe})$

$I_b = \frac{I_e}{(1+\beta)}$

دحول
B
جزء

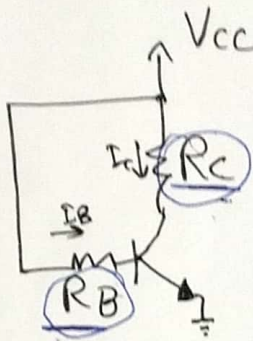
or KCL

* Collector eq Curcitor

جزء (C) و $(1+h_{fe})$ جزء $(1+h_{fe})$ و $(1+h_{fe})$ جزء $(1+h_{fe})$

که اگر V_{DR} و V_m و R_m

1) Fixed current bias circuit Design



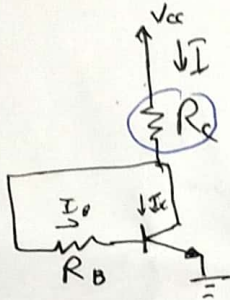
→ output
active
region

① R_B, R_C ??

→ usually β is known
avg β is β

② Q point (I_{CQ}, V_{CEQ})
 (P_{max}, P_{min})

* ② collector to base feedback bias circuit



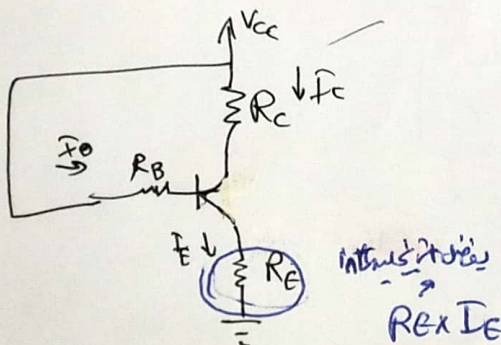
① R_B, R_C ??

→ usually β is known
avg β is β

(بما أن β معروف)
معرفة β هو

② Q point (I_{CQ}, V_{CEQ})
 (P_{max}, P_{min})

* ③ Biasing circuit with stabilization resistor (R_E)



① V_{RE} is $V_{RE} = I_E R_E$

دو R_B, R_C, R_E values
(β is known) is known

$$\frac{V_{CC}}{10} \leq V_{RE} \leq \frac{V_{CC}}{5}$$

V_{CC} is V_{CC} is V_{CC}

$\frac{2}{10} V_{CC}$

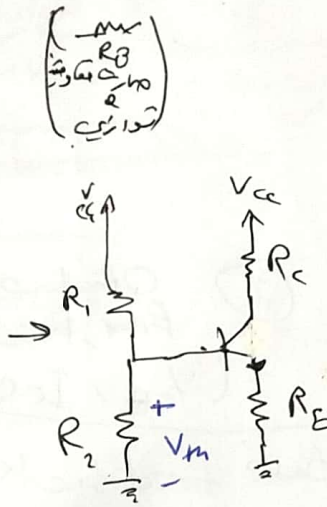
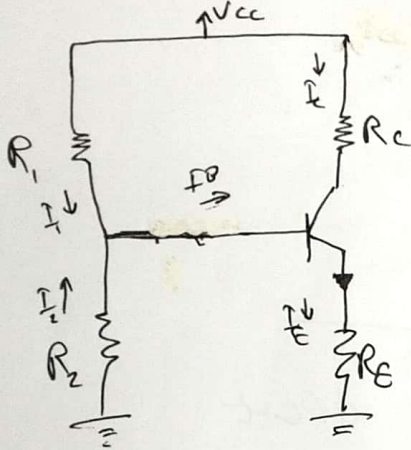
③ Q point (I_{CQ}, V_{CEQ})
 (P_{max}, P_{min}) is (V_{CEQ}, I_{CQ})

Voltage divider bias circuit

* (4) a) Approximate method (بالتقريب)

$$I_{E1} = \frac{V_B - V_{BE}}{R_E}$$

b) Exact method:



