دوسية
إتصالات متناظرة

إعداد الطالب :
باسل الخوالدة

بخط :
ديما حواتمة
سارة عنيزات
سجى أبوسليم

elcom-team.com
ElCoM HU
elcomhu
ElCoM
ElCoM

introduction :-

مادة الأنالوج رح نشوف فيها شكل جديد من مواد الاتصالات وهو الكمية الكبيرة من الكونسبت مقارنة بالحل

⇐ قبل ما أبلش بالمادة في بعض الأشياء رح أشرحها ممكن تفيد لقدام

1) Frequency domain :-

هو عبارة عن تمثيل للسيجنال نفس عملية من خلال (Fourier transform)

الجاي الية :- ① عملية الـ convelution بالـ time صعبة نسبيًا لذلك الجأ لل freq. domain و رح يتحول إلى ضرب

اشارة الـ convelution

Time $x(t) \longrightarrow \boxed{h(t)} \longrightarrow y(t) = x(t) \circledast h(t)$

هون ضرب عادي

Frequency $X(f) \longrightarrow \boxed{H(f)} \longrightarrow Y(f) = X(f) \odot H(f)$

② سهولة الحصول على المعلومات من السيجنال بالـ frequency domain والتعامل معها.

$$\text{Fourier transform} = \int_{-\infty}^{\infty} g(t) \cdot e^{-j2\pi ft}\, dt$$

Ex :- Find F.t for $e^{-at} \cdot u(t)$:-

$g(t) = e^{-at} \cdot u(t)$

Sol :- $G(f) \int_{-\infty}^{\infty} g(t) \cdot e^{-j2\pi ft}\, dt$

$$G(f) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-at} \cdot u(t) \cdot e^{-j2\pi ft}\, dt$$

$u(t) \longleftarrow [0, \infty)$

هون موضوع لتحديد الفترة بين

$$G(f) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-at} \cdot e^{-j2\pi ft}\, dt$$

$$G(f) = \int_{0}^{\infty} e^{-t(a+2\pi f)}\, dt = \frac{-1}{a+j2\pi f} e^{-(a+2\pi f)t} \Big|_0^{\infty}$$

$$G(f) = \frac{1}{a+j2\pi f}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* Properties of the Fourier Transform:-

1 Linearity:-

$g_1(t) \longrightarrow G_1(f)$

$g_2(t) \longrightarrow G_2(f)$ + ⟶ $G_1(f) + G_2(f)$

$g_1(t) + g_2(t) \longrightarrow G_1(f) + G_2(f)$

* الفكرة هون انه لو عملنا F.T للسيجنال الأولى وبعدين للثانية وبعدين جمعتهم بيساوي نفس المقدار لو عملنا F.T للمجموع تبعهم.

2 Scaling:-

$g(at) \longrightarrow \frac{1}{|a|} G(\frac{f}{a})$

* هون بالتايم بضرب السيجنال بثابت عشان نكبّر أو نصغّر ال Scaling بال Freq بضرب بـ $\frac{1}{|a|}$ بالسيجنال ونقسم كل f على a

3 Duality:-

$g(t) \longrightarrow G(f)$

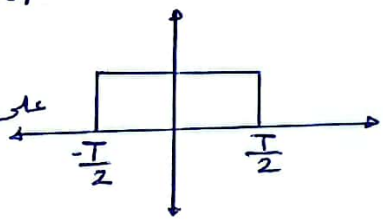
$G(f) \longrightarrow g(t)$

خليني أشرح هون بمثال

Ex:- $g(t) = rect(\frac{t}{T})$, find F.T

Sol:- $G(f) = AT\,sin(fT)$

على الرسمة حسبته



$rect(\frac{t}{T}) \longrightarrow Sinc(fT)$

من خلال المثال عرفنا أنه ؟

طيب لو جبنا

$rect(\frac{f}{F}) \longrightarrow Sinc(t)$

بتطلع عكس الأولى لكن نفس الشيء

4 Time Shifting:-

$g(t-t_0) \longrightarrow G(f) \cdot e^{-j2\pi f t_0}$

5 Frequency Shifting:-

$G(f-f_0) \longrightarrow g(t) \cdot e^{j2\pi f_0 t}$

* معنى shift هو انه بعمل للسيجنال إزاحة لليمين أو لليسار بمقدار معين

- مثلاً بالتايم بمقدار t_0
- وبال Freq بمقدار f_0

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

6 $\frac{d\,g(t)}{dt} \longrightarrow j2\pi f \cdot G(f)$

* هون عندي اذا في اشتقاق للسيجنال بالتايم رح نمثلها بضرب بمقدار $(j2\pi f)$

$\int_{-\infty}^{\infty} g(t)\,dt \longrightarrow \frac{1}{j2\pi f} \cdot G(f)$

* إذا عندي تكامل بقسم على $(j2\pi f)$ او بضرب بـ $\left(\frac{1}{j2\pi f}\right)$

7 Conjugate Functions :-

$g^*(t) \longrightarrow G^*(-f)$

* هون الـ Conjugate عبارة عن عكس الاشارة

إذا كان بالتايم مثلاً بنمثله بـ $G^*(f)$ يعني نفس العملية لكن نضرب الـ freq بسالب

8 $g_1(t) \overset{\text{Convelution}}{\circledast} g_2(t) \longrightarrow G_1(f) \boxdot G_2(f)$ ضرب Product

بالعكس صحيح $g_1(t) \boxdot g_2(t) \longrightarrow G_1(f) \circledast G_2(f)$

ضرب — Convelution

---

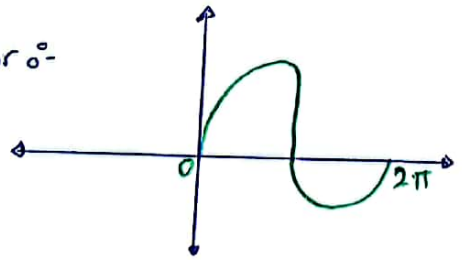
* Energy and Power Signal :-

$$E = \int_{-\infty}^{\infty} |g(t)|^2\,dt$$

$$P = \frac{1}{T}\int_{-\infty}^{\infty} |g(t)|^2\,dt$$

Ex :- Find Power and energy for :-

$g(t) = \sin t$



Sol :- $E = \int_0^{2\pi} (\sin t)^2\,dt$

$= \int_0^{2\pi} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2}\cos 2t\right) dt$

$= \left(\frac{1}{2}t - \frac{1}{2}\frac{\sin 2t}{2}\right)\Big|_0^{2\pi}$

$= \left(\frac{1}{2}(2\pi) - \frac{1}{2}\frac{\sin 2(2\pi)}{2}\right) - \left(0 - \frac{\sin(0)}{2}\right) = \boxed{\pi}$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

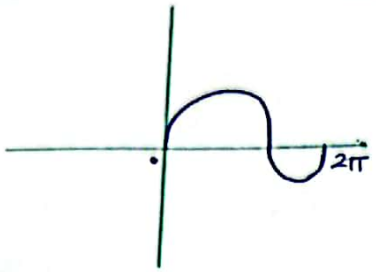
$$P = \frac{1}{T}\int_0^{2\pi} \sin^2 t\, dt$$

$$= \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \sin^2 t\, dt$$

$$= \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2}\cos 2t\right) dt$$

$$= \frac{1}{2\pi} \cdot \pi = \frac{1}{2}$$

من المثال السابق نعيد π



المتطابقات المهمة:-

- $\cos a \cos B = \frac{1}{2}[\cos(a+B) + \cos(a-B)]$
- $\sin a \sin B = \frac{1}{2}[\cos(a-B) - \cos(a+B)]$
- $\sin a \cos B = \frac{1}{2}[\sin(a+B) + \sin(a-B)]$

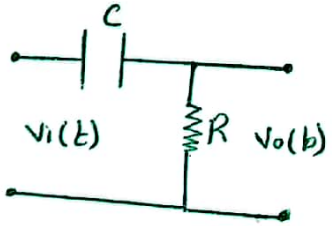
- $\cos(2\pi f_c t) \longrightarrow \frac{1}{2}[\delta(f-f_c) + \delta(f+f_c)]$

بالتايم ← تصير ← Freq. بال

- $\sin(2\pi f_c t) \longrightarrow \frac{1}{2j}[\delta(f-f_c) - \delta(f+f_c)]$

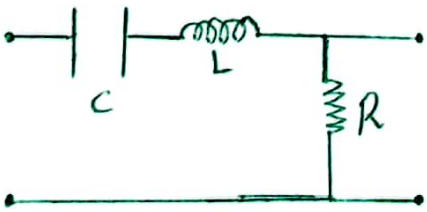
*LPF and BPF:- الاثنان عبارة عن دارة كهربائية داخل جهاز الكتروني يسمحان بمرور Freq معين حسب حاجتنا.

•LPF :-



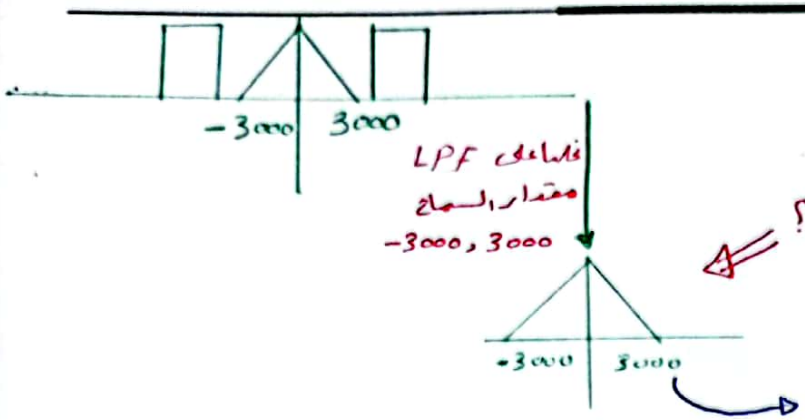
RC - cct: Low Pass Filter
يسمح بمرور Freq قليلة

•BPF:-



RLC - CCt:- Band - Pass Filter
يسمح بمرور Freq عالية

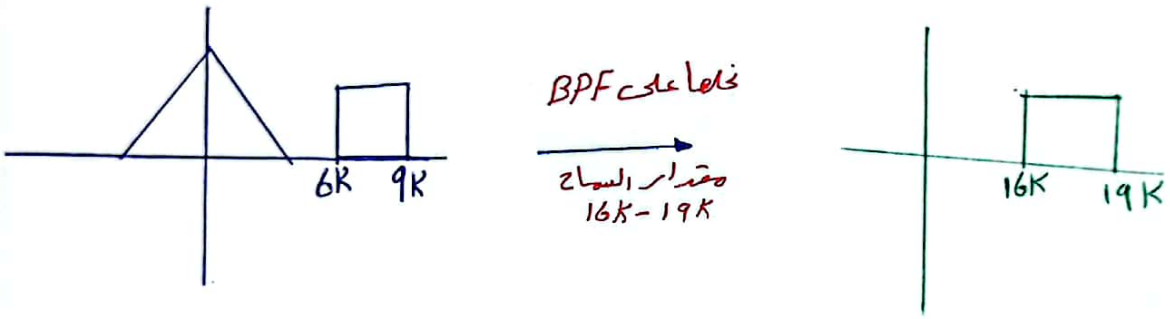
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



* المقصود بـ عالية أو ثلية هو أنه الفترة التي يسمح لها LPF تكون حول الصفر تقريباً و كيف بعرف؟

رح تمرر فقط الفترة المطلوبة وتلغي الباقي والقيم رح تكون ثلية.. 1K, 2K, 300, 750...

نفس الشي مع BPF -



* المقصود بـ freq عالية انه سمحت للفترة الموجودة بين 16K-19K بالمرور وحذفت الباقي.

• ومن قيم الـ freq بتكون عالية.. 16K, 17K...

«انتهت المقدمه»

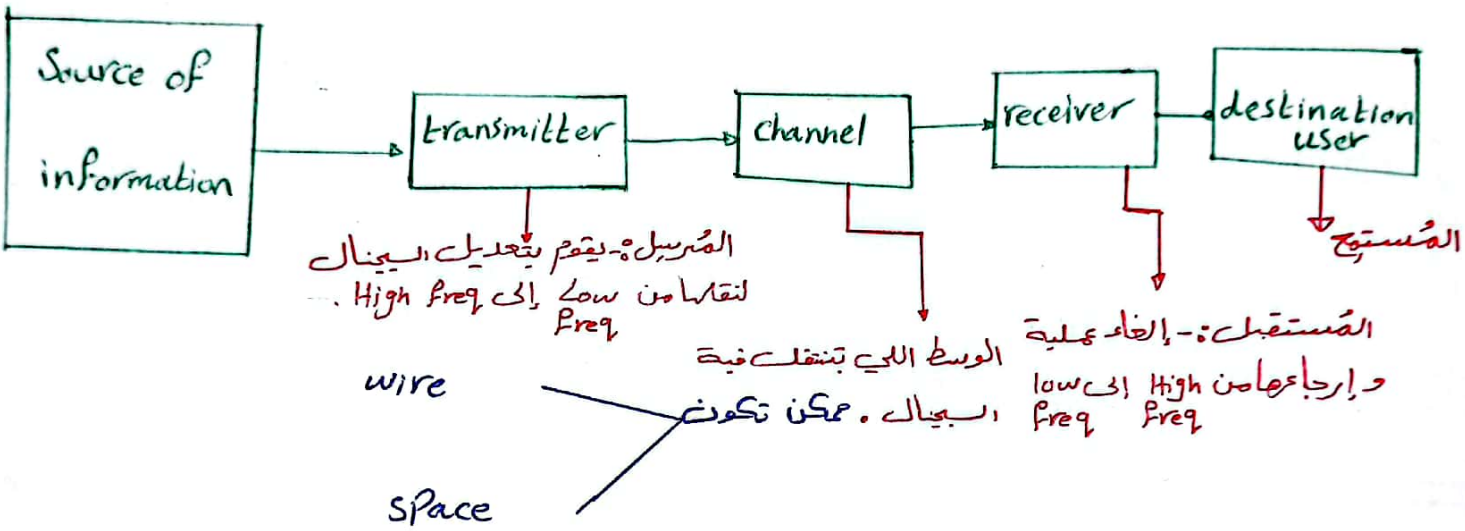
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

بسم الله الرحمن الرحيم

بداية المادة :-

- Communication System:-

هي عبارة عن نظام مكوّن من معلومات يتم إرسالها من مُرسِل ← شو هيني ؟؟
وصولاً إلى مُستقبِل.



*عندي معلومة بدي أنقلها، مثلاً نشرة إخبارية من الإذاعة، تقوم الإذاعة بنقل هذه النشرة من خلال عملية معينة عبر القناة وصولاً بالمستقبل وهو جهاز الراديو.

- تمام؟ طيب تعال أعطيك مثال 00

هيدا لو قاعدين 2 أشخاص بنفس الغرفة وكلهم بحكوا بنفس الوقت، هل رح تفهم اشي ؟
أكيد لا لأنه رح تصير فوضاء.
طيب كيف رح نحل المشكلة ؟!

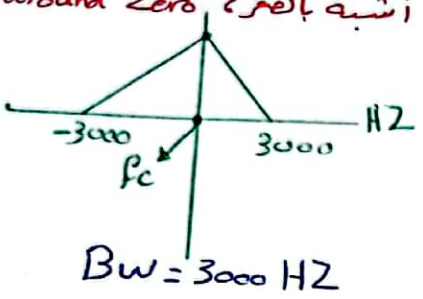
- هون بنلجأ لمفهوم الـ modulation (تعديل) ← هو عبارة عن عملية تغيير بالسيغنال بحيث تنقل كل واحدة على حدة بنفس الوقت لكن بـ freq مختلف، كيف ؟؟
بنعمل shift للسيغنال من High freq إلى low freq من خلال تكنيك معين.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

*عشان نرسل اشارة لازم نعمل لها shift من الـ Base band على الـ High Freq حيث الـ Center ثم نرسلها.

