تقدم لجنة ElCoM الاكاديمية

ELECTRICAL COMPUTER MECHATRONICS

تلخيص لمادة:

الكترونيات (1)

جزيل الشكر للطالبة:

رزان قرمش

* $E_c = E_v + E_g$

* $\sigma = \frac{1}{\rho}$

* $n_i = B \cdot T^{3/2} e^{-E_g/2KT}$

* $P_o = \frac{n_i^2}{N_d}$ → n-type phosphor

* $n_o = \frac{n_i^2}{N_A}$ → p-typ Bron

* $J_n = e \cdot \mu_n \cdot n \cdot E$ for ⊖

* $J_p = p \cdot \mu_p \cdot p \cdot E$ for holes

* $I = J_n \cdot A$

* $J = J_n + J_p$

* $J = \sigma \cdot E$

* $J = \frac{1}{\rho} \cdot E$

* $\sigma = e \cdot n \cdot \mu_n + e \cdot p \cdot \mu_p$

* $J_n = {}^{\square}e \cdot D_n \cdot \frac{dn}{dx}$

J_p / J_n مراعاة بإشارة التعب

* $J_p = {}^{\square}e \cdot D_p \cdot \frac{dp}{dx}$

* $V_{bi} = \frac{KT}{e} \ln \left(\frac{N_a * N_d}{(n_i)^2} \right)$

* $\frac{KT}{e} = V_T$

* $I_{s_2} = I_{s_1} (2)^{\frac{\Delta T}{5}}$

* $C_j = \frac{C_{jo}}{\sqrt{1 + \frac{V_R}{V_{bi}}}}$

* $I_D = I_s \cdot e^{V_D/nV_T}$ $+V_D$

* $I_D = -I_s$ → $-V_D$

* $P_D = V_D * I_D$

* HWR

* $I_{DM} = \frac{V_{ip} - V_\alpha}{R} = \frac{V_m}{R}$

* $V_m = V_{ip} - V_\alpha$

* $V_D = -V_{ip}$

* $V_{avg} = \frac{V_m}{\pi}$

* $P_{iV} = V_{ip}$

FWR using C.T

* $I_{Dm} = \frac{V_{sp} - V_\alpha}{R}$

* $V_m = V_{sp} - V_\alpha$

* $V_D = -(2V_{sp} - V_\alpha)$

* $V_{avg} = \frac{2V_m}{\pi}$

* $P_{iV} = 2V_{sp} - V_\alpha$

$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_{ip}}{V_{sp}}$

FWRB

$I_{DM} = \frac{V_{sp} - 2V_\alpha}{R}$

$V_m = V_{sp} - 2V_\alpha$

$V_D = V_\alpha - V_{sD}$

$P_{iV} = V_{sp} - V_\alpha$

$P = I_{avg} * V_D$

$P = I_{avg} (V_\alpha + I_D * r_f)$

$V_{avg} = \frac{2V_m}{\pi}$ $\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_{iD}}{V_{sD}}$

* filter (HW):

$V_r = V_m - V_L$

$T_{ch} = r_f \cdot C$

$T' = T_{dis} = R \cdot C$

$T = T_{ch} + T_{dis}$

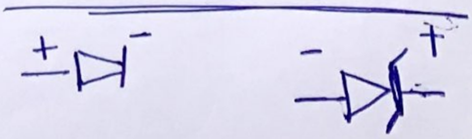
$V_r = \frac{V_m}{fRC} = \frac{V_m T'}{RC}$

* filter (FW):-

$V_r = \frac{V_m}{2RCf}$

$V_r(half) = 2V_r(full)$

$C(half) = 2C(full)$



Scanned with CamScanner

$$I_E = I_C + I_B$$

$$I_C = \beta I_B$$

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

$$I_C = \frac{\beta}{(1+\beta)} I_E = \alpha I_E$$

$$\alpha = \frac{\beta}{(1+\beta)}$$

—

Voltage - divider biasing cct

$$V_{th} = \frac{V_{CC} * R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_B = \frac{V_{th} - V_{BE}}{R_{th} + (R_E * (1+\beta))}$$

$$\Delta I_C \% = \frac{I_{C2} - I_{C1}}{I_{C1}} * 100\%$$

$$\Delta V_{CE} \% = \frac{V_{C2} - V_{C1}}{V_{C1}} * 100\%$$

Bias stable condition

$$I_B = \frac{V_{th} - V_{BE}}{R_{th} + (\beta+1) R_E}$$

$$I_C = \frac{\beta (V_{th} - V_{BE})}{R_{th} + ((\beta+1) R_E)}$$

$$R_1 = \frac{V_{CC} * R_{th}}{V_{th}}$$

$$R_{th} = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2} , \quad R_2 = \frac{R_1 * R_{th}}{R_1 - R_{th}}$$