① $R_{th} \rightarrow R_1, R_2$
 $V_{th} \rightarrow V_B$
 VDR

② I_{E2} and I_{E1}

③ $I_{E1} = I_{E2}$
 $R_{th} \rightarrow R_E$
 $R_E \rightarrow R_E$

①

③

$$\frac{V_{CC}}{10} \leq V_{RE} \leq \frac{V_{CC}}{5} \rightarrow R_E$$

$$R_{th} = \frac{(B+1)R_E}{10, 20, 30}$$

$$I_{E1} = \frac{V_B - V_{BE}}{R_E} = I_{E2}$$

$$R_{th} = \frac{(B+1)R_E}{10, 20, 30}$$

R_1, R_2
 $R_1 + R_2$
 with R_E

$$V_{th}$$

$$R_E$$

$$I_{CQ}, R_{th}, R_E$$

$$Q \text{ point } (I_{CQ}, V_{CE})$$

$$V$$

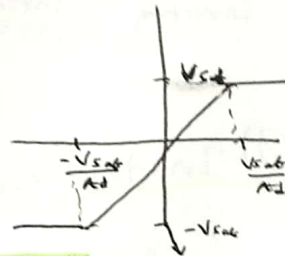
Operational Amplifier

$$V_d = (V(+)) - (V(-))$$

$$V_{cc} - 2 \leftarrow + V_{sat}$$

$$V_{cc} + 2 \leftarrow -$$

• V_{sat} when $|V_d| > \left| \frac{V_{sat}}{A_d} \right| \rightarrow$



→ Else (1) ideal linear negative feedback (V_o لا يساوي V_i)

$$Z_{in} = \infty$$

$$Z_{out} = 0$$

$$A_d = \infty$$

$$V_d \approx 0, V(+) = V(-)$$

$$i(+) = i(-) = 0$$

a) Inverting amplifier

في بيان V_i على V_o عكسي

$$V_o = -\frac{R_F}{R_i} V_i \quad \text{feedback} \quad V(+) = 0$$

b) Inverting adder

في بيان V_i على V_o عكسي

$$V_o = -\left(\frac{R_F}{R_1} V_1 + \frac{R_F}{R_2} V_2 + \frac{R_F}{R_3} V_3 + \dots\right)$$

c) non inverting Amplifier

في بيان V_i على V_o موجب
أي $V_o = V_i$ أو $V_o = V_i$

$$V_o = \left(1 + \frac{R_F}{R_i}\right) V(+)$$

d) Buffer

في بيان V_i على V_o موجب
أي $V_o = V_i$ أو $V_o = V_i$

$$V_o = V_{in}$$

أي $V_o = V_i$

$$\left(1 + \frac{R_F}{R_i}\right) V(+) = (1) \frac{V_s}{V_i} = \frac{V_s}{V_i} = \frac{V_o}{V(+)}$$

e) non inverting adder

في بيان V_i على V_o موجب

أي $V_o = V_i$ أو $V_o = V_i$

$$V_o = \left(1 + \frac{R_F}{R_i}\right) V(+)$$

f) Voltage subtraction

$$V_o = \left(1 + \frac{R_f}{R_i}\right) V(+)- \frac{R_f}{R_i} V(-)$$

non inverting inverting

في بيان الثاني
او V_i موجبة
والتي
والتي
then super
position

والتي موجبة
والتي موجبة
والتي موجبة
والتي موجبة

inverting
Non inverting
Amplifier

g) Instrumentation Amplifier

(a) $V_o = (1 + \frac{2}{a})(V_1 - V_2)$
في بيان الثاني
او V_i موجبة
والتي
والتي

$$V_o = \left(1 + \frac{2}{a}\right)(V_1 - V_2)$$

$$a \ll 1$$

في بيان الثاني
او V_i موجبة
والتي
والتي

2) Comparator (Non-linear)

there is no feedback
(قوة موجبة)

$$V_d > 0 \rightarrow V(+)>V(-) \rightarrow V_o = +V_{sat}$$

$$V_d < 0 \rightarrow V(+)<V(-) \rightarrow V_o = -V_{sat}$$

3) Schmitt Trigger Comparator

positive feedback (قوة موجبة)