• Base band Signal

يعني انه الـ Center تبعها قليل و أشبه بالصفر around Zero

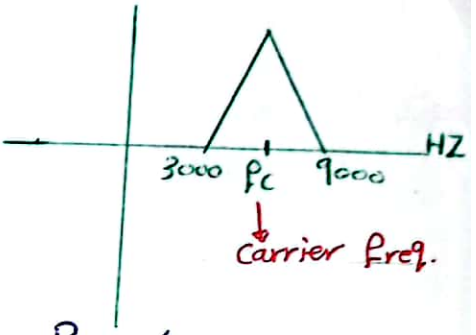


Bw = 3000 HZ

Band width ← (Bw) ← *يكون بالرسمة لو سألك عن الـ Bw هو عبارة عن: all Positive Frequency

• Band Pass Signal

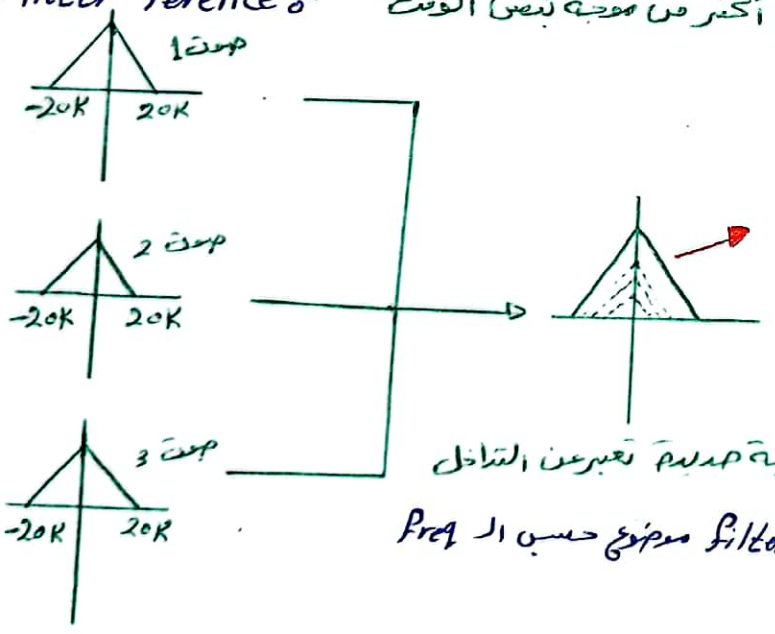
يعني أنه الـ Center تبعها عالي (fc).



Bw = 6000 HZ

---

* inter ference: هو عبارة عن تداخل أكثر من موجة بنفس الوقت

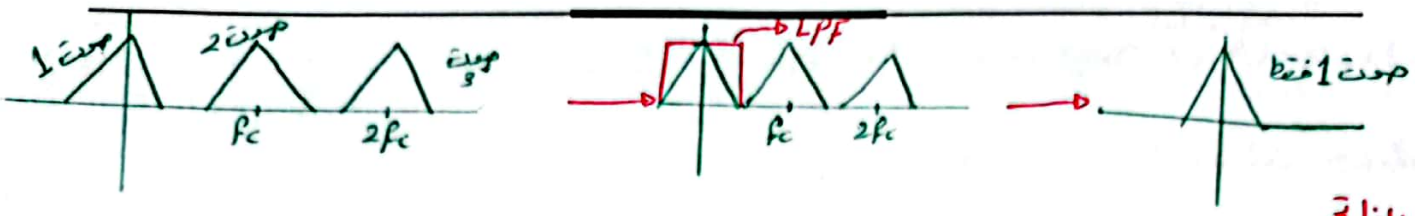


الـ 3 أمواج تجمعوا وكونوا موجة عبارة عن مجموعهم

* كيف نحل المشكلة: بنقل كل واحدة على High Freq حتى

بعد هيك إذا بدي إسمع شي معين منهم بستخدم filter موضوع حسب الـ Freq للسيجنال المطلوبة مثلاً بدي موجة 1

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

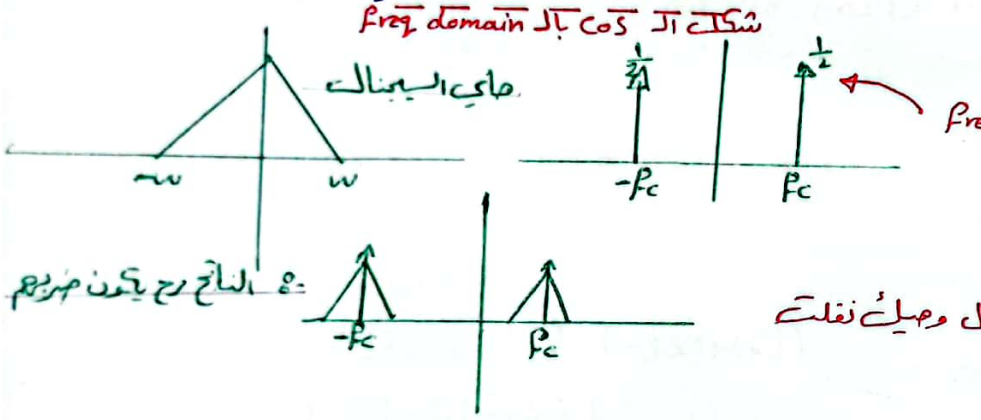


* عشان أنقل السيجنال من low freq الى high freq رياضيًا بضرب السيجنال بـ $\cos(2\pi f_c t)$

- $\cos(2\pi f_c t) \xrightarrow{\mathcal{F}} \frac{1}{2}[\delta(f-f_c)+\delta(f+f_c)]$ ← Delta function

freq domain بال cos شكل ال

⇐ تعال نشوفها بالرسم :-



* كل دلتا رح تقوم نسخة من السيجنال وهيك نقلت السيجنال إلى high freq .

---

* Hilbert Transform :-

هو نظام تحويل ، الفائدة منه عمل ازاحة بمقدار 90° درجة
(Phase Shift → $\pm\frac{\pi}{2}$)

هاي اشارة تتلسق

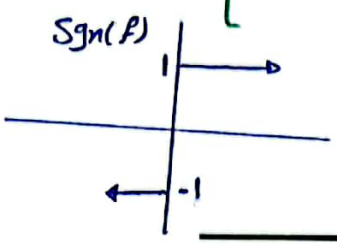
- $\hat{g}(t) = \frac{1}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{g(\tau)}{t-\tau}d\tau = \frac{1}{\pi t} \circledast g(t)$ ← Time
  Convolution
- $G(f) = G(f) \odot [-j\,sgn(f)]$ ← Frequency
  ضرب عادي

$\frac{1}{\pi t} \longrightarrow -j\,sgn(f)$

$$sgn(f) \begin{cases} 1, & f>0 \\ -1, & f<0 \end{cases}$$

* زي ما حكينا في المقدمة عملية ال convolution صعبة نسبيًا لذلك لجأ إلى freq. domain

Convolution in time ⟶ Product in freq.



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$-jsgn(f) = \begin{cases} -j & , f>0 \\ j & , f<0 \end{cases}$ $sgn(f)\begin{cases} -1 & , f<0 \\ 1 & , f>0 \end{cases}$ ← حسا عندك $-jsgn(f)$ ، بكون احنا مبدلنا $sgn(f)$ لذلك رح تصير

← تعال نوخذ مثال نفهم الخرابيش اللي فوق 😅

ex: $g(t) = 2\cos(2\pi f_c t)$ find $\hat{g}(t)$?

* احنا بنعرف انه H.T بعمل إزاحة بمقدار 90° ، تعال طبق 👇

$\cos(2\pi f_c t) \xrightarrow{H.T} \cos(2\pi f_c t - \frac{\pi}{2})$

$\sin(2\pi f_c t) = \cos(2\pi f_c t - \frac{\pi}{2})$

* في ملاحظة بتحكي 😅

بعد هاي الملاحظة رح يصير بحالتين 😅

وهذا الجواب ← $\cos(2\pi f_c t - \frac{\pi}{2}) = \sin(2\pi f_c t)$

* بعض السيجنالز ما رح تكون سهلة زي الـ cos لهيك ما رح تربط حركة "زيد $\frac{\pi}{2}$" والملاحظة، رح ناخذ الحالة الثانية اللي هي بالـ freq 😅

$\hat{G}(f) = [G(f)] \cdot [-jsgn(f)]$

$= \left(\frac{1}{2}[\delta(f-f_c)+\delta(f+f_c)]\right) \cdot (-jsgn(f))$

$= \frac{-j}{2}[\delta(f-f_c) - \delta(f+f_c)]$

$= \frac{1}{2j}[\delta(f-f_c) - \delta(f+f_c)]$

$g(t) \rightarrow G(f)$

$\cos 2\pi f_c t \rightarrow \frac{1}{2}[\delta(f-f_c)+\delta(f+f_c)]$

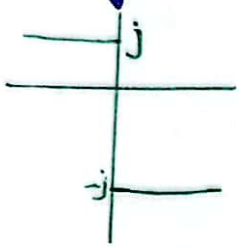
$\frac{1}{2j}[\delta(f-f_c) - \delta(f+f_c)] \rightarrow \sin(2\pi f_c t)$ * زي ما بنعرف بالمقدمة

$= \sin(2\pi f_c t)$

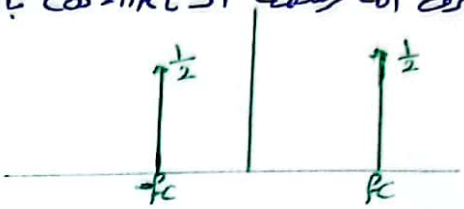
← عشان تفهم شو صار بالضرب تعال قبت

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

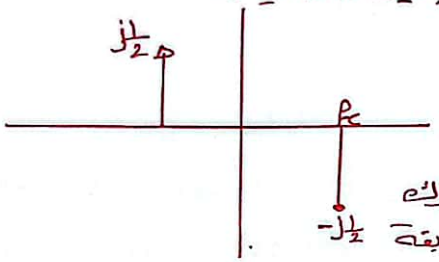
*أنا بعرف انه $-jsgn(f)=\begin{cases} -j & f>0 \\ j & f<0 \end{cases}$ عبارة عن $-jsgn(f)$ و بالرسم رح يكون



*و بعرف انه رسمة الـ $\cos 2\pi f_c t$ بال freq هيك



• بعد ما أخربهم ببعض صار سالبة بسالبة وصار موجبة بموجبة رح يصير كالآتي :-



⇒ رياضيًا

$$G(f)=\frac{j}{2}\delta(f+f_c)-\frac{j}{2}\delta(f-f_c)$$
$$=\frac{j}{2}[\delta(f-f_c)-\delta(f+f_c)]$$
$$=\frac{1}{2j}[\delta(f-f_c)-\delta(f+f_c)]$$
$$=\sin(2\pi f_c t)$$

طلعت عامل مشترك
عشان أحقق المتطابقة

*Properties of H.T :-

① $g(t) \rightarrow \boxed{\frac{1}{\pi t}} \rightarrow \boxed{\frac{1}{\pi t}} \rightarrow -g(t)$

$G(f) \rightarrow \boxed{-jsgn(f)} \rightarrow \boxed{-jsgn(f)} \rightarrow -G(f)$

*هون بحكي انه اذا عملت مرتين للسيغنال H.T رح ترجع نفسها لكن بإشارة سالبة و الإشارة السالبة تعتبر عن Phase shift مقدارة 180° .

② $\int g(t)\cdot\hat{g}(t)\,dt = Zero$

هون قبلك اذا عاملت السيغنال مع الـ H.T تبعها ← الناتج صفر ليش !
لأنه بينهم 90° درجة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* Shannon's information capacity :-

$C = B \log_2(1+SNR)$ bits/capacity

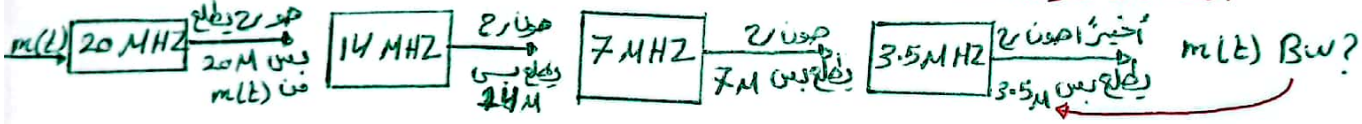
- C → max channel capacity
  بتقدر نحكي انه أشبه بسرعة الانترنت او سرعة الاتصال
- B → Band width
- SNR → Signal to noise ratio
  الأشياء المؤثرة على سرعة الانترنت :-
  ① Power of signal
  ② Band width for channel
  ③ SNR

ex :- مثال توضيحي

Signal has Bandwidth = 40MHZ
m(t) → BW = 40MHZ

كل مربع عبارة عن بوابة بتسمح بمرور السيجنال حسب الـ BW تبع البوابة.

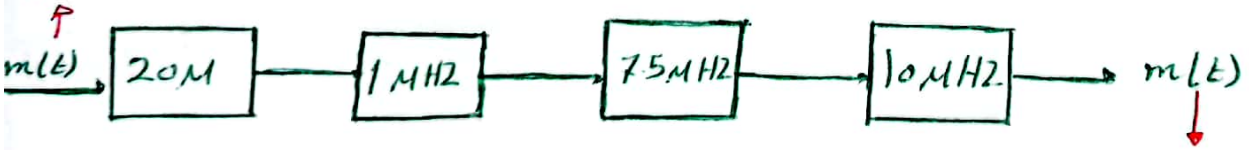
← بدنا نعرف كم سرعة الاتصال في هذا النظام بالثانية الواحدة، علمًا انه كل مربع الـ BW تبعه



* يعني في هذا النظام أعلى سرعة اتصال رح تكون Bandwidth مقدارها 3.5MHZ

- قاعدة عامة :- أعلى capacity رح تكون عند أقل Bw

. نفس الشيء لما يكون هيك :-



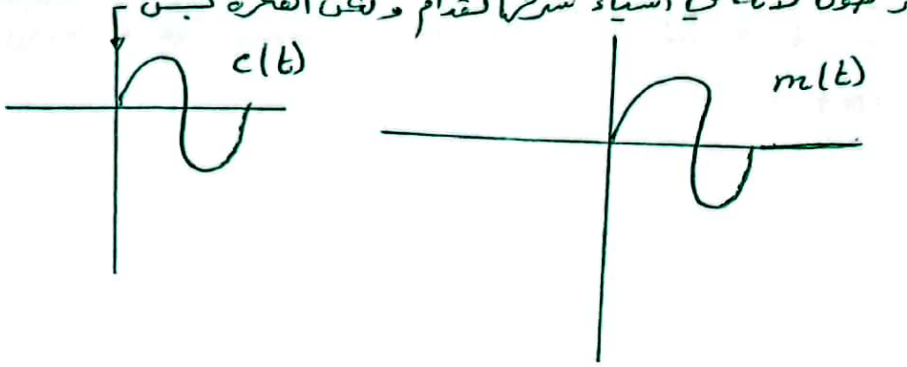
Bw = 1 MHZ ليش ؟! لأنه حكينا سرعة الاتصال دائمًا رح تحددها أقل Bw

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

*Pre-envelop:-

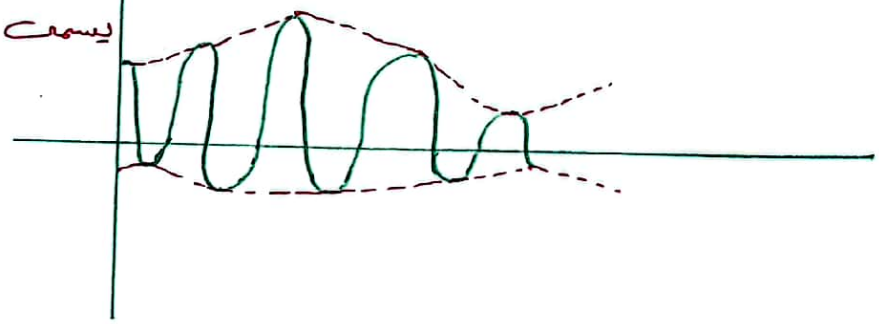
بالعربي شو يعني؟ - خطاء زو علاف، تعال نشوف بالذالوج شو يعني؟-

ما رح تفهم عليّ كتير هون لأنه في أشياء شرحها لقدام و بعدين الفكرة بس



هون لو مثلنا m(t) مع c(t) رح بعطينا s(t) هيك شكلها

لو وصلت ال Peaks مع بعض بخط متقطع رح تطلع معنا m(t)، وهذا الخط يسمى envelop

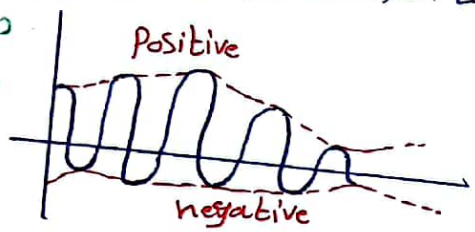


هيك ال Pre-envelop ⇐ هو تمثيل للسيغنال بدلالة ال H.T تبعها -

Time

$$g_+(t) = g(t) + j\hat{g}(t), \quad \text{Positive Pre-envelop}$$

$$g_-(t) = g(t) - j\hat{g}(t), \quad \text{negative Pre-envelop}$$



Frequency

$$G_{\pm}(f) = G(f) \pm j[-j\,\mathrm{sgn}(f)\cdot G(f)] \quad (\text{H.T in freq} = \hat{G}(f))$$