---

*MOSFET

*non-saturation

$$I_D = K_n [2(V_{GS} - V_{TN}) V_{DS} - V_{DS}^2]$$

$$R_{MOS} = \frac{1}{2K_n (V_{GS} - V_{TN})}$$

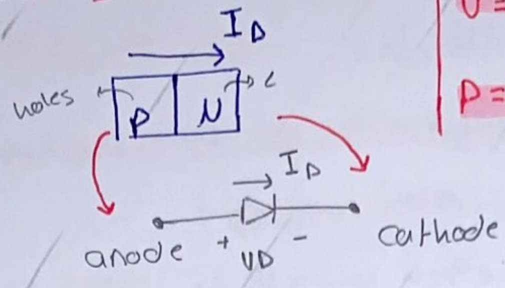
* saturation

$$I_D = K_n (V_{GS} - V_{TN})^2$$

$$K_n = \frac{W \mu_n C_{ox}}{2L} = K_n' \frac{W}{2L}$$

Scanned with CamScanner

* PN-Junction diode



$V = IR$

$P = IV$

diode

- **forword** (موجب مع موجب و سالب مع سالب)
  - **ON**: $V_{bi} < V_D$, $I_D > 0$
  - **off**: $V_{bi} \geq V_D$, $I_D < 0$
- **reverse** (موجب مع سالب و سالب مع موجب)
  - $I_D = -I_s$

---

ideal diode

- **forword**: بنحوض مكان الدايود **short cct** → $V_D = 0$, $I_D > 0$
- **reverse**: بنحوض مكان الدايود **open cct** → $I_D = 0$, $V_D < 0$

Real diode

(هيك بكون) + —▷|—

- **forword**: نضع مكان الدايود: + | ≠0 —/\/\/\—
  - V_γ → constant in Voltage
  - R_f → diode forwode Resistance = 1/slope
- **reverse**: نضع مكان الدايود **open cct** → $I_D = 0$, $V_D < 0$

$V_D = V_\gamma + (I_D * r_f)$

لما يكون Real ← forword

D.c analysis of Diode ccts

[1] الطريقة الأولى (Iteration methode)

نعمل KVL ؛ نعوض قيمة V_D ؛ نتحقق هل الطرف الأيمن يساوي الطرف الأيسر؟ ← نحط قيمة I من القانون

$I_D = I_s e^{V_D / nV_T}$ ما بيجيبوا عليها بالامتحان

[2] الطريقة الثانية (graphical methode)

[1] ← نعمل KVL و بنطلع المعادلة معادلة خط مستقيم

[2] ← $I_D = 0$ ⇝ V_D

$V_D = 0$ ⇝ I_D

y-axis ← I_D

x-axis ← V_D

[3] ← بنرسم الخط المستقيم و تقاطعه مع الرسمة إلي اعطاني اياها بطلع من نقطة التقاطع V_D و I_D

[3] الطريقة الثالثة (Using diode linear model)

بستخدم المودل إلي حكينا عنها قبل ← و بنعمل KVL / KCL حسب حاجة السؤال

---

* effect of temp on diode

العلاقة عكسية بين درجة الحرارة والجهد V_D عند ثبات التيار (I_D)

+ العلاقة عكسية بين BV ومستوى التشويب (D.L)

BV → break down voltage (عطل)

* Chapter(2)

- Transformer «المحول»

وظيفته انه يغير قيمة الفولتية (يقللها او يزيدها)

↲ وهون بنستخدمه حتى يقلل الفولتية الي داخلة على الدايود لانه بيشتغل على فولتية قليلة

* بنقدر نعرف نسبة تحويل كمية الفولتية من خلال معرفة عدد اللفات

الفولتية ← $\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_2}{N_1}$ → عدد اللفات

(rms) →

- Rectifier «المعدل»

↲ بيحول التيار من AC ⟵ DC

اهم عنصر فيه هو ال (Diode)

لأنه (non lenier element)

Rectifier
- Half wave (HWR) → بستخدم دايود واحد
- Full wave (FWR) → أربع ديودات / دايودين

+ HWR → نصف الموجة الموجبة

- HWR → نصف الموجة السالبة

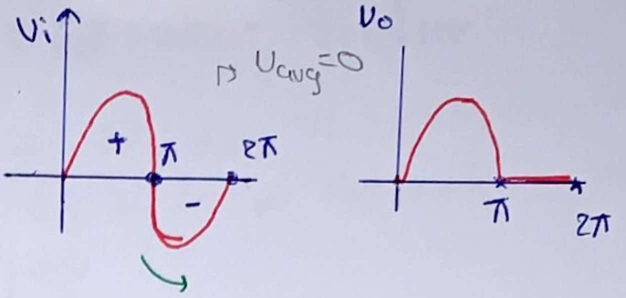
V_i → موجة داخلة → input voltage

V_o → موجة خارجة → output voltage

V_{ip} → قمة الموجة الداخلة → peak input

V_{om} → قمة الموجة الناتجة → max output

V_{avg} → Vavarge



* الفترة الموجبة $[0, \pi]$

ال (Diode) بكون (forward) عندي V_α

↲ (− −, + +)