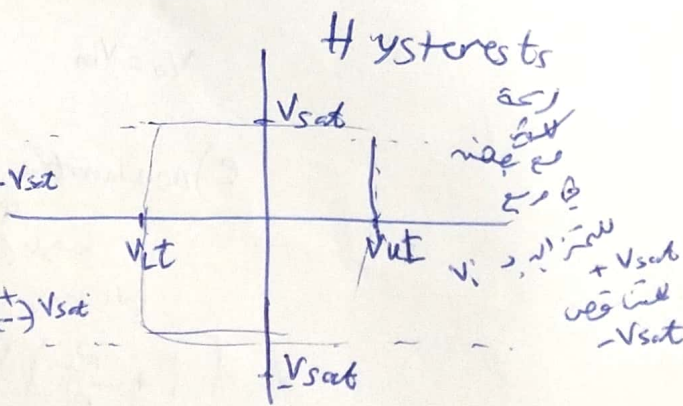
V_{ut} upper
 V_{lt} lower
بوصف

$$V_o = +V_{sat}$$

$$V_d > 0 \rightarrow V(+)>V(-) \rightarrow V_o = +V_{sat}$$

$$V_o = -V_{sat}$$

$$V_d < 0 \rightarrow V(+)<V(-) \rightarrow V_o = -V_{sat}$$



Voltage Regulator

* Linear VR serves $\rightarrow$ Discrete IC

$$\bullet V_i' = V_{CE} + V_o$$
$$\bullet \quad V_i(\min) \neq V_0 + 2$$
$$I_{Z_{\max}} > I_Z > I_{Z_{\min}}$$

fixed Adjustable

Pos out

78 xx

$$X/X = 0.5 \Rightarrow (+.5\sqrt{v})$$

(7912)

neg OB

79XX

$$x \equiv 0 \pmod{5}$$
$$(7912) \rightarrow X \equiv 12 \rightarrow (-12V)$$

Pós

LM317

Discrete:

$V_0 = V_Z \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$ — very large

د. سعید
د. سعید

→ if current limiting: $R_{sc} = \frac{0.7}{I_{L(max)}}$

الحمد لله رب العالمين

بالتوضيح ان هذا هو الموضوع
الذي هو الموضوع

(cat off) 8 ~ 51 8/

IC :

Fixed :

$$V_o = V_{Reg} \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) + R_2 I_Q$$

$$I_1 = \frac{V_{R_2}}{R_1}$$

$$I_2 = I_1 + I_Q$$

$$I_1 < I_0^{\text{max}} - I_{\text{Lmax}}$$

School

منه على الجراد

1- H_2O
 2- H_2O
 3- H_2O
 4- H_2O
 5- H_2O
 6- H_2O
 7- H_2O
 8- H_2O
 9- H_2O
 10- H_2O
 11- H_2O
 12- H_2O
 13- H_2O
 14- H_2O
 15- H_2O
 16- H_2O
 17- H_2O
 18- H_2O
 19- H_2O
 20- H_2O
 21- H_2O
 22- H_2O
 23- H_2O
 24- H_2O
 25- H_2O
 26- H_2O
 27- H_2O
 28- H_2O
 29- H_2O
 30- H_2O
 31- H_2O
 32- H_2O
 33- H_2O
 34- H_2O
 35- H_2O
 36- H_2O
 37- H_2O
 38- H_2O
 39- H_2O
 40- H_2O
 41- H_2O
 42- H_2O
 43- H_2O
 44- H_2O
 45- H_2O
 46- H_2O
 47- H_2O
 48- H_2O
 49- H_2O
 50- H_2O
 51- H_2O
 52- H_2O
 53- H_2O
 54- H_2O
 55- H_2O
 56- H_2O
 57- H_2O
 58- H_2O
 59- H_2O
 60- H_2O
 61- H_2O
 62- H_2O
 63- H_2O
 64- H_2O
 65- H_2O
 66- H_2O
 67- H_2O
 68- H_2O
 69- H_2O
 70- H_2O
 71- H_2O
 72- H_2O
 73- H_2O
 74- H_2O
 75- H_2O
 76- H_2O
 77- H_2O
 78- H_2O
 79- H_2O
 80- H_2O
 81- H_2O
 82- H_2O
 83- H_2O
 84- H_2O
 85- H_2O
 86- H_2O
 87- H_2O
 88- H_2O
 89- H_2O
 90- H_2O
 91- H_2O
 92- H_2O
 93- H_2O
 94- H_2O
 95- H_2O
 96- H_2O
 97- H_2O
 98- H_2O
 99- H_2O
 100- H_2O

Adjustable

LM317

• $V_{Reg} = \overset{\text{V.O}}{1.25} \leftrightarrow 37V \text{ (if LM337 - } V_{Reg})$