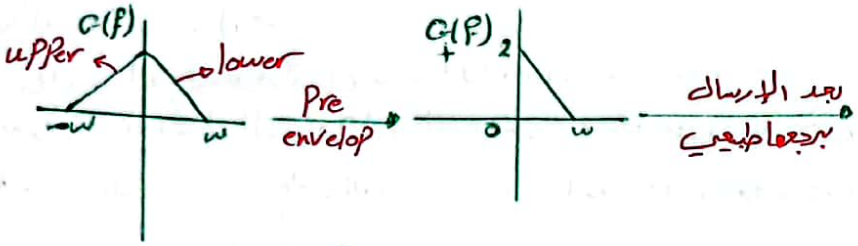
$$= G(f) \pm j\hat{G}(f)$$

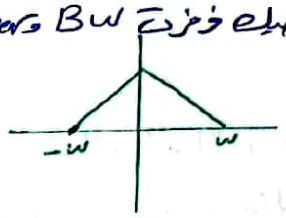
$$G_+(f) = \begin{cases} 2G(f), & f > 0 \\ 0, & f \le 0 \end{cases}$$

$$G_-(f) = \begin{cases} 0, & f \ge 0 \\ 2G(f), & f < 0 \end{cases}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* السؤال الهام: ليش بتخدمه؟! مثلاً عندي سيجنال متطابقة الشكل حول الصفر، بدك ما أنقلها كلها وآخذ بدور زيادة تأخذ منها سواء upper او lower وبرسلها بعدين بستقبلها وبعملها نفس ثانية معكوسة وهيك فوفرت Power و BW





* كل اللي حكيناعنه كان Pre-envelop للـ low freq و هسا بدنا نشوف الـ high freq

$$g_+(t) = \tilde{g}(t)\, e^{j2\pi f_c t}$$

$\tilde{g}(t)$: Complex envelop — $e^{j2\pi f_c t}$: Phase shift by f_c

Notedda

* نستخدم الـ Complex envelop بحالة high freq عشان نعمل اشبه بترجيع السيجنال للـ low freq نعمل اللي بدنا اياه من العمليات بعدين بنرجعها لأصلها

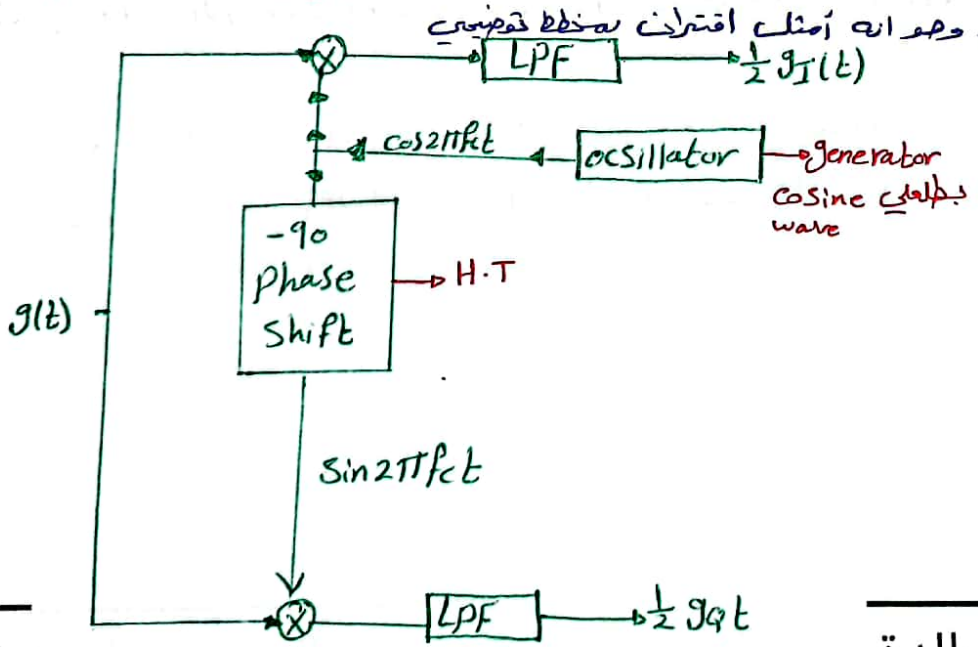
$$G_+(f) = \tilde{G}(f - f_c)$$

$$\tilde{g}(t) = g_I(t) + j g_Q(t)$$

$g_I(t)$: in phase component — $g_Q(t)$: Quadrature component

$$g(f) = g_I(t)\cos(2\pi f_c t) - g_Q(t)\sin(2\pi f_c t)$$

⇐ بدنا نتعود على نمط جديد وهو انه أصلاً اقترانات بمحظ توضيحي



إعداد: باسل الخوالدة
خط: ديما حواتمة و سارا عنيزات

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

*Modulation and Demodulation

-Modulation:- high Freq إلى low Freq من عملية نقل السيجنال عبارة عن

← هسا بحكك عام هذا الكي ؟، التنين رح ندخل بمفهومها العميق و أنواعها ←

تعال أوضحها بمثال :-

عندك رسالة بدك تبعتها لشخص، كيف رح تبعتها ؟

افترض انه احنا بال ١٩٥٥ وماكي انترنت ولا بريد الكتروني، الحل هو ارسال الرسائل ع ساعي البريد تمام !؟

أنت بدك محتوى الرسالة طيب بدي اشتي-محل المحتوى، هون بتجيب ورقة بيضاء مثلاً وبتكتب عليها حلوة!

← تعال نشوفها بالداتا لوج :-

عندي 3 شغلات رئيسية

1) Carrier → c(t) → الورقة الفاضية

2) message → m(t) → الرسالة حط عقلي

3) result → S(t) → ورقة مليانة

• زي ما حكيت فوق عشان انقل رسالتي بدي ورقة فاضية أكتب عليها، طيب عنونة الرسالة هي التي تدل على الورقة الفاضية وخلتها مليانة.

* عشان نحقق مبدأ ورقة فاضية مليانة ورسالة، بدي حامل يكون Pure (نقي) ومتوفر بسهولة وال Bw له مالانهاية، شو هو ؟!

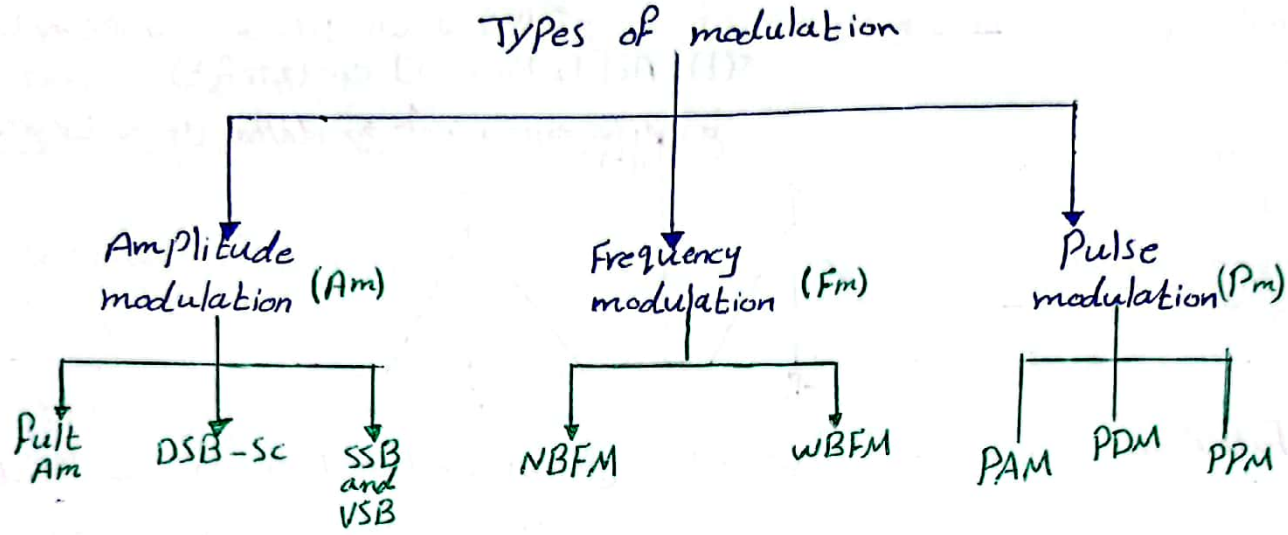
* Sinusoidal Signal:- Sin, Cosine

• رح نتعامل مع الـ Cosine في هيدم المادة.

* بالخلاصة ← عملية الـ modulating عبارة عن تعديل على Parameters الحامل من قبل الرسالة.

-Demodulation:- هو عبارة عن الغاء عملية التعديل التي قمنا بها لحتى نحصل على الرسالة وهذا هو هدفنا في هيدم المادة انه انقل الرسالة وتوصل.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



* من هاي اللحظة لنهاية الماده رح نحكي عن أنواع الـ modulation و خواصها و الثانية تبعته، بعدين رح نحكي عن الـ demodulation لكل واحد منهم.

← أول شيء رح أبلش بـ أنواع الـ Amplitude modulation:-

* Amplitude modulation

① Full Am :- في هذا النوع من التعديل رح نجيب مسج (رسالة) وغليها تعتمد على الـ amp للحامل.

$$c(t) = Ac \cos(2\pi fc\, t)$$

هذا شكل الحامل من دون لنهاية

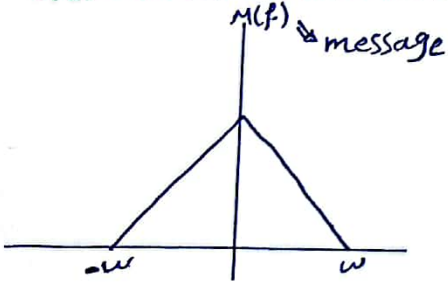
$$\bar{m}(t) = Ao + Ka\, m(t)$$

الحامل — message signal

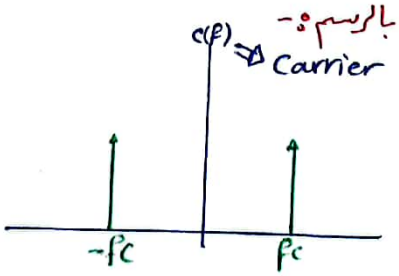
Ao: Dc voltage — Ka: amplitude sensitivity

← هسا بنضرب الحامل بالمسج عشان غليها تعتمد على الـ amp:-

$$s(t) = \bar{m}(t) \cdot c(t) = [Ao + Ka\, m(t)] \cdot Ac \cos(2\pi fc\, t)$$



⇐ تعال نشوف كيف الحكي الي فوق بالرسم:-

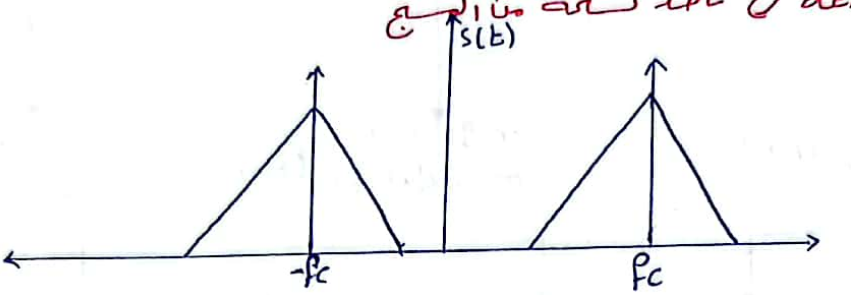


الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

بعد ما نضربهم ببعض من خلال المعادلة التالية :-

$$S(t) = Ac[1 + Kam(t)] \cos(2\pi fct)$$

رح ينتج عنا انه كل delta رح تأخذ نسخة من المسبح



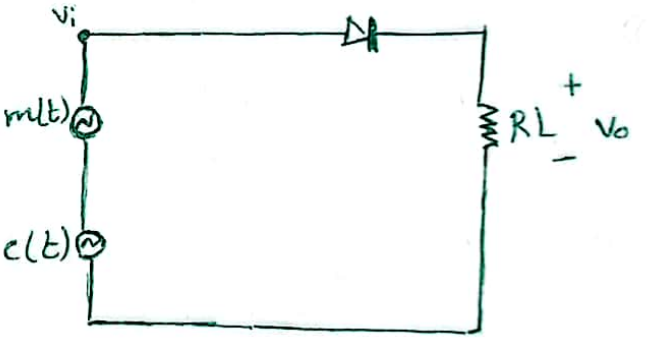
* بلاحظ هون انه الحامل انتقل ع المسبح عشان هيك سميت بـ [Full Am]

⇐ رح نشوف أنواع أخرى ما رح ينتقل الحامل لاحقًا .

كيف رح نعمل (Full Am modulation) من خلال دارة (Switching Diode) ؟

*Switching Diode :-

$$V_i = m(t) + c(t)$$



* لما ندخل سيجنال Vi على الدايود رح يشتغل الدايود زي [multiply by square wave] :-

$$V_o = V_i \cdot g_{To}(t)$$

$$g_{To}(t) = \frac{1}{2} + \frac{2}{\pi} \cdot \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1}}{(2n-1)} \cos(2\pi fc\, t(2n-1))$$

إعداد: باسل الخوالدة
خط: ديما حواتمة و سارا عنيزات

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$v_1 = m(t) + A_c \cos(2\pi f_c t)$

$v_2 = v_1 * g_{T_0}(t)$, $g_{T_0}(t) = \frac{1}{2} + \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1}}{2n-1} \cos(2\pi f_c t (2\pi - 1))$

* ناتج هذي العملية رح يتكون من رياضيا من مطلوب منك اشتقاقات لكنه بدي $c(t) \cdot c(t)$
$m(t) \cdot c(t)$
$m(t) \cdot m(t)$ اياك تخونه هو الصيغة النهائية العملية هي بتتكون

منحيثش ←

1 wanted component :-

$s_{FullAM}(t) = \frac{A_c}{2}\left[1 + \frac{2}{\pi A_c} m(t)\right] \cos(2\pi f_c t)$

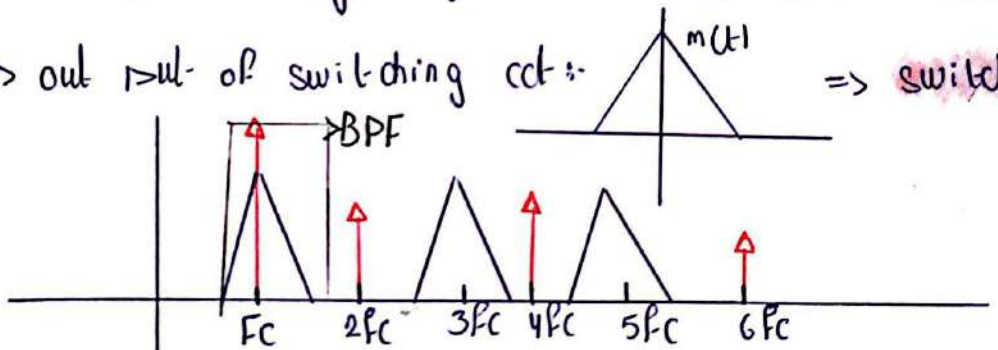
$= \frac{A_c}{2}\left[1 + k_a m(t)\right] \cos(2\pi f_c t)$, $k_a = \frac{2}{\pi A_c}$

2 un wanted component :-

a) delta's at $\pm 2f_c$, $\pm 4f_c$, $\pm 6f_c$, $\pm nf_c$, even (n)

b) versions of message signal at , $\pm 1f_c$, $\pm 3f_c$, $\pm 5f_c$, $\pm nf_c$, (n) odd

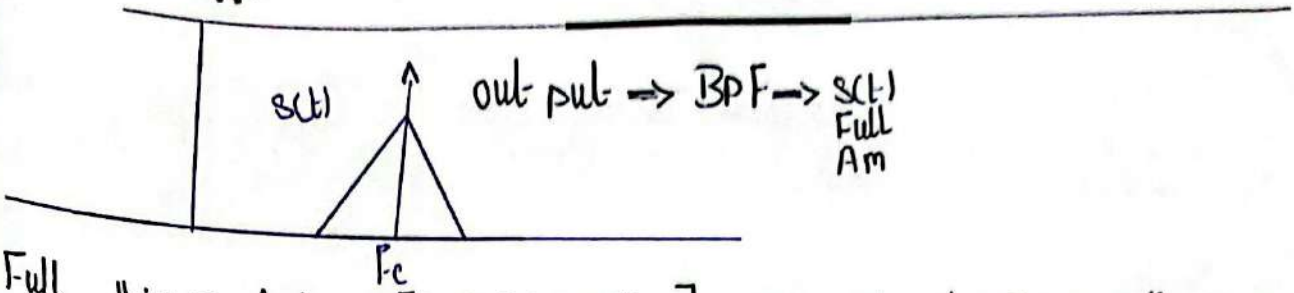
=> out put of switching ckt :-



=> switching ckt => output

* ملاحظة :- يوجد خمس الرسمة بالصورة السالبة لـ

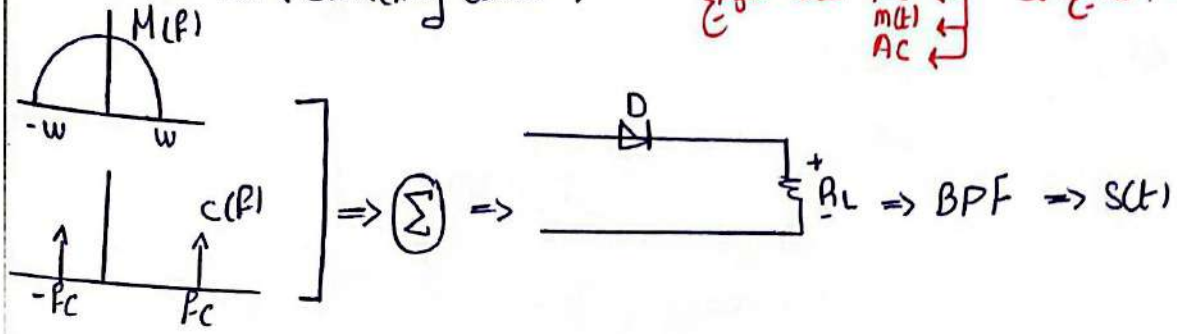
Scanned with CamScanner



*لكي ما نلاحظ انه الناتج هي طلع عبارة عن [carrier + message] هذا اسمي بجي عن ال Full Am

* example For (switching diode)

* سؤال المبدائي بحصة قبل لا Fc, m(t), Ac ← فقط للتوضيح



1) write down the time-domain representation s(t) before BPF and after

2) sketch the spectrum Amplitude before and after BPF

3) Find the value of Band width after BPF.