$I_D = \frac{V_i - V_\alpha}{R}$, $V_o = R * I_D = V_{ip} - V_\alpha$

$I_{Dmax} = \frac{V_m}{R}$ → $V_{ipeak} - V_\alpha = V_{om}$

* الفترة السالبة $[\pi , \frac{\pi}{2}]$

ال (Diode) بكون (Revers)

↲ (+ −, − +)

↲ بتحوها مكانه O.P

$I_D = 0$

$V_o = 0$

half wave rectifier → using single diode

↳ يعني بحول الفترة الموجبة او الفترة السالبة

$V_{avg} = V_{DC} = \frac{V_m}{\pi}$ ← الفترة الموجبة

$V_{avg} = V_{DC} = \ominus \frac{V_m}{\pi}$ → الفترة السالبة

~~لما نيجي نحل السؤال ع (HWR)~~

~~اول اشي انوع الحل عطريقتين~~

~~+HWR ← بنحط (− −, + +) ال (V)~~

~~يعني بنلف ال diode (f.w) وبنحط V_α , rf وبنحلها~~

~~−HWR ← بنحط (+ −, − +) ال V~~

يعني الدايود (Reverse) وبنجعلها O.P وبالتالي $I_D = 0$

* لما بديه احل سؤال ع rectifier
لازم ادرس الفترتين

[1] الفترة الموجبة (0 → π)
بهادي الفترة بحط الموجب فوق والسالب
تحت (+) (⊖) وبدي اشوف الناتج
↳ اما بتطلع (+ + ، - -)
يعني الديود فورورد) وبعمل KVL وبعمل
(بحط مكانه V_γ r_f)
↳ او بتطلع (+ - ، - +)
يعني الديود (ريفيرس) $I_D = 0$
(بحط مكانه O.P)

نفس الشغلة
[2] الفترة السالبة (π → 2π)
بهادي الفترة بحط السالب فوق
والموجب تحت ⊕ وبشوف الناتج

~~* توضيح لل HWR~~

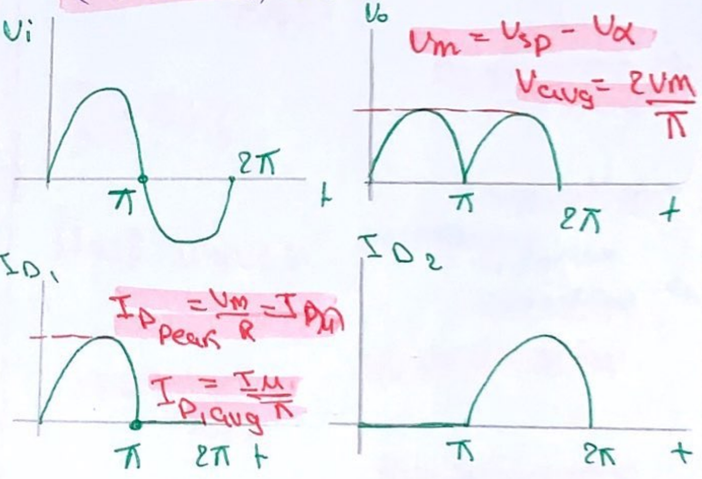
* عند تصميم (rectifier)
بهمنا نشغلتين ← [1] قيمة اعلى تيار بمر بالديود
لما يكون f.w (I_{Dmax})
← [2] اعلى قيمة للديود لما يكون (reverse)
(rev. Voltage).
PIV
↓
Peak inverse Volt

$$I_D = \frac{V_{ipeak} - V_\gamma}{R}$$
$$PIV = V_{ipeak}$$

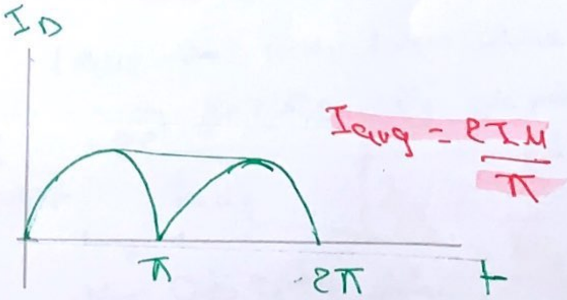
* هون لما
تكون $r_f = 0$
غير هيك اعمل KVL

* Full-wave rectifier
بيفرق عن (HWR) انه بحوله موجة كاملة
وليس نصف موجة من AC → DC
نوعين
↳ Full wave rectifier using center tap transformer (بستخدم دايودين)
↳ Full wave Bridge rectifier (بستخدم 4 diodes)

[1] FWR using center tap transformer
الهدف من (transformer) انه بيعطي
V_{s1} و V_{s1} نفس المقدار لكن
عكس الاتجاه
- بدرس الفترتين بنفس الطريقة
الفرق انه هون عندي (2 diodes) المهم
اعرف مين f.w ومين (reverse)