• $R_1 = \frac{V_{reg}}{I_1}$ $R_2 \text{ rev}$

• I_Q with $I_{Q1} \rightarrow \text{(if LM337 - } I_Q)$

• $I_{Omax} = 1.5A$

• $I_1 \ll I_{Omax} - I_{Lmax}$

• $V_O = \underset{\substack{\uparrow \\ \text{pre min} \\ 1.25}}{V_{Reg}} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + R_2 \underset{\substack{\uparrow \\ \text{very} \\ \text{small}}}{I_Q}$

$V_i \geq V_O + 2$

$V_i \approx V_O + 2$

FET

Pinch off $\rightarrow$ (n channel) $\rightarrow$ G
 Pinch off $\rightarrow$ (p channel) $\rightarrow$ G

JFET

Q point (V_{DS}, I_{DS})

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

I_{DSS} max current

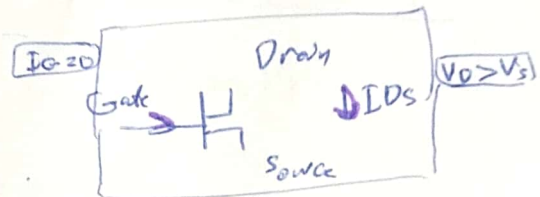
1) n - Channel

V_P neg (-)

V_{GS} neg (-)

Pinch off region : if $V_P \leq V_{GS} \leq 0$

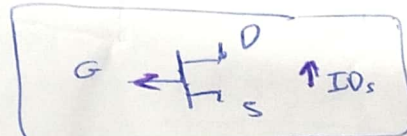
$$|V_{DS}| > |V_P| - |V_{GS}|$$



2) p - Channel

V_P pos (+)

V_{GS} pos (+)



How Pinch off verification :

if $V_P > V_{GS} \geq 0$

$$|V_{DS}| > |V_P| - |V_{GS}|$$

cut off if $V_{GS} = V_P$

$$X = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

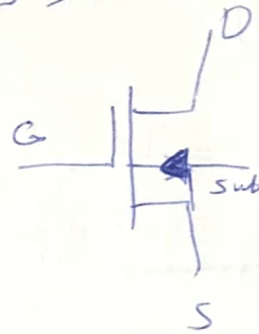
طاقة، جهد
 التردد
 الكفاءة
 الكفاءة
 الكفاءة

MOSFET

DMOSFET

(# $I_{DS} > I_{DSS}$)

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



1) N-Channel

$V_P(\text{neg}) (-)$

Verification for Pinch region :

~~$$V_P > V_{GS}$$~~

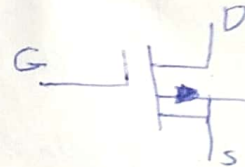
نقطة pinch region

$$V_{DS} > \underline{V_{GS} - V_P}$$

تغيرنا انكسوا به هذا (I)

2) P-Channel

$V_P(\text{Pos}) (+)$



نقطة pinch region

$$V_{DS} < \underline{V_{GS} - V_P}$$

انكسوا به و يكون (II)
JFET

EMOSFET

$$I_{DS} = \frac{1}{2} K_n (V_{GS} - V_T)^2$$

1) N-Channel ~~(Pos)~~

V_T Pos (+)

in Pinchoff region

مع
وصلة
 A/V^2
وغيره
منافذ
للمرور

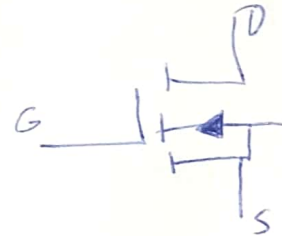
V_T يجب
في
(0)

1) $V_{GS} > V_T$

2) $|V_{DS}| > |V_{GS} - V_T|$

معكول عند المول
JFET

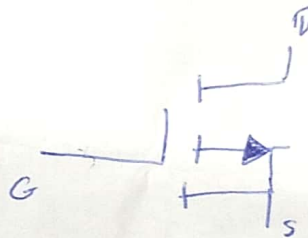
وال (1) معكول على
به اشارة



2) P-Channel

V_T (neg) (-)

in Pinch regions



1) $V_{GS} < V_T$

2) $|V_{DS}| > |V_{GS} - V_T|$

معكول
منافذ
المرور

معكول عند المول

وال (1) معكول

في - I_{DS} عنان بقدر
نقا، I_{DS} و V_{GS} و V_{DS} على
بوج قيم V_{GS} و V_{DS} على
الشروط