Scanned with CamScanner

* Solution:-

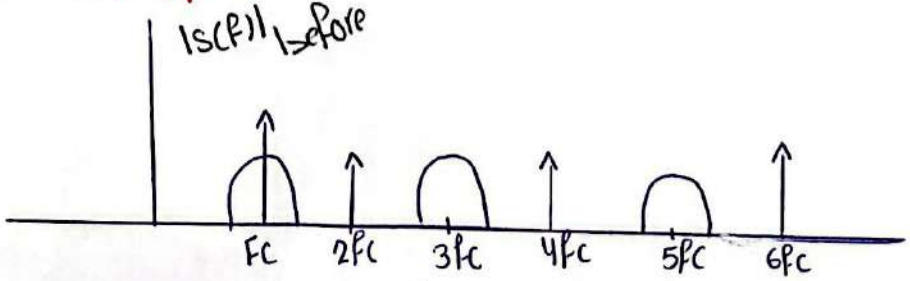
1 @ before => $s(t) = A_c [1 + k_a m(t)] \cos(2\pi f_c t)$

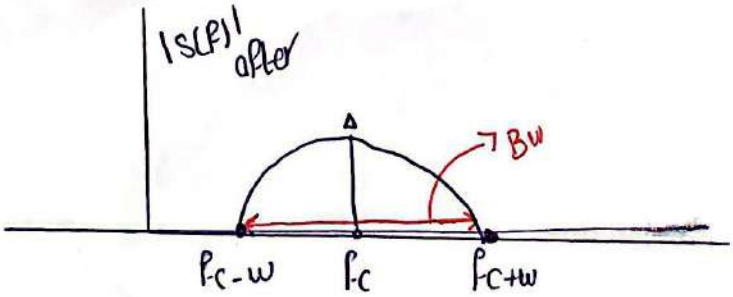
(b) => delta's at $\pm n f_c$, n: even = 2, 4, 6, 8...

• version of message at $\pm n f_c$, n: odd : 1, 3, 5, 7...

after => a $s(t) = A_c [1 + k_a m(t)] \cos(2\pi f_c t)$

2 before BpF:-





3 Bw = all positive freq = $2f_m = 2w$

Scanned with CamScanner

* حبيب كل اللي لتذناه معادلة وشكل الـ message كان عشوائي وغير محدد، من هون رايح نحدد شكلها وشكل.

* Single tone signal:- هي عبارة عن sinusoidal بتمثل لـ ماذين الـ Fm بتمثل ترددات

stone - نغمة بيانو لـ ماذين الـ Freq بتمثل وتعطي نغمة مختلفة

$m(t) = Am \cos(2\pi f_m t)$

$S(t) = Ac[1 + k_a m(t)] \cos(2\pi f_c t)$

$S(t) = Ac[1 + k_a Am \cos(2\pi f_c t)] \cos(2\pi f_c t)$

$S(t) = Ac \cos(2\pi f_c t) + Ac\,Am\,k_a \cos(2\pi f_m t) \cdot \cos(2\pi f_c t)$

$S(t) = \underbrace{Ac \cos(2\pi f_c t)}_{\text{Full Am}} + \frac{Ac\,M}{2}[\cos(2\pi(f_c + f_m)t) + \cos(2\pi(f_c - f_m)t)]$

* $M = \text{Modulation index} = Am \cdot k_a$

$\cos a \cos b = \frac{1}{2}\cos(a+b) + \frac{1}{2}\cos(a-b)$

carrier بنلاحظ وجود حد لـ

وهذا اللي بميز الـ [Full Am] عن وجود

الحامل بعملية النقل...

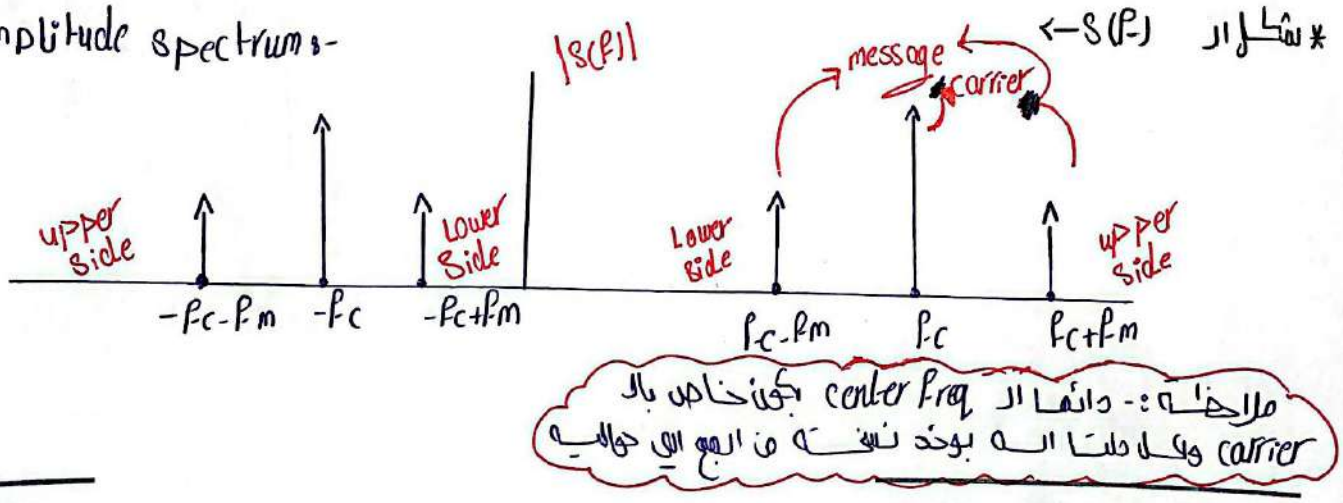
الـ message بالـ high freq

$S_{\text{Full Am}}(f) = \frac{Ac}{2}[\delta(f - f_c) + \delta(f + f_c)] + \frac{Ac\,M}{4}[\delta(f - (f_c + f_m)) + \delta(f + (f_c + f_m))]$

$+ \frac{Ac\,M}{4}[\delta(f - (f_c - f_m)) + \delta(f + (f_c - f_m))]$.

* Amplitude spectrum:-

* شكل الـ $S(f)$



ملاحظة:- دائما الـ center freq بكون خاص بالـ carrier وعلى طول الـ بوجد نغمة من اليمين واليسار حواليه

إعداد: باسل الخوالدة
خط: ديما حواتمة وسارا عنيزات

Scanned with CamScanner

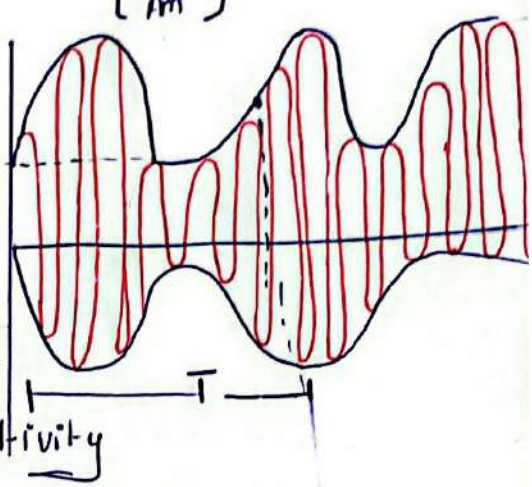
* شفنا رسمة ال $\left[\begin{smallmatrix}S(f)\\ \text{Full}\\ \text{Am}\end{smallmatrix}\right]$ وكيفية طلاع ال $\left[\begin{smallmatrix}\text{Amp}\\ \text{spectrum}\end{smallmatrix}\right]$ هسا رح نشوف رسمة ال $S(t)$:

من الرسمة بقدر اطلع قيمة ال Modulation index

$$M = \frac{A_{max} - A_{min}}{A_{max} + A_{min}}$$

$$M = ka\, Am$$

$$M = \frac{Am}{Ac}$$



Am : Amplitude message
Ac : Amplitude carrier
ka : amplitude sensitivity

* هسا بنيجي نحسب ال power والـ efficiency لـ $\left[\begin{smallmatrix}P\text{-full}\\ \text{Am}\end{smallmatrix}\right]$:

* Power of carrier $= \frac{Ac^2}{2}$

* Power of upper side $= \frac{Ac^2 M^2}{8}$

* Power of Lower Side $\frac{Ac^2 M^2}{8}$

* Power efficiency = Percentage modulation = $\frac{\text{power in side band}}{\text{total power}}$

* $$\eta = \frac{\frac{Ac^2M^2}{8} + \frac{Ac^2M^2}{8}}{\frac{Ac^2M^2}{8} + \frac{Ac^2M^2}{8} + \frac{Ac^2}{2}} = \frac{\frac{Ac^2M^2}{4}}{\frac{Ac^2M^2}{4} + \frac{Ac^2}{2}} = \frac{M^2}{M^2+2} = \eta$$

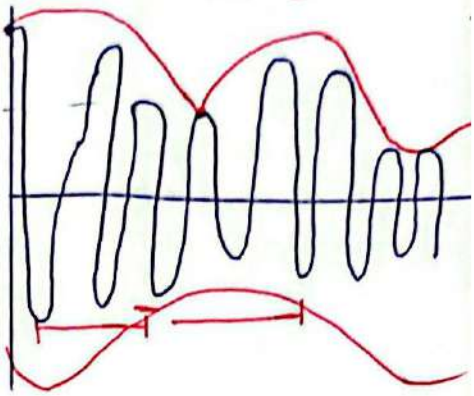
* $ka = \frac{M}{Am}$

* $Bw = 2fm$, $fm = \frac{1}{T}$, T : فترة اول دورة من $S(t)$ عندها بتتكرر

Scanned with CamScanner

example :-

For Full Am signal answer the following questions:- [hint:- Am = Ac = 1]



1. what is the value of the Amplitude sensitivity?

$M = k_a A_m$, $k_a = \frac{M}{A_m} = \frac{0.36}{1} = 0.36$

2. what is the modulation index M?

$M = \frac{A_{max} - A_{min}}{A_{max} + A_{min}} = \frac{1.5 - 0.7}{1.5 + 0.7} = 0.36$

3. what is the bandwidth?

$B_w = 2f_m = 2Hz$, $f_m = \frac{1}{T} = \frac{1}{1} = 1$

4. Suggest a receiver to detect the message signal (show details).

* we use envelop detector, we will input the $\frac{Full}{Am}$ to diode for make version of message at origin in freq domain.

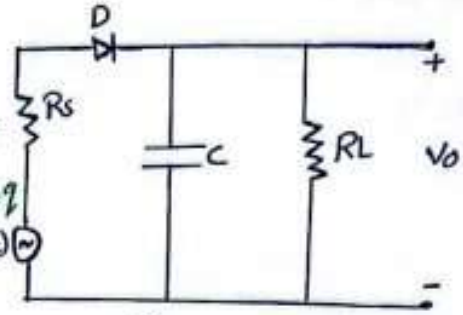
or detect the envelop of s(t) such that consider the message.

we will use LPF (RC) to remove additional signal

Scanned with CamScanner

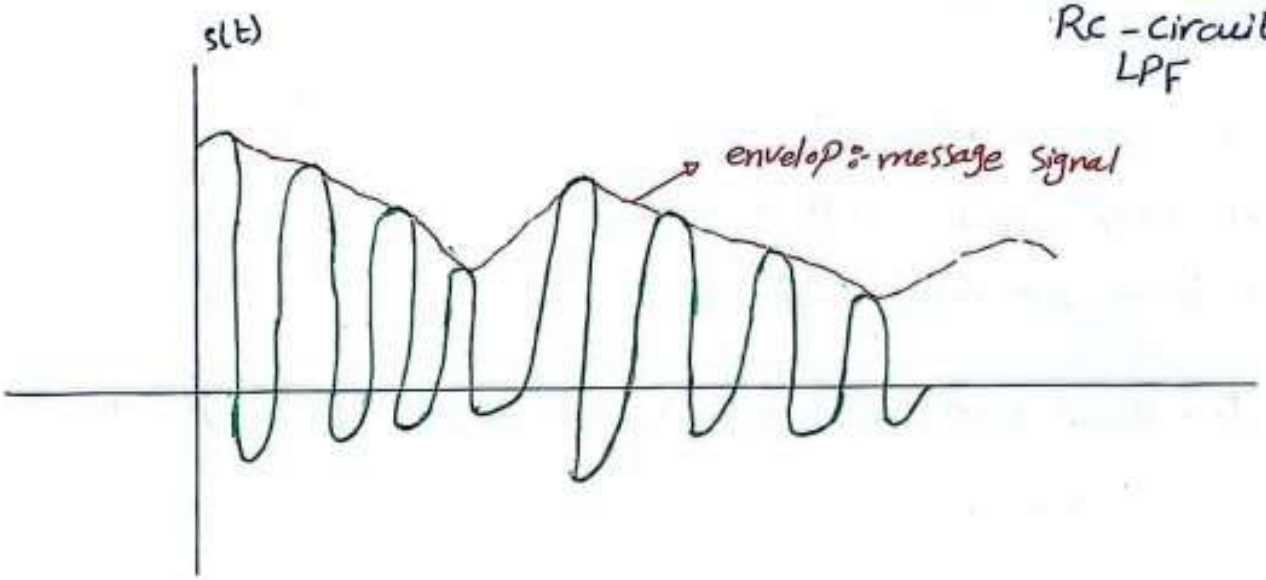
← هيا رح نعمل Demodulation Full Am من خلال دارة اسمها

*Envelop detector :- وهي دارة بتجيب المسج من s(t) من خلال رسم الـ envelop لها



⇐ رح أدخل s(t) على الدايود مرة ثانية عشان يقل من المسج عند low freq وبعدها بدخلها على LPF عشان نتخلص من الاشياء الزايدة unwanted Component

Rc - circuit
LPF



* Disadvantages of Full Am modulation :-

① waste Power of carrier, 66% of Power consume on carrier.

② waste Bandwidth, because we send 2w instead of send 1w

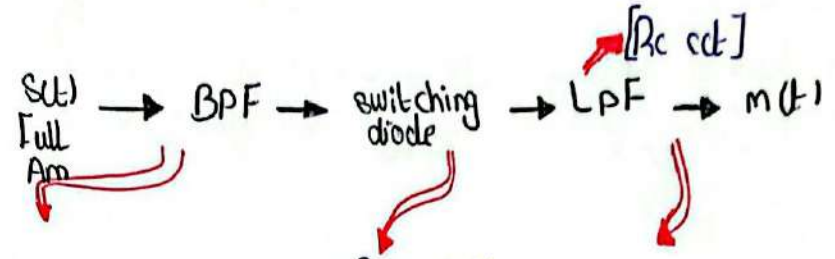
① عشان تنقل الحامل رح نضيف عليه كمية طاقة كبيرة مقدارها 66% وهنا تبذير

② عندنا مثلاً مسج بهذا الشكل

* لما نرفعها لـ high freq رح نفقد نرسل 2w وهنا تبذير

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

لا نحكي عن الـ Envelop detector بال ckt بال block diagram :-



الـ BPF فيها الـ signals اللي موجب فيها طابتاد الـ S(t) Full Am

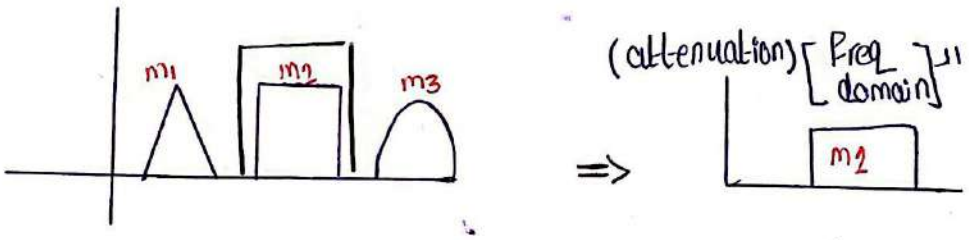
الـ switching diode لعلاجية جزء الـ cosine بحيث يعمل انتشعنة الـ copy عن الـ origin

الـ LPF عشان نرجعه ddlo's الـ ±2fc ± 4fc بال version's of message ±3fc ± 5fc

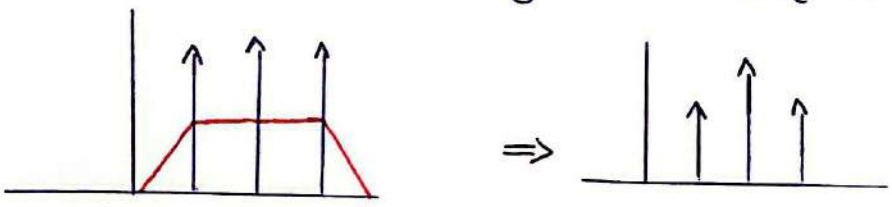
* طيب سؤ بعمل الفلتر سواء low pass أو high pass :-

أول شي احنا بنستخدم الفلتر عشان ناخذ المجال المطلوبة ونعمل تجاهل باقي الـ Siginals الموجودة بال domain، بالإضافة لكمان انه الفلتر بعمل Amplification للمجال ...