$V_m = V_{sp} - V_\gamma$
$V_{avg} = \frac{2V_m}{\pi}$
$I_{D_{peak}} = \frac{V_m}{R} = I_{DM}$
$I_{D_{1avg}} = \frac{I_M}{\pi}$



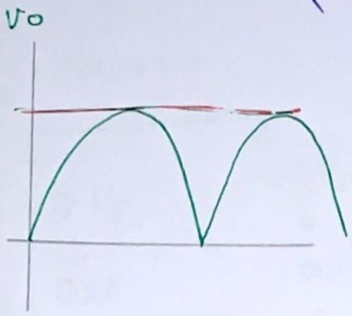
$I_{avg} = \frac{2I_M}{\pi}$

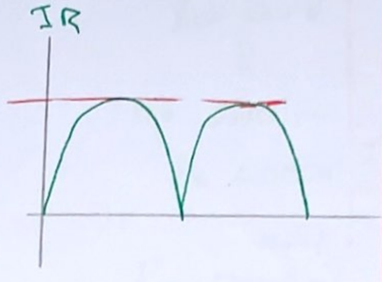
Scanned with CamScanner

[2] Full-wave brige retifier (4 diodes)

نفس الشي بلدرس الفترة الموجبة (+ فوق و - تحتا) والفترة السالبة (- فوق و موجب تحتا) بشتغل (f.w) و دبعمل حسب شو بطلع (Reverse)

وكلها تشتغل على (RVL)





$V_{avg} = \frac{V_m}{\pi}$] ← (H.c) Half

$I_{avg} = \frac{I_M}{\pi}$

$V_{avg} = \frac{2V_m}{\pi}$] ← (F.c) full

$I_{D\,avg} = \frac{2I_M}{\pi}$

لما تكون $r_f = 0$ ←

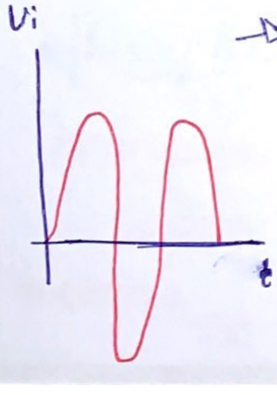
$P_{IV} = V_{sp} - V_\alpha$

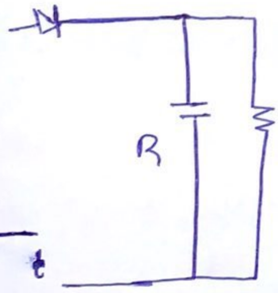
$V_m = V_{sp} - 2V_\alpha$

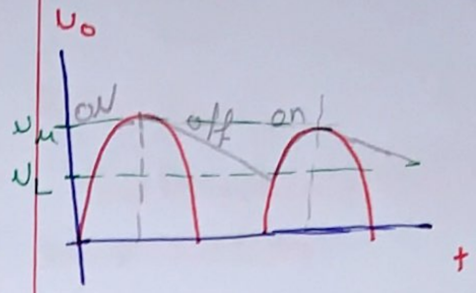
$I_D = \frac{V_s - 2V_\alpha}{R}$

---

* filter الفلتر هو عبارة عن (rectifier) مركب عليه مواسع موازي له عشان أقلل التموج في السيغنال كيف !!







باختصار ← في أول ربع يكون $V_c < V_\alpha$ بالتالي الدايود (f.w) ← المواسع بيشحن الزمن (T_{ch})

في الربع الثاني يكون $V_\alpha < V_c$ بالتالي الدايود (reverse) ← المواسع بفرغ بالمقاومة الزمن (T_{dis})

$T = T_{ch} + T_{dis}$ / $V_r = V_m - V_L$

Full wave :-

$V_r = \frac{V_m}{2Rf_C}$, $V_{sp} = V_m + 2V_\alpha$

$P_{IV} = V_{sp} - V_\alpha$

$\frac{T}{2} = T_{dis}$

* لو كان (tap)

$V_{sp} = V_m + V_\alpha$

$P_{IV} = 2V_{sp} - V_\alpha$

Half wave :-

$V_r = \frac{V_m}{Rf_C}$

$V_{sp} = V_m + V_\alpha$

$P_{IV} = V_{sp} - V_\alpha$

$T = T_{dis}$

* عشان احول ل (rms) (عشان بدال N_1) بقسم على $\sqrt{2}$ والعكس مع

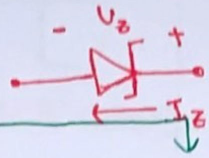
$C_{half} = 2C_{full}$ ↓ عشان يعطيني نفس V_r

$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_i}{V_s}$

* Voltage regulater (منظم فولتية)

وظيفته يثبت فولتية معينة على الـ (load)، ليحافظ على سلامة الـ (load)

Zener - D



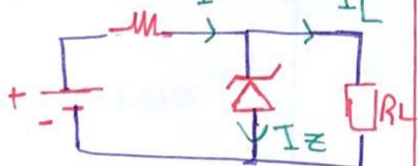
- reverse
  - $V \geq V_z$ → ON → بيدخل منطقة الانهيار
  - $V < V_z$ → off → open ckt
- forward → it's similer to Normal-D
  - بكونه [+ قصير - ، - قريب +]
  - عكس الدايود العادي