1) الغاء وتجاهل جزء من الـ Freq domain (attenuation)



2) عمل Amplification للمجال :- يعني زيادة كفاءة الـ Amp للمجال:



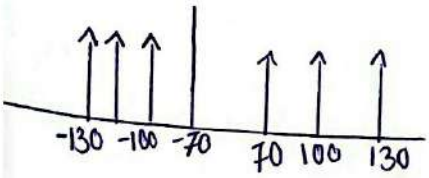
إعداد: باسل الخوالدة
خط: ديما حواتمة وسارا عنيزات

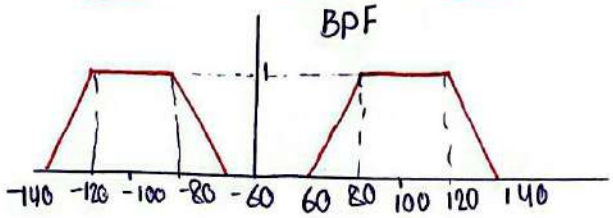
Scanned with CamScanner

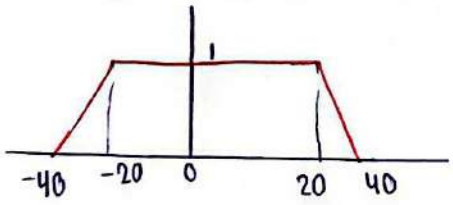
example for envelop detector:-

* For Full Am signal we want to recived it and detection the message, according to the figure below:-

Given:-





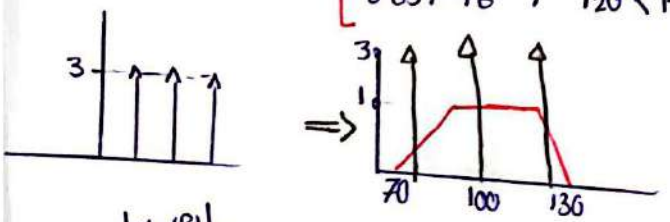


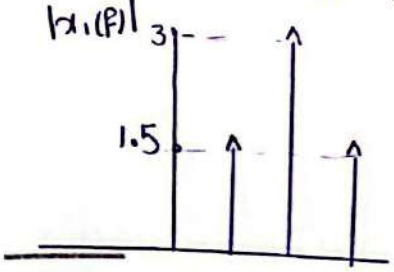
Solution:-

$S(t) \Rightarrow BPF \Rightarrow x_1(t)$

equation of BPF $= \begin{cases} 0.05f - 3 & ; \ 60 < f < 80 \\ 1 & ; \ 80 < f < 120 \\ -0.05f + 6 & ; \ 120 < f < 140 \end{cases}$

نح نظهر تأثير القوى
فقط كصيغة وفي مطابقة
الإشارة ...





الي بعملته هو كل وقتا بجا تأثير قيمة الفلتر عند الـ freq بتعطيها حسب انه فيك تجيب معادلة الفلتر [خط مستقيم، ثابت] وبجد فيك حسب الوقتا وبي واضحة بعوض الـ freq بجوا بهاد المعادلة بتعدين بطلع قيمة الوقتا بالمناخ الي طالع معي

مثال: $0.05f - 3 = 0.05(70) - 3 = 0.5$ قيمة الفلتر

قيمة الخط $0.5 * 3 = 1.5$

إعداد: باسل الخوالدة
خط: ديما حواتمة وسارا عنيزات

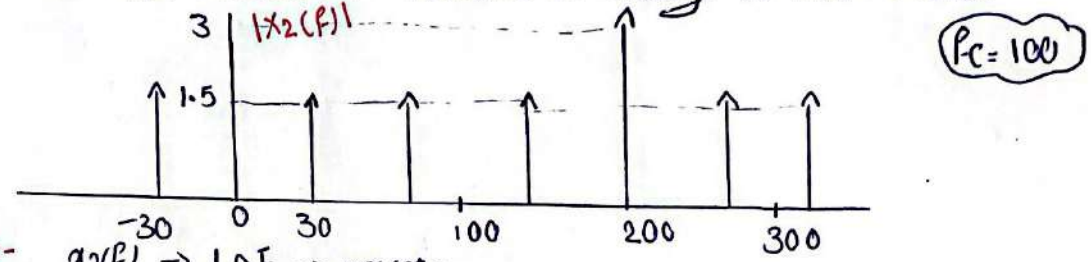
Scanned with CamScanner

Step 2:- $x_1(f) \Rightarrow$ Switching diode $\Rightarrow x_2(f)$

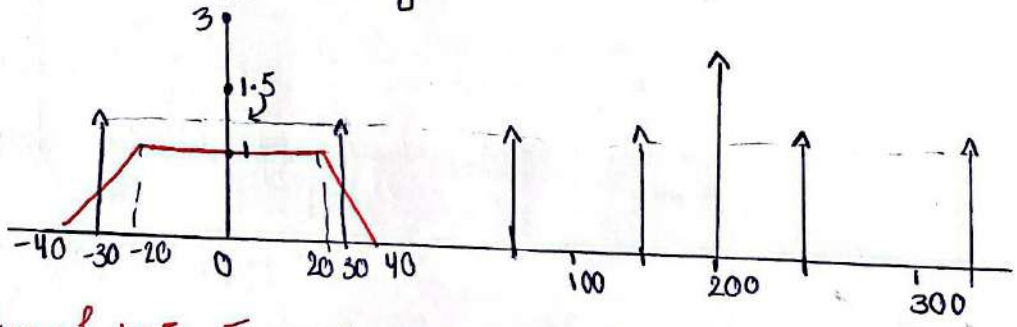
output of switching diode

1 message

2 delta's at $\pm nf_c$, n even, version's of message at $\pm nf_c$, n odd

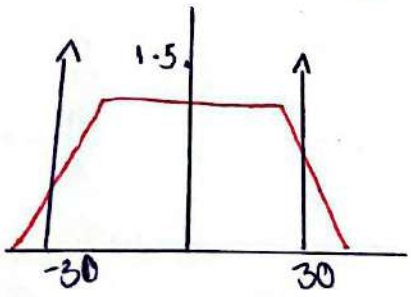


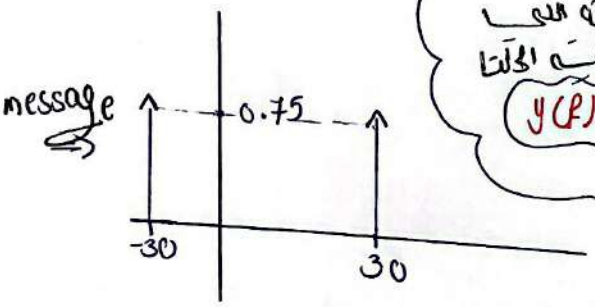
Step 3:- $x_2(f) \Rightarrow$ LPF $\Rightarrow$ message



equation of LPF

$$\begin{cases} 0.05f + 2, & -40 < f < -20 \\ 1, & -20 < f < 20 \\ -0.05f + 2, & 20 < f < 40 \end{cases}$$





* ملاحظة:- نفس العلاقة موجودة الـ Freq للدلتا بالمعادلة الي قبلها فبتقدر تجيبها وتفرقها بنفسك الحالتا

$Y(f) = x(f) \cdot H(f)$

Scanned with CamScanner

* Find the Band width after LPF :-

Bw = all positive freq = 30 Hz

* write down the freq - domain of output this system:

$H(f) = 0.75 [\delta(f-30) + \delta(f+30)]$

* write down the time - domain of output this system:-

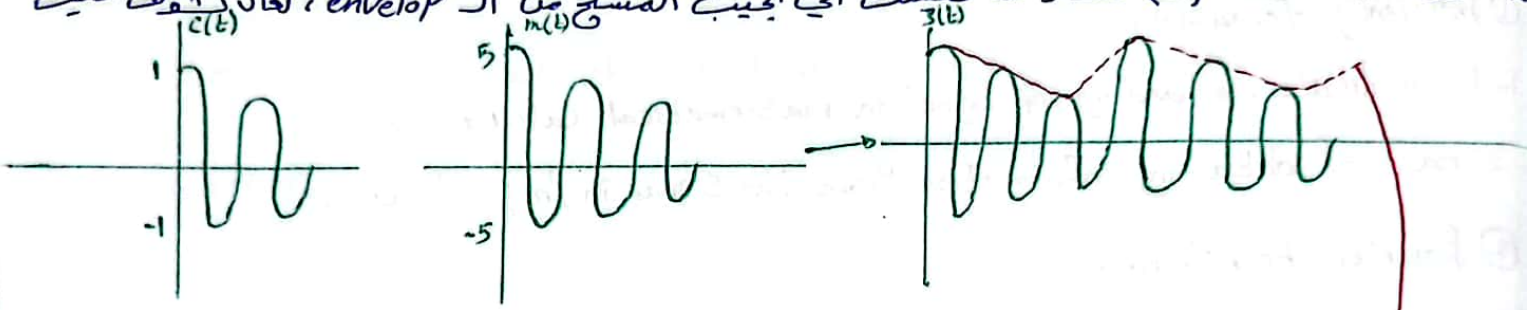
$m(t) = 1.5 \cos(2\pi 30t)$

Scanned with CamScanner

$|Ka*m(t)|<1$

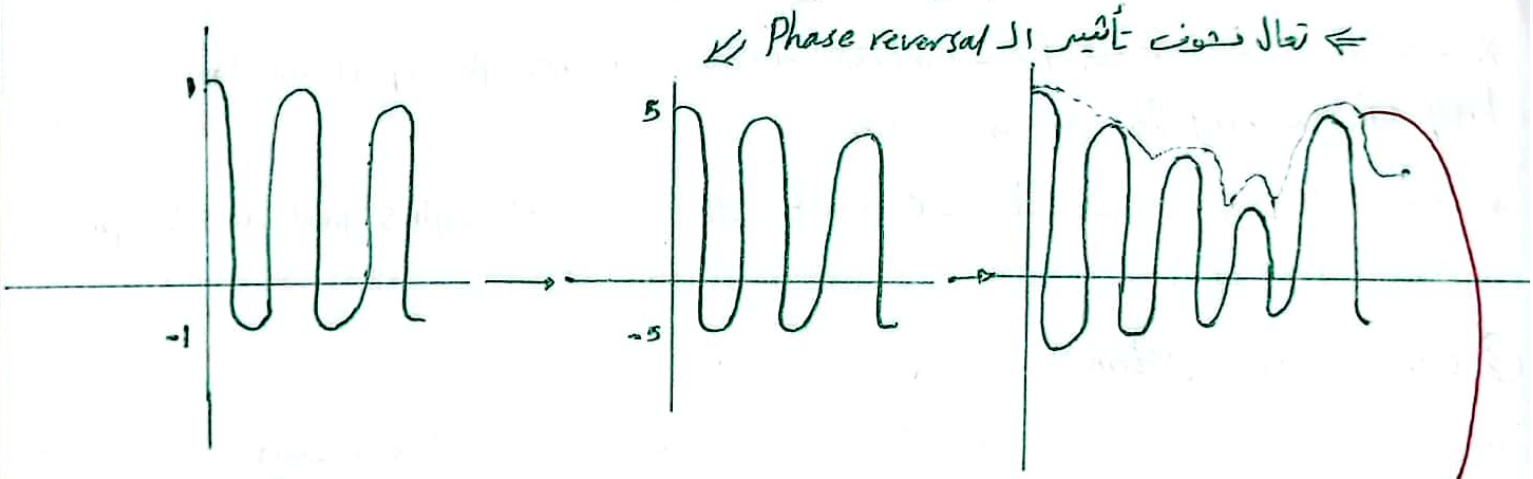
• مثلاً عشان cosine أكبر قيمة لها 1 ، ف المفروض Ka تكون أقل من 1 عشان تخفف الشدة (Ka<1) ، إذا كان (Ka>1) هون ح يصير عندي Phase reversal

* معنى Phase reversal ← تتذكر لما حكتلك اني بجيب المسج من الـ envelop ، تعال نشوف كيف



هذا هو الـ envelop بالوضع الطبيعي

← تعال نشوف تأثير الـ Phase reversal



هذا هو الـ envelop في حالة الـ Phase reversal ، ح يكون فيه انعكاس بسيط في قاع الموجة يسبب تشويش .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

⇐ ملاحظة:- أنا شرحت المادة بالعربي عشان تفهم شو بدكي بسهولة، بس بالامتحان بدك تكتب إنجليزي قدر الامكان عشان هيك رح أحطهن كل شي حكيتة بالإنجليزي

Summary

① Frequency domain:-

1- to facilitate the handling of signal in mathematical calculations.

2- ease of obtaining information from the signal in freq. domain.

② Fourier transform:-

•used to convert the signal from (time to freq) domain

* Low Pass Filter ⇒ RC - circuit allow to through signal has low center freq. (f_c) usually f_c around zero.

* Band Pass Filter ⇒ RLC - circuit allow to through signal has high center freq (f_c).

③ Comunication system:-

a system in which information is sent from the sender to the receiver through a specific channel.

④ Hilbert Transform:-

transform used to make phase shift of signal by 90° ($\pm\frac{\pi}{2}$)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

⑤ Pre-envelop:-

we used to get the upper or lower side of the signal instead of the whole signal.

⑥ Complex envelop:-

to facilitate the handling of the signal at the high center frequency.

⑦ modulation:-

the process of modifying the signal parameter through a specific method to transfer it from low to high freq.

⑧ Demodulation:-

Cancel the process of modifying the signal and return it to the low freq center.

⑨ Switching diode:-

an electronic circuit representing the modulation process in Full Am.

⑩ envelop detector:-

an electronic circuit representing the modulation process in Full Am by get envelop of the s(t).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

• examples of Full Am°-

For the amplitude modulated signal°-

$S(t) = 0.6\cos(2\pi 1000t) + 0.6\cos(2\pi 1100t) + 0.6\cos(2\pi 900t)$

① Find the message signal m(t).

② write the frequency domain S(f).

③ Sketch the amplitude spectra of s(f).

④ Find the Power of carrier.

⑤ Find the Power of (modulated signal / S(f), S(t)).

⑥ what is the bandwidth of s(t).

⇒ Sol°-

$S(t) = 0.6\cos(2\pi 1000t) + 0.6\cos(2\pi 1100t) + 0.6\cos(2\pi 900t)$

$m(t) = Am\cos(2\pi f_m t)$ ⟶ Signal tone message (نتعرفها بالمعادلات)

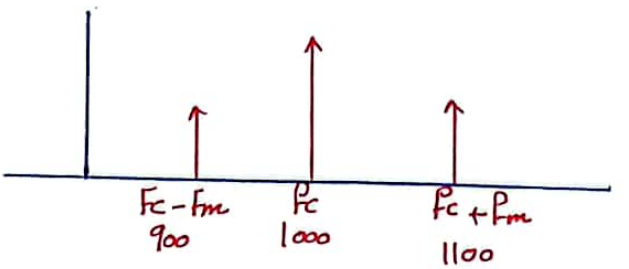
$S(t) = Ac[1 + Ka\, m(t)]\cos(2\pi f_c t)$

Full Am

$S(t) = Ac\cos(2\pi f_c t) + Ac\,Ka \cdot \cos(2\pi f_m t).\cos(2\pi f_c t)$

. حاصل ⇐ M, Ac, Am, fc, fm شدي

f_c = Center Freq = 1000 HZ ⇒



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

method 1

$f_m + f_c = 1100$

$f_m = 1100 - f_c$

$= 1100 - 1000$

$f_m = 100\ HZ$

method 2

$s(t) = A_c[1 + k_a \cdot A_m \cos(2\pi f_m t)] \cdot \cos(2\pi 1000 t)$

$s(t) = A_c \cos(2\pi 1000 t) + A_c A_m k_a \cos(2\pi f_c t) \cdot \cos(2\pi \underbrace{f_c}_{1000} t)$

$\cos a \cdot \cos b = \frac{1}{2}[\cos(a+b) + \cos(a-b)]$

$100\ HZ = 1100$ عن f_c نجد .