راح انحكي

~~لما احنا بنقطع ... متغيرة~~

* بعطيني بالسؤال V_z وأنا بطلع V الي على RL وبشوف إذا
  - $V_z > V$ ← off
  - $V_z < V$ ← ON

وبكمل حل



*[fixed RL and Variable Vi]
ثابتة — متغيرة

$V_i \uparrow$, $I \uparrow$

$I \uparrow = I_L (fixed) + I_z \uparrow$
ثابتة

$V_i \downarrow$, $I \downarrow$

$I \downarrow = I_L (fixed) + I_z \downarrow$

[fixed Vi and Variable RL]
ثابتة — متغيرة

$RL \uparrow$, $I_L \downarrow$ → I (fixed)

$I (fixed) = I_z \uparrow + I_L \downarrow$

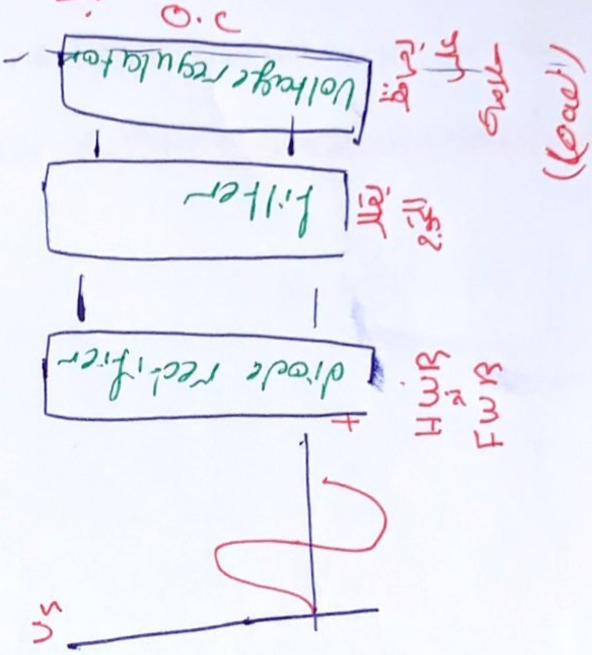
$RL \downarrow$, $I_L \uparrow$

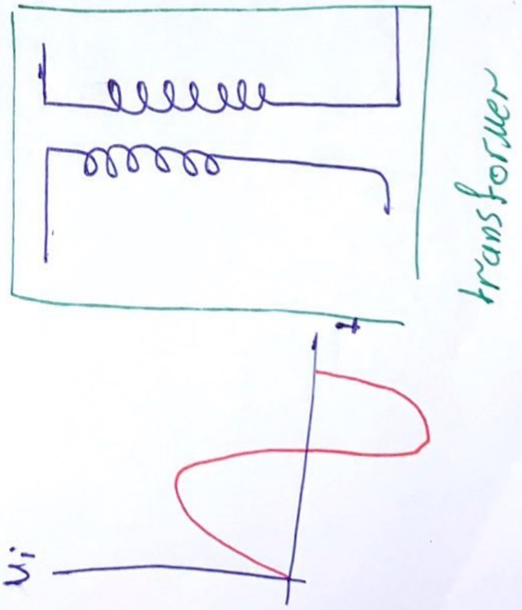
$I (fixed) = I_z \downarrow + I_L \uparrow$

الحل
(بربط التيارات ← RL ← فولتيات)
وبين

* اذا ما أعطاني I_{zmin} بعتبرها صفر

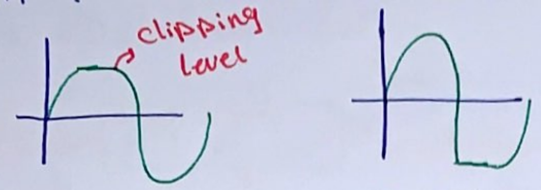
O.C





* clipping

يقوم بقطع السجنال إما من الجهة + أو -



+ve clipping   -ve clipping

→ depends on diode direction

clipping level → depends on value and polarity of Dc source

* الحل على KVL

* clamper

((يكون من مواسع))

يقوم بتغيير مستوى الاشارة، وذلك برفعها للأعلى او بخفضها للأسفل

type of clamping (+ve , -ve)

→ depends on the diode direction

clamping level → and Dc level

→ depends on value and polarity of Dc source connected with diode

* الفرق بين الكليبر و الكلامبر *

(clipper) ← يقطع الموجة ويغير شكلها

(clamper) ← لا يغير شكل الموجة لكنه يعمل لها (shift) فيرفعها للأعلى أو يخفضها للأسفل

* الحل على (KVL)