$100\ HZ = 900$ عن f_c نجد .

. $f_m = 100\ HZ$

$s(t) = A_c \cos(2\pi 1000 t) + \frac{A_c M}{2}[\cos(2\pi 900 t) + \cos(2\pi 1100 t)]$

$\frac{A_c M}{2} = 0.6$, $A_c = 0.6 \rightarrow f_c$ معامل cos ال $\frac{0.6 \cdot M}{2} = 0.6 \Rightarrow M = 2 = \frac{A_m}{f_c} \rightarrow A_m = 1.2$

من السؤال ؟- معامل الـ cos للمجموع د الفوق

① $m(t) = A_m \cos(2\pi f_m t)$

$A_m = 1.2$, $F_m = 100 \Rightarrow$ من اول السؤال

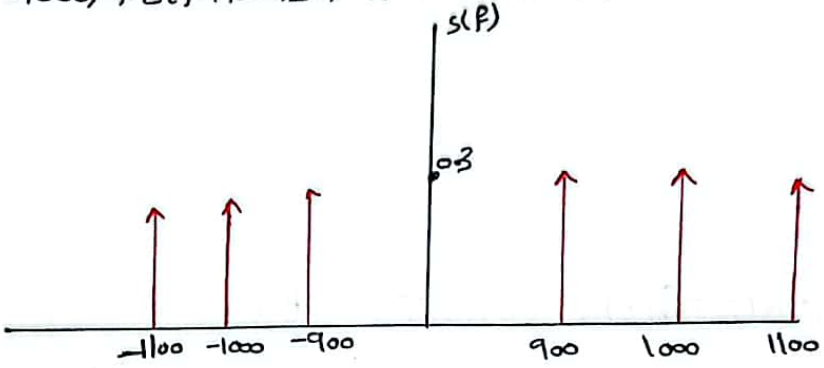
$m(t) = 1.2 \cos(2\pi 100 t)$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

② $s(t) = 0.6\cos(2\pi 1000t) + 0.6\cos(2\pi 1100t) + 0.6\cos(2\pi 900t)$

$S(f) = \frac{0.6}{2}[\delta(f-1000) + \delta(f+1000)] + \frac{0.6}{2}[\delta(f-1100) + \delta(f+1100)] + \frac{0.6}{2}[\delta(f-900) + \delta(f+900)]$

③



④ $P_{carrier} = \frac{A_c^2}{2} = \frac{(0.6)^2}{2} = 0.18w$

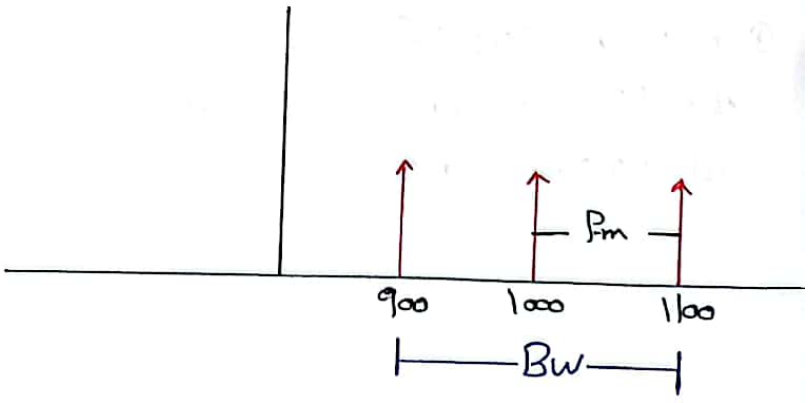
⑤ $P_{s(t)} = P_{lowerside} + P_{upper}$

$= \frac{A_c^2 M^2}{8} + \frac{A_c^2 M^2}{8}$

$= \frac{A_c^2 M^2}{4} = \frac{(0.6)^2 \cdot (2)^2}{4} = 0.36w$

⑥ $Bw =$ all positive freq.

$= 2 * f_m = 2 * 100 = 200Hz$



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* حكينا انه بال Full Am احنا بنصرف طاقة عالية على الحامل ، عشان هيك وضعوا نوع جديد من ال modulation .

* Double Side-Band-suppressed carrier (DSB-Sc).

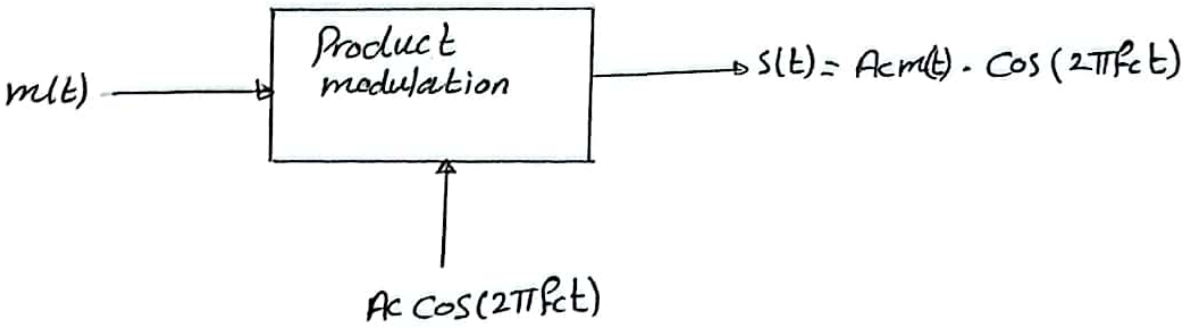
* في هذا النوع رح أرسل المسج سيجنال بدون الحامل (carrier) عشان أوفّر الطاقة المستهلكة عليه .

$$s(t) = \bar{m}(t) \cdot c(t) = m(t) \cdot Ac \cos(2\pi f_c t).$$

Double Side-band

* لكن هون $\bar{m}(t) = m(t)$ بدون Dc voltage Ao

← خلينا نمثّل عملية DSB-Sc modulation بـ diagram ↙



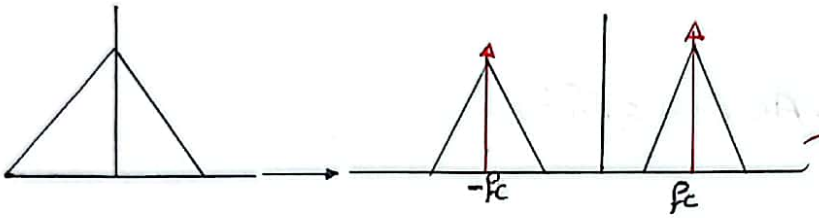
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* شو مختلف DSB-SC عن Full Am :-

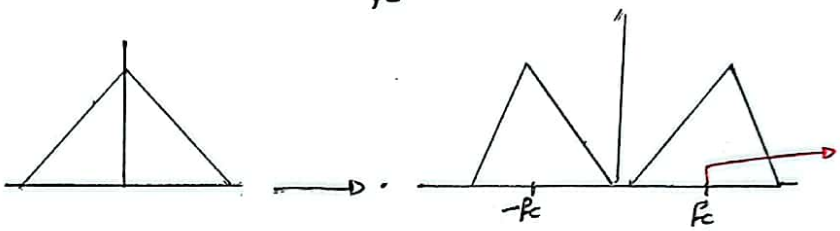
$$S(t) = A_c[1 + k_a m(t)]\cos(2\pi f_c t)$$
Full Am

$$= A_c \cos(2\pi f_c t) + A_c k_a m(t) \cos(2\pi f_c t)$$

نسخة من الحامل

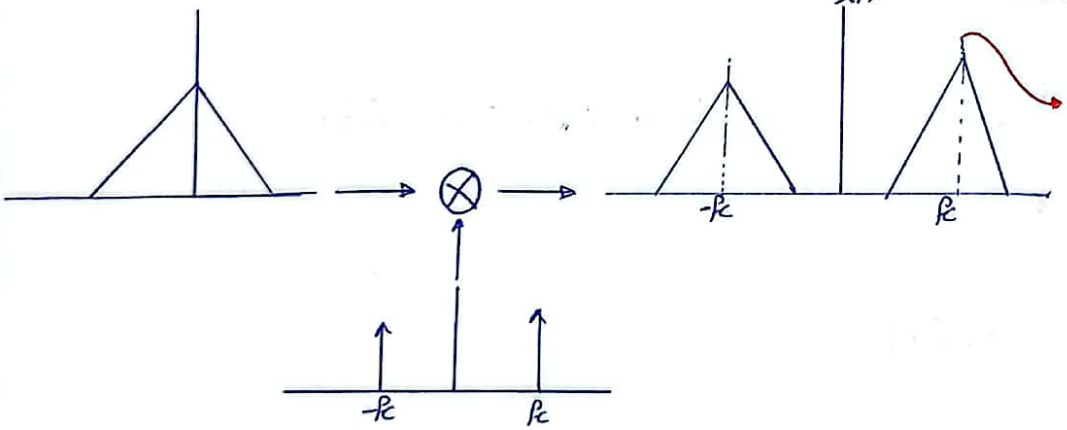


لاحظ هون وجود carrier



عدم وجود carrier

⇐ تعال نفهم بالرسم والمعادلات :-

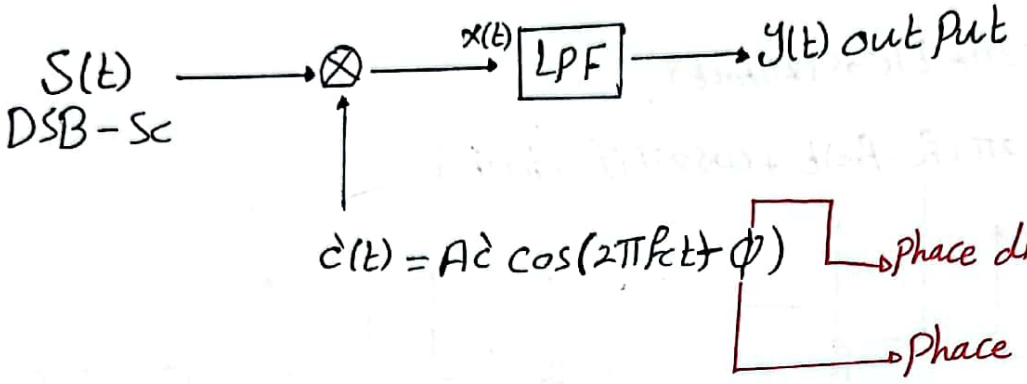


رسمة دلتا الـ carrier خط متقطع لأنه مش موجودين أصلاً.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

*Demodulation DSB-Sc :-

* عملية إلغاء التعديل رح تكون بنفس آلية التعديل لكن هناك فرق صغير



سببها انه المسيج وصي جاية ممكن تترتطم بحائط او جبل وحل الدفعة بتسات بجمعهم مع بعض ورح تتكون ϕ

رح نختم مبدأ Coherent detection

← لما اللي تعديل الـ DSB-Sc ، برجع لضرب s(t) بنسخة متطابقة من الـ Carrier بالـ Freq والـ Phase ، بكن في بعض الحالات الخاصة ما رح يكون متطابق بالـ Phase ورح ينتج Phase error عشان هيك رح نضرب s(t) بـ $A\hat{c}\cos(2\pi f_c t + \phi)$

$$x(t) = \underset{\text{DSB-Sc}}{s(t)} + \underset{\text{تحتوي على } \phi}{\hat{c}(t)}$$

$$= [A_c\, m(t)\cos(2\pi f_c t)][A\hat{c}\cos(2\pi f_c t + \phi)]$$

$$\left(x(t) = \frac{A_c A'_c\, m(t)}{2}[\cos(4\pi f_c t + \phi)]\right) \leftarrow \text{رح تدخل على LPF}$$

$$y(t) = \frac{A_c A'_c}{2}\, m(t)\cos\phi$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

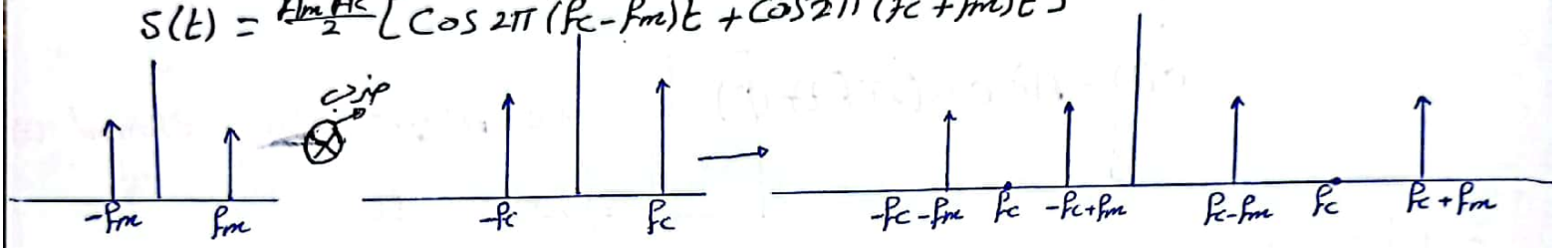
ex:- $m(t) = Am\cos(2\pi f_m t) \longrightarrow \frac{Am}{2}[\delta(f-f_m)+\delta(f+f_m)]$

$c(t) = Ac\cos(2\pi f_c t) \longrightarrow \frac{Ac}{2}[\delta(f-f_c)+\delta(f+f_c)]$

$s(t) = m(t)\cdot c(t)$

$s(t) = Am\,Ac\cos(2\pi f_c t)\cos(2\pi f_m t)$

$s(t) = \frac{Am\,Ac}{2}[\cos 2\pi(f_c-f_m)t + \cos 2\pi(f_c+f_m)t]$



$S(f) = \frac{AmAc}{4}[\delta(f-(f_c-f_m))+\delta(f+(f_c-f_m))+\delta(f-(f_c+f_m))+\delta(f+(f_c+f_m))]$

* بنلاحظ من الرسمة والمعادلة انه ماني نسخة للـ carrier بعد الـ modulation وهنا هو هيفنا من DSB-SC عشان نقلل الطاقة المستهلكة على الـ carrier

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

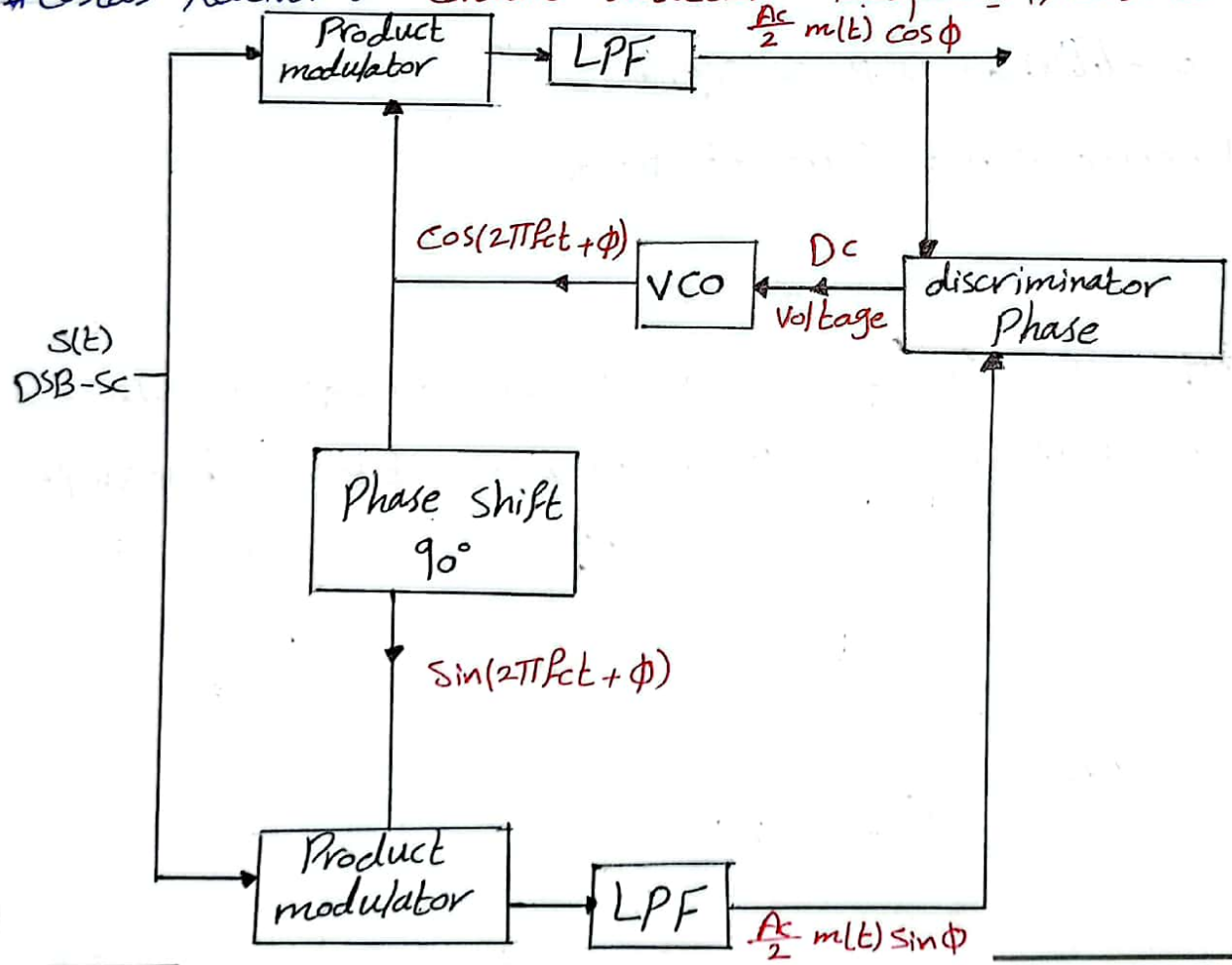
* زي ما بلاحظ انه لما استخدمت Coherent detection قدرت أجيب المسج بسهولة وبدون إضافات.