* Multiple diode circuit

* احنا بنفرض الدايودات الموجودة

← (ON) ← $I_D > 0$ لازم تثبت

or

← (off) ← $V_D < V_\gamma$, $V_D \le 0$

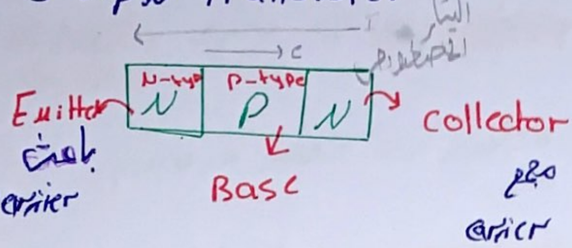
اذا حليت وطلع معك غير هيك ↑ يعني الفرض غلط ولازم ترجع تفرض من أول

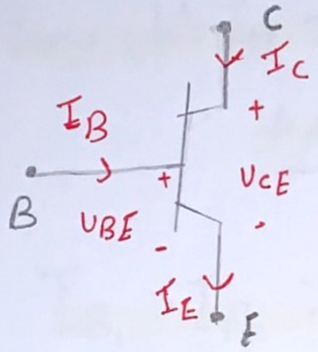
* عشان يكون الدايود (ON) لازم يكون (anode) موجب بالنسبة للـ (cathod)

Scanned with CamScanner

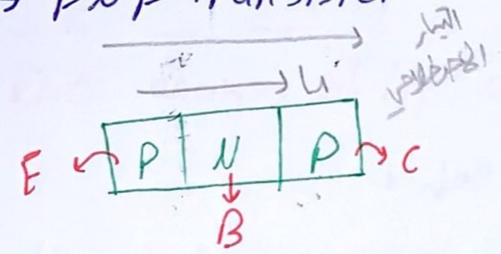
CH3:- Biplar Junction transistor (BJT)

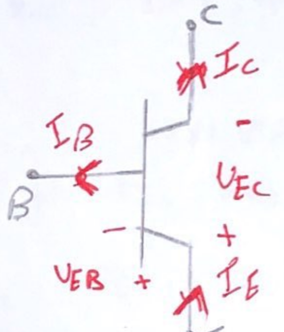
↳ NPN transistor





↳ PNP transistor





* الاختلاف بين ال Emitter وال collector

[1] المساحة (Area)

[2] التركيز (concentration of carrier)

* **Forword Active Mode:-**

$I_E = I_C + I_B$, $I_C = \beta I_B$ (β → تكبير)

$I_E = (1+\beta) I_B$, $I_C = \frac{\beta}{(1+\beta)} I_E = \alpha I_E$

$\alpha = \frac{\beta}{(1+\beta)}$

$I_B > 0 \rightarrow$ B.E f.w

$V_{CE} > V_{BE} \rightarrow$ B.C revers

* **saturation Mode:-**

↳ (B-E Jn f.w, B.C Jn f.w) يشتغل ك (closed switch)

$V_{CE} < V_{CE(sat)}$, $I_C > 0$

or $V_{CE} < 0$ for ideal BJT

* **cut-off Mode:-**

B-E Jn reverse

B-C Jn reverse

(behaves as an open switch)

$I_C = 0$, $I_E = 0$, $I_B = 0$, $V_{CE} > 0$ لا بنحل KVL وبنطلعها

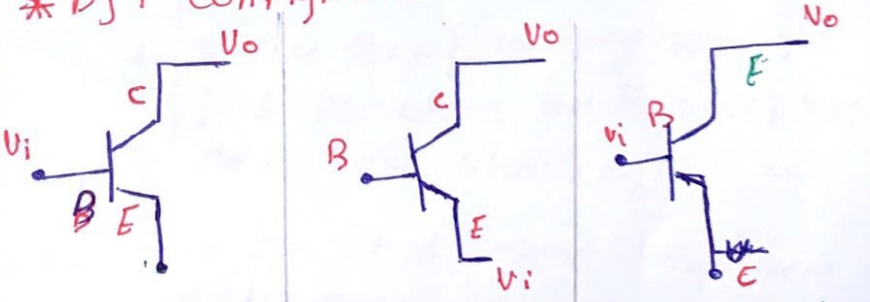
* **Inverse F.A.M**

عكس اول mode

(- - , ++) f.w collector ← يعني

(-+ (+-) reverse Emitter

* **BJT configrations**



common Emitter ckt	common Base ckt	common collector
Vi ندخلها الى Base	Vi ندخلها الى Emitter	Vi ندخلها من Base
Vo ناخذها من Collector	Vo ناخذها من collector	Vo ناخذها من Emitter

* Break down Voltage:-

(BV_{CEO}) الفترة انو بكون عظيم

~~...~~

(Break down) لو وصلت V_{CE} لله يحدث

لذلك مابقدر ازيد الجهد هدمايدي

* عله ما كانت I_B أعلى بحدث Break down اسرع

$I_{B_1} > I_{B_2} > I_{B_3}$

$BV_3 > BV_2 > BV_1$

D.C analysis of BJT cct:-

* خطوات الحل :-

[1] افرض ان الترانسيستور في حالة (FWA)