← في موضوع اسمه [Quadature null effect] هو تأثير حاصل عند استخدام [non Synchronised Carrer] بحيث انه عندما تكون

$\phi = 0 \rightarrow y(t) = \frac{A_c A'_c}{2} m(t)$

$\phi = \pm\frac{\pi}{2} \rightarrow y(t) = \frac{A_c A'_c}{2} m(t) \cos(\pm\frac{\pi}{2}) = 0$

* Costas Receiver :- Coherent detection هو عبارة عن مستقبل للإشارة يستخدم مبدأ



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

VCO: Voltage control ocsillator ⇒ عبارة عن دارة تأخذ فولتج وتعطين Phase أو Frequency داخل carrier

Phase discriminator ⇒ بينظم Phase difference بالاعتماد على two signals بدخل على ح ينتج DC Voltage بالاعتماد على مبدأ Quadrature null effect

* advantages of costar receiver:-

1- used to make both the carrier signal and locally carrier generated Signal in Phase.

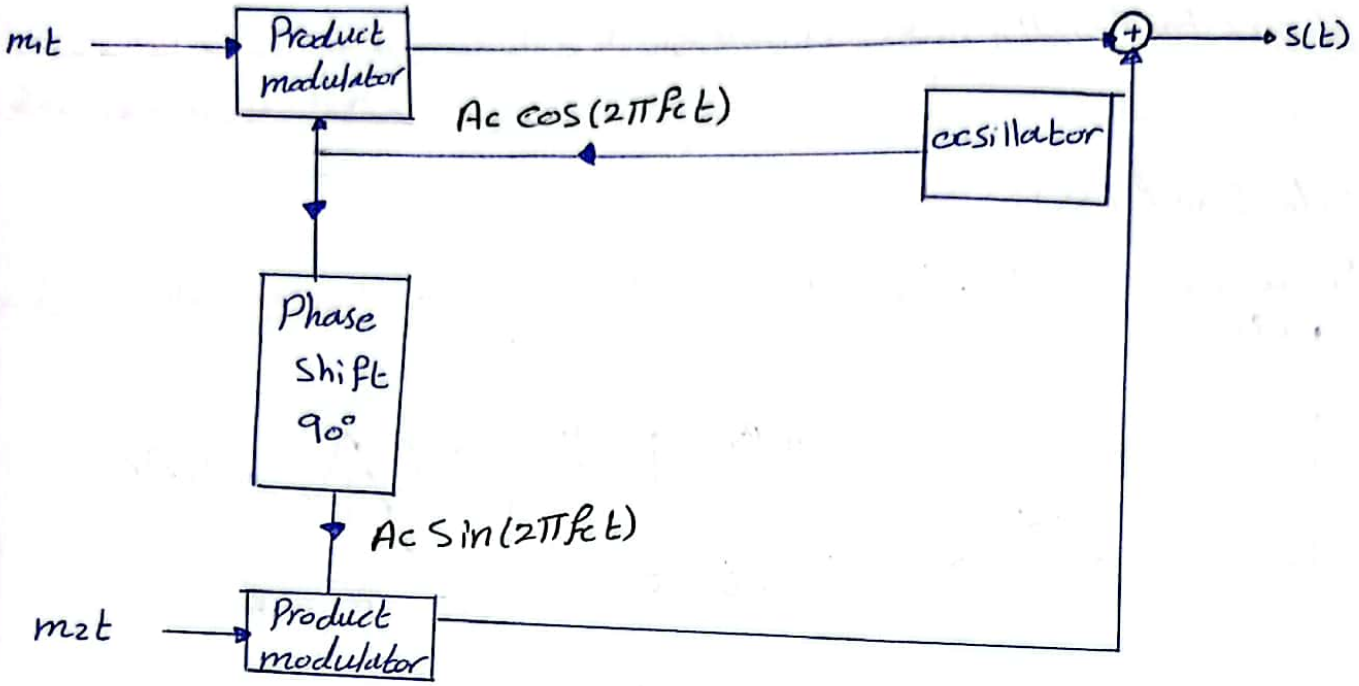
2- used to demodulation DSB-SC Signal.

3- used to generate carrier Pure at $\phi = 0$.

* Quadrature - carrier multiplexing:-

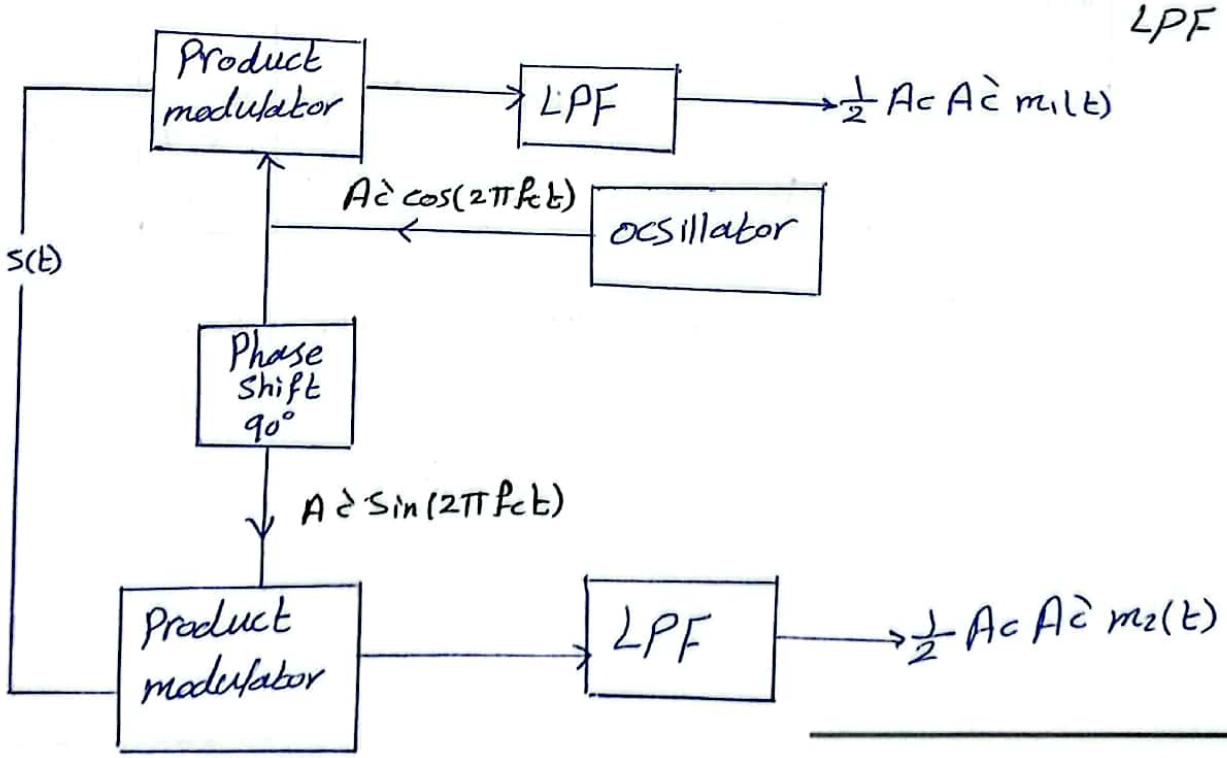
هي عملية نقل two Signals message بنفس الوقت وبنفس الـ freq لكن بينظم Phase shift مقدارها $\frac{\pi}{2}$ حيث ح تضرب الأولى بـ cosine والثانية بـ sin وتجمع.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



$$S(t) = m_1(t)\, Ac \cos(2\pi f_c t) + m_2(t) \sin(2\pi f_c t)$$

← عشان ألغي عملية (QCM) ⇐ برجع أضرب الأولى بـ cosine والثانية بـ sin وبجاوب على LPF

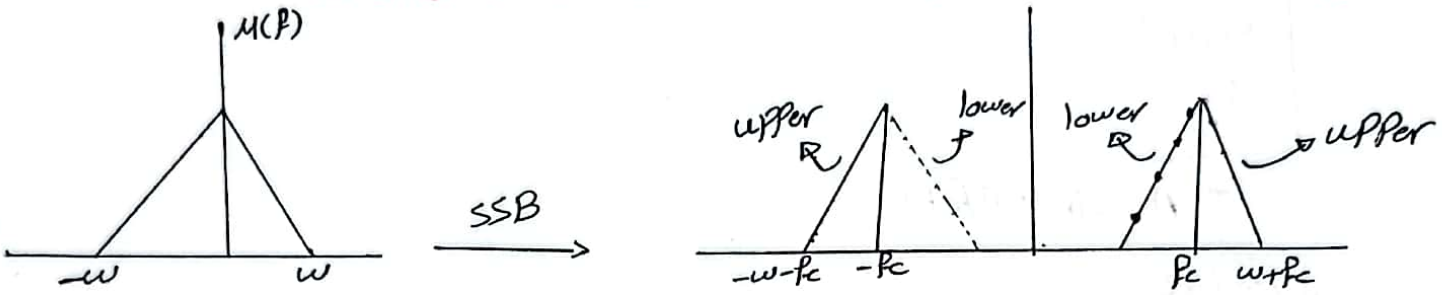


الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

← تتذكر لما حكينا انه من سلبيات الـ Full Am انه بياخد Band width كتير عشان هيك وضعوا نوع جديد وهو :-

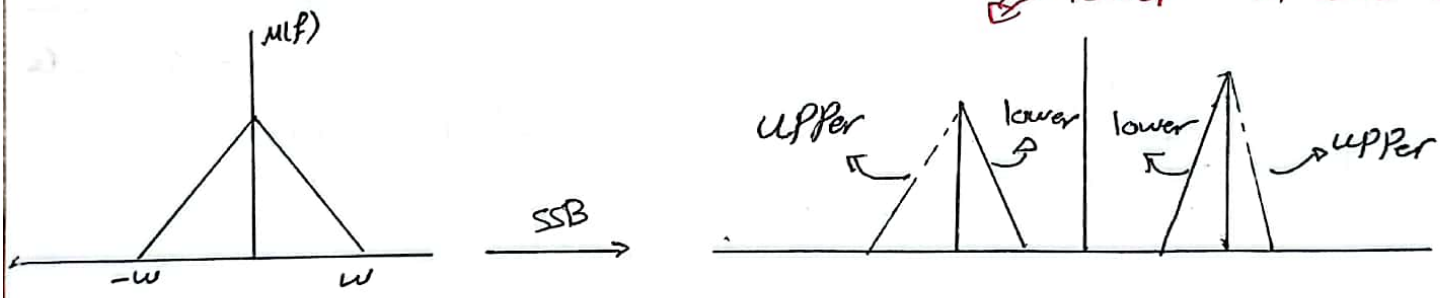
* Single Side Band (SSB) :-

* في هذا النوع رح نرسل جزء من السيجنال. حيث الـ Band width رح يكون w بدل من 2w .



* بهاي الرسمة بس رح يكون موجود الـ upper ، والنصف التاني من المثلث (المنقّط) مجرد توضيح انه لعنيا عشان أوفّر Band width .

* ويمكن تأخذ الـ lower ←

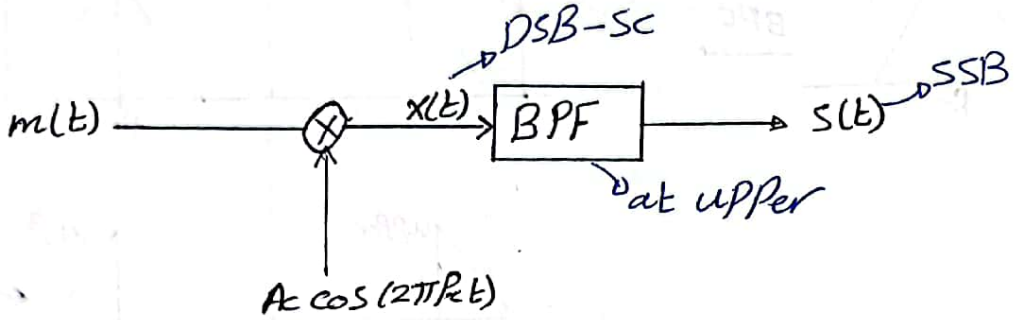


* بهاي الرسمة الـ lower أخذناه ، والـ upper لعنيا .

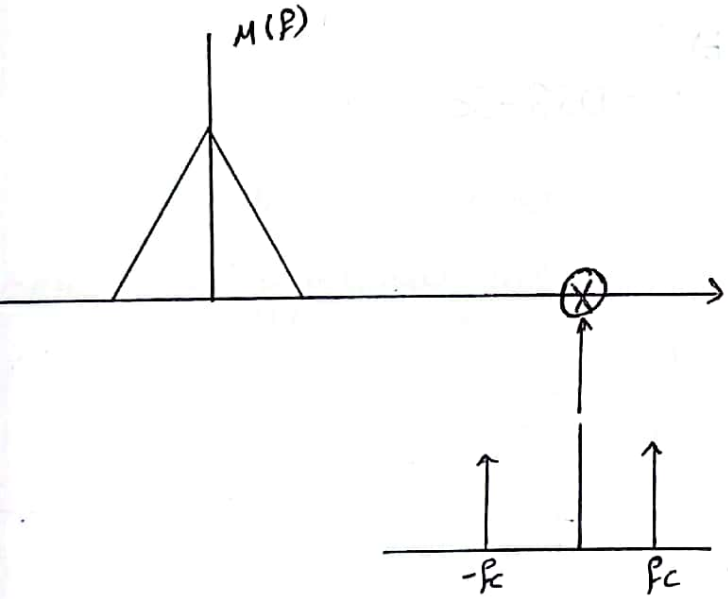
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

⇐ تعالوا نحكي عملية ال [modulation SSB]

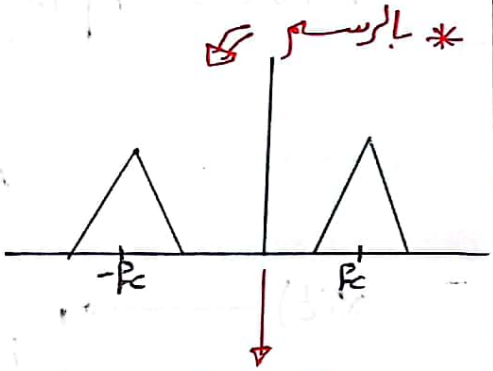
* أول اشي بدنا نولد (DSB-SC signal) اللي أخدناه سابقًا بعدها بيخلونا على BPF بأخد فقط lower أو upper



← زي ما شفنا أول شي ضربنا ال carrier بالمسج عشان أجيب DSB-SC بعدها خلتوها على BPF عشان تعطيني SSB (lower or upper) .