[2] حدد اتجاه التيار

(NPN) ← I_E خارج من الايمتر
I_B , I_C داخلين

(PNP) ← I_E داخلة في الايمتر
I_B , I_C خارجين

[3] نحل KVL ونطلع I_B ثم I_E , I_C

[4] نحل KVL ونطلع V_{EC}

[5] ← اذا كانت $I_B > 0$ (B-EJn) ← f.W

reverse ← (B-CJn) ← $V_{EC} > V_{EB}$

اذا ← بحالة (PNP) (FAM)

D.C load line and Q-point

$I_C = I_{CQ}$ بحله عادي
$V_{CE} = V_{CEQ}$

(V_{CEQ}, I_{CQ}) ← احداثي الـ Q-pt

وعشان نرسمه

[1] بنحله معادلة خطية يكون فيها
V_{CE} ← السينات
I_C ← الصادات

[2] بطلع المقطع السيني ($V_{CE} = 0$)
والمقطع الصادي ($I_C = 0$)

---

* BJT Biasing

المقصود بال (Biasing) هو انه نغذي ال (Dc Voltage) لل (BJT) حتى يشتغل
نحو د صحيح

[1] single signal base resistor biasing

يحتوي
- C → used to isolate Dc from Ac
- RB → control the base current I_B
- Rc → control the C-E voltage V_{CE}

→ O.C (D.c لما يكون)

* the Q-pt is very sensitive to B variation or this cct has poor baise stability

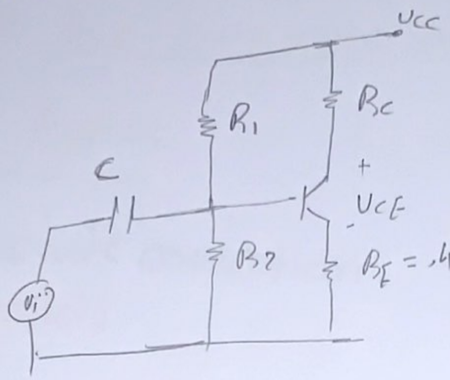
* this isn't desired in amplifier design which may cause distion in Ac output signal

بصير تقطيع بالاشارة

B لا تتأثر بتغيير قيمة I_B

* Voltage-divider biasing cct

بنحط مقاومتين (R_1 , R_2) بدل R_B
ونحط مقاومة عند الامتر R_E



$C \rightarrow$ بنخلي O.C

بنطلع R_{th} , V_{th}

$$V_{th} = \frac{V_{CC} * R_2}{R_1 + R_2} \qquad R_{th} = R_1 // R_2$$

$$I_B = \frac{V_{th} - V_{BE}}{R_{th} + (R_E * (1+\beta))}$$

* هون I_B بتتأثر بال β

ولجدين بنحلها حله عادي

* This cct has very good bias stability.
* R_E is used to stabilise Q-pt against β-variation.

$$\Delta I_C \% = \frac{I_{C2} - I_{C1}}{I_{C1}} * 100\%$$

$$\Delta V_{CE} \% = \frac{V_{C2} - V_{C1}}{V_{C1}} * 100\%$$

* Bias stable condition

$$I_B = \frac{V_{th} - V_{BE}}{R_{th} + (\beta+1) R_E}$$

$$I_C = \beta I_B \Rightarrow I_C = \frac{\beta (V_{th} - V_{BE})}{R_{th} + (\beta+1) R_E}$$

if $R_{th} << (\beta+1) R_E$ and

$\beta >> 1$

$$\therefore I_C \approx \frac{V_{th} - V_{BE}}{R_E}$$

→ for design a bias-stable cct choose $R_{th} = 0.1 (\beta+1) R_E$

* اذا تغير الشكل اللي متعودين عليه ما بنستخدمها

$$R_1 = \frac{V_{CC} * R_{th}}{V_{th}}$$

$$R_{th} = R_1 // R_2 = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_2 = \frac{R_1 * R_{th}}{R_1 - R_{th}}$$

~~* Bias stable condition~~

~~$$I_B = \frac{V_{th} - V_{BE}}{R_{th} + (\beta+1) R_E}$$~~

~~$$I_C = \frac{\beta (V_{th} - V_{BE})}{R_{th} + (\beta+1) R_E}$$~~

~~$R_{th} = 0.1 (\beta+1) R_E$~~

* Multistage circuts

↳ these cct contain more than one transistor which can be of the same type or two types

↳ cascade connection (parallel)

↳ cascode connetion (series) $I_C = I_E$

* بالحالتين لازم تعطي ال caps open cct

Scanned with CamScanner

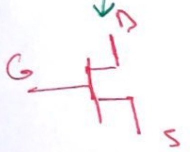
* Field-Effect-transistor [FET]

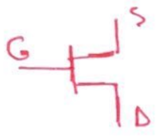
It's a three terminal device → gate ~ Base — BJT يقابلها بال
↳ source — Emitter
↳ drain — Collector

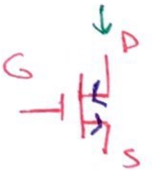
* The current between (drain and source) controlled via an electric feild applied perpendicular on drain-source

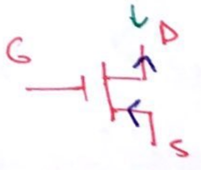
$I_g = 0 \qquad I_S = I_D$

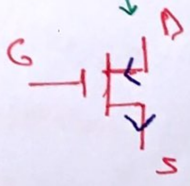
FET

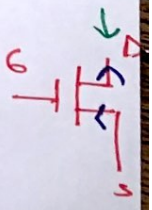
- **J-FET**
  تكون (G) و (D) و (S) كلهم متصلين مع بعض بنفس (Junction)
  - **n-channel** (حاملات التيار electrons)
    

  - **P-channel** (حاملات التيار holes)
    

- **MOS-FET**
  تكون (G) معزولة عن (D) و (S)
  - **E-MOS**
    (العازل عبارة عن (electronic channel) يعني انها بتنتج لما نحط فولتية على gate
    - **n-channel**
      

    - **P-channel**
      

  - **D-MOS**
    (المادة العازلة بتكون (physical channel) يعني موجودة عادة بتقدر تحسها)
    * لو كانت $V_G = 0$ سوف يمر تيار بين (D) و (S)
    - **n-channel**
      

    - **P-channel**
      

* MOSFET

Not any value of V_{GS} will create a channel ... to create a channel

- V_{GS} must be (+ve)

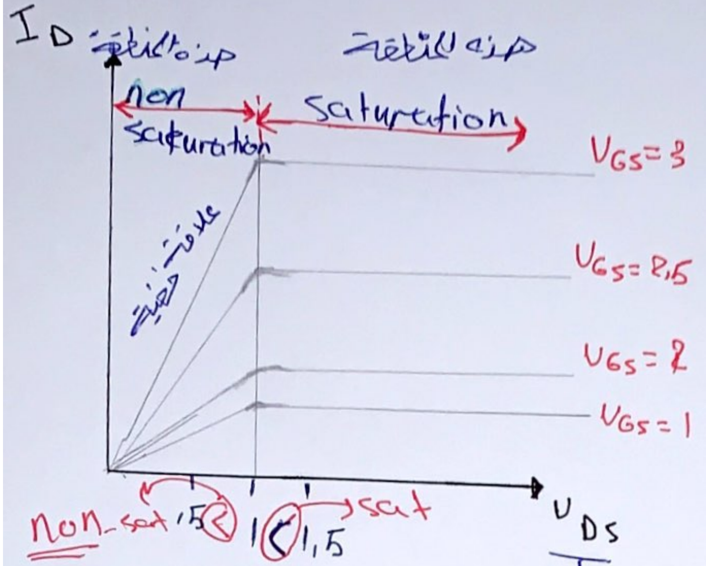
and $V_{GS} > V_{tn}$

Scanned with CamScanner

* MOSFET

I-V characteristic

$V_{TN} = 1$



الفولتية بين ال drain

و ال source

* Non-saturation region :-

* $V_{DS} < V_{DS}(sat)$

$$I_D = K_n \left[2(V_{GS} - V_{TN}) V_{DS} - V_{DS}^2 \right]$$

$$R_{mos} = \frac{1}{2K_n (V_{GS} - V_{TN})}$$

* in this region the MOSFET is used as voltage-controlled resistance

$$R_{mos} \propto \frac{1}{V_{GS}}$$

* this application is used in ~~comm~~ communication electronics

* Saturation region :-

$V_{DS} > V_{DS}(sat)$

$$I_D = K_n (V_{GS} - V_{TN})^2$$

$$K_n = \frac{W \mu_n C_{ox}}{2L} = K_n' \frac{W}{2L}$$

$\frac{W}{L}$:- length and width of channel

μ_n: electron mobility

C_{ox}: gate oxide capacitance

K_n' :- process parameter

K_n: conduction parameter

$$V_{DS(sat)} = V_{GS} - V_{TN}$$

* D.C ccts analysis

خطوات الحل :-

1. بنعتبر المواسعات open cct
2. بنفرض أن الموسفيت في حالة (sat.reg)
   بنطلع V_{GS} (غالبا) بنطلعها من
   $V_{GS} = V_G - V_S$

   بنعوض ال V_{GS} في معادلة ال I_D
   ومن هون بنطلع قيمة V_{GS}
3. نحسب V_{DS} من KVL ---
4. نحسب $V_{DS(sat)}$ ($V_{ds(sat)} = V_{GS} - V_{TN}$)
5. بنقارن بين $V_{ds(sat)}$ و V_{ds} ونشوف الوضع

يا $V_{ds} < V_{ds}(sat) \rightarrow$ non-sat (reg)

$V_{ds} > V_{ds}(sat) \rightarrow$ sat

Scanned with CamScanner