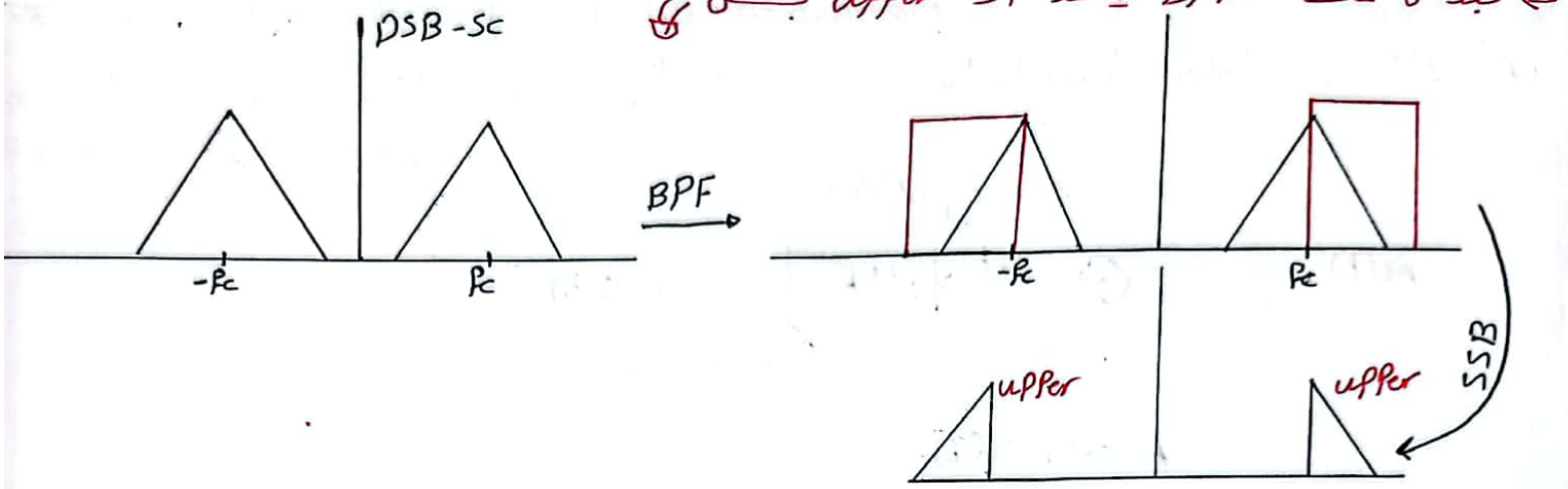
* بالرسم



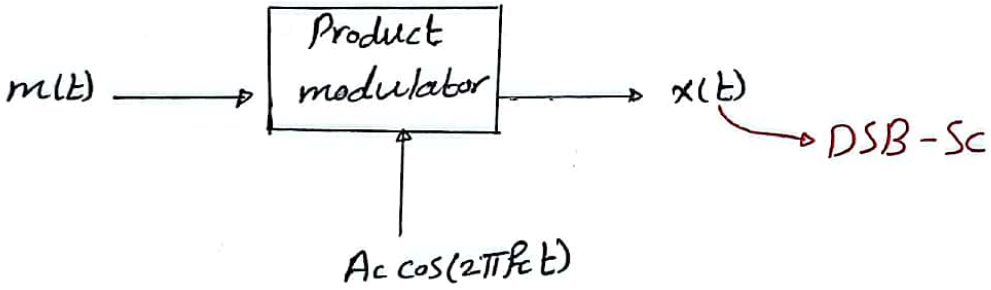
• DSB-SC: لاحظ عدم وجود ال carrier زي ما شرحنا قبل

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

⇐ بندخلها على BPF يأخذ ال upper بس ⇒



* اللي جوا هو عبارة عن مرحلتين رح أتحكم بـ two diagrams -:



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

← هسا لبدنا نشوف رياضيًا كيف الحل ؟-

* تتذكر بأول المادة شرحت اسمي اسمه Pre-envelop وحكيتلك رح استعمله عشان أدفع جزء من السيغنال وبس ارسلها بعدلها انعكاس وهيك بكون وفرت Band width

* وهذا اللي لبنا إياه أعملك بهذا النوع .

⇐ تعال نتذكره ؟-

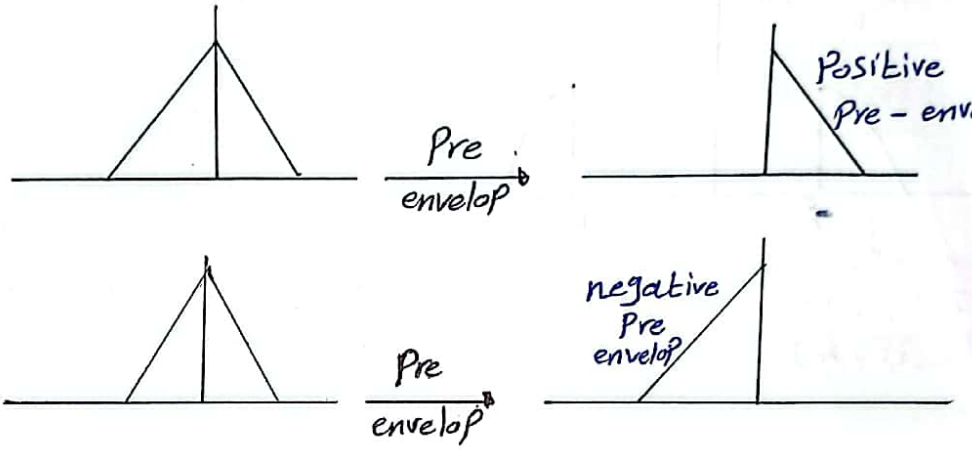
*Pre-envelop :-

(In time)

$g(t) = g(t) \pm j\hat{g}(t)$

Positive ← +

negative ← −

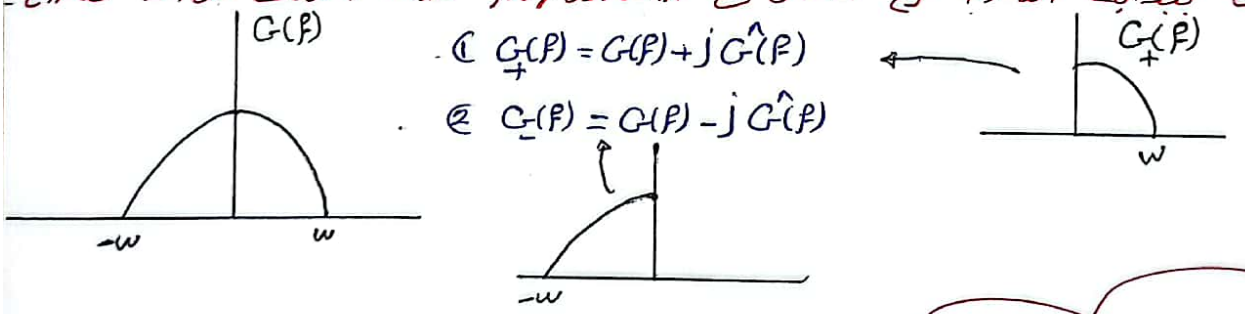


(In Freq).

$G_{\pm}(f) = G(f) \pm j\hat{G}(f)$

* في حالة الـ time أو الـ Freq نفس العملية .. بجمع السيغنال مع الـ H.T تبعها

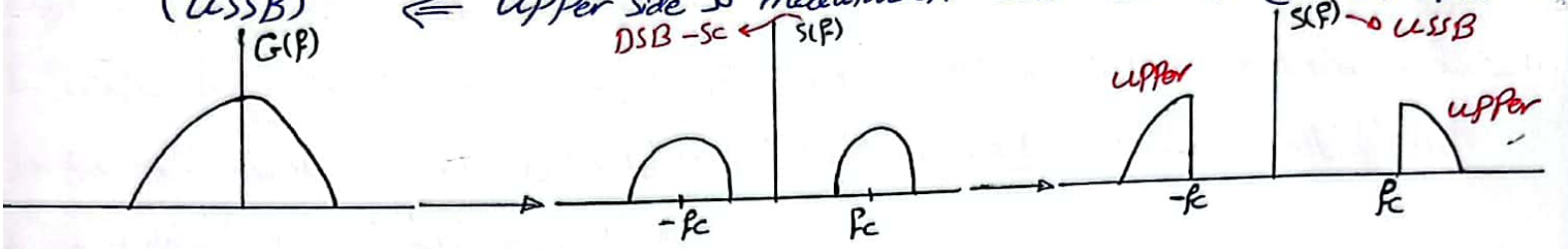
⇐ زي ما حكيت ببداية المادة رح نتعامل مع freq domain لأنه أسهل من الـ time



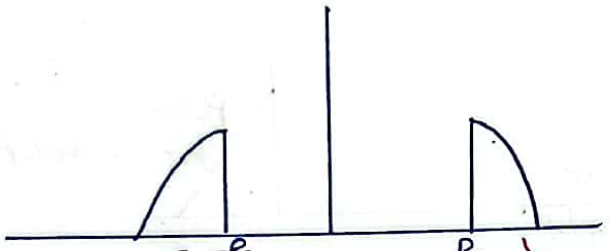
$g(t)$ = message Signal *

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* طيب مساء ج أشتغل SSB modulation لل upper side ⇐ (USSB)



⇐ لو أجيت أعتبر عن رسمة $S(t)_{USSB}$ ج أحكي أنه :-



هذا الجزء عبارة عن رسمة $G_+(f)$ لكن محوله إزاحة بعض $G_+(f-f_c)$ ∴

هذا الجزء عبارة عن رسمة $G(A)$ لكن محوله إزاحة بعض $G_-(f+f_c)$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* عشان هيك لو اجيت اعبّر عن $S(t)_{USSB}$ رح تكون بالشكل التالي :-

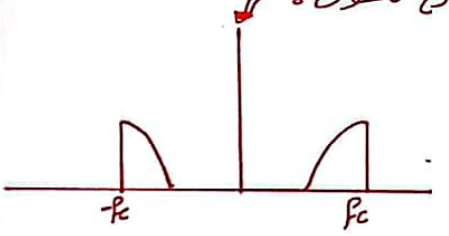
$$S(f)_{USSB} = G_+(f-f_c) + G_-(f+f_c)$$
$$= [G(f-f_c) + j\hat{G}(f-f_c)] + [G(f+f_c) - j\hat{G}(f+f_c)]$$
$$= \frac{1}{2}[G(f-f_c) + G(f+f_c)] - \frac{1}{2j}[\hat{G}(f-f_c) - \hat{G}(f+f_c)]$$
$$= g(t)\left[\frac{e^{j2\pi f_c t} - e^{-j2\pi f_c t}}{2}\right] - \frac{\hat{g}(t)}{2j}\left[e^{j2\pi f_c t} - e^{-j2\pi f_c t}\right]$$

$$s(t) = g(t)\cos(2\pi f_c t) - \hat{g}(t)\sin(2\pi f_c t)$$

- $G_+(f-f_c) = \frac{G(f-f_c)}{2} + j\frac{\hat{G}(f-f_c)}{2}$
- $G_-(f+f_c) = \frac{G(f+f_c)}{2} - j\frac{\hat{G}(f+f_c)}{2}$

* من المعلومة :- $g(t)\cdot e^{j2\pi f_c t} \xleftarrow{\text{freq shift}}$
* $\cos(2\pi f_c t) = \frac{e^{j2\pi f_c t} + e^{-j2\pi f_c t}}{2}$
* $\sin(2\pi f_c t) = \frac{e^{j2\pi f_c t} - e^{-j2\pi f_c t}}{2j}$

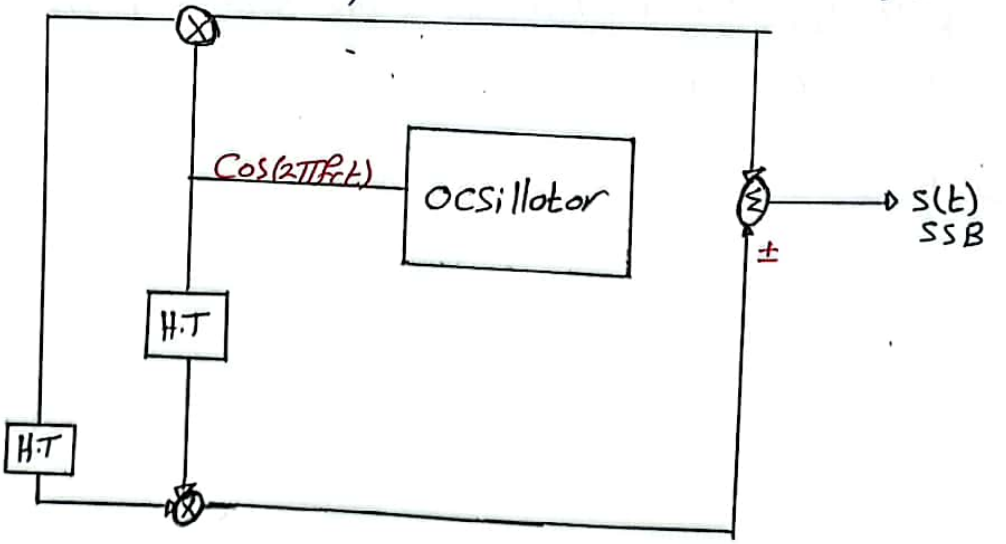
* إذا بدي LSSB بعمل نفس الخطوات بكن الرسمة البدائية رح تكون :



⇐ وبشكل على أساسها بالأخير رح تطلع

$$s(t)_{LSSB} = g(t)\cos(2\pi f_c t) \oplus \hat{g}(t)\sin(2\pi f_c t)$$

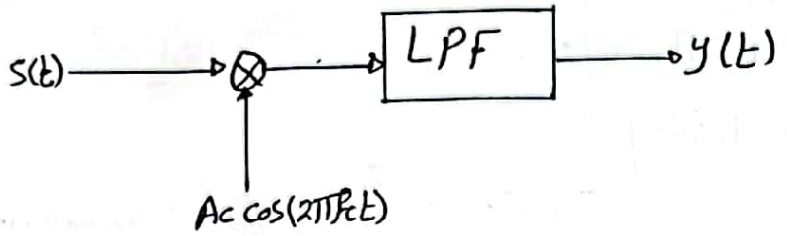
⇐ لو عبّرنا عن عملية الـ modulation SSB بالرسم رح تكون :-



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

← هسا بيجي لعملية ال Demodulation SSB :-

• رح أرجع أضرب السيغنال بـ carrier وبعدها بدخلها على LPF .



← وهون رياضيًا كيف :-

* $(\cos x)^2 = \frac{1}{2}[1+\cos 2x]$
* $2\sin x \cos x = \sin 2x$
• $Ac = 1$

$$x(t) = s(t).\, Ac\cos(2\pi f_c t)$$
$$= (g(t)\cos(2\pi f_c t) - \hat{g}(t)\sin(2\pi f_c t)).\, Ac\cos(2\pi f_c t)$$
$$= g(t)(\cos(2\pi f_c t))^2 - \hat{g}(t)(\sin(2\pi f_c t).\cos(2\pi f_c t))$$
$$= \frac{1}{2}g(t)(1+\cos(4\pi f_c t)) - \frac{1}{2}\hat{g}(t)\sin(4\pi f_c t)$$
$$x(t) = \frac{1}{2}g(t) + \frac{1}{2}g(t)\cos(4\pi f_c t) - \frac{1}{2}\hat{g}(t)\sin(4\pi f_c t)$$

$\frac{1}{2}g(t)$ ← بدخلها على LPF

$\frac{1}{2}g(t)\cos(4\pi f_c t) - \frac{1}{2}\hat{g}(t)\sin(4\pi f_c t)$ ← high Freq ما رح تمر

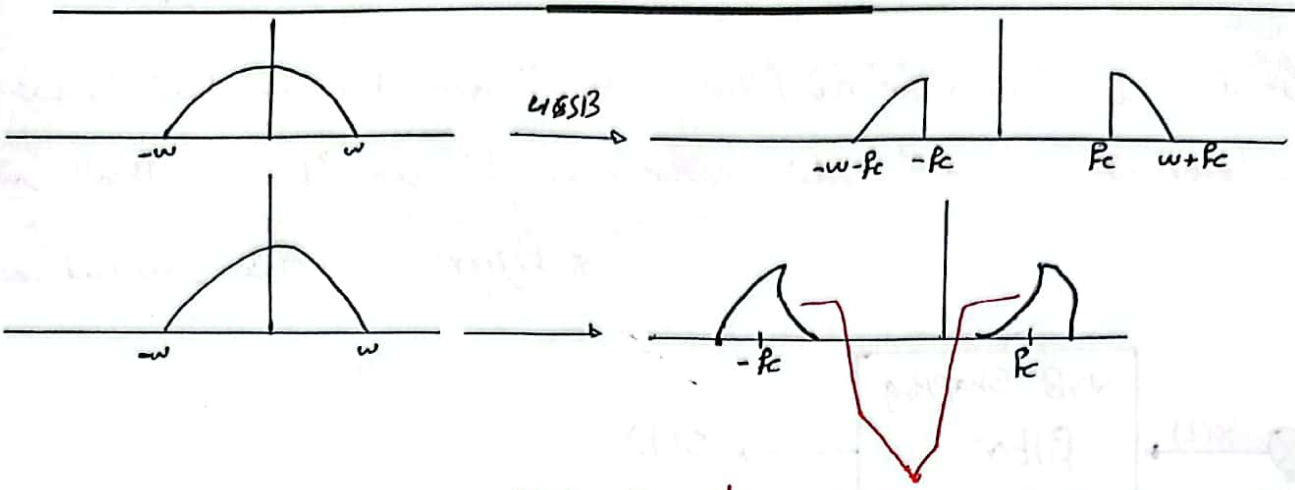
$$y(t) = \frac{1}{2}g(t)$$

← في بعض الحالات ما بقدر أخذ side كامله عشان هيك أخدوا دفع اسمه ↓

* vestigial side Band modulation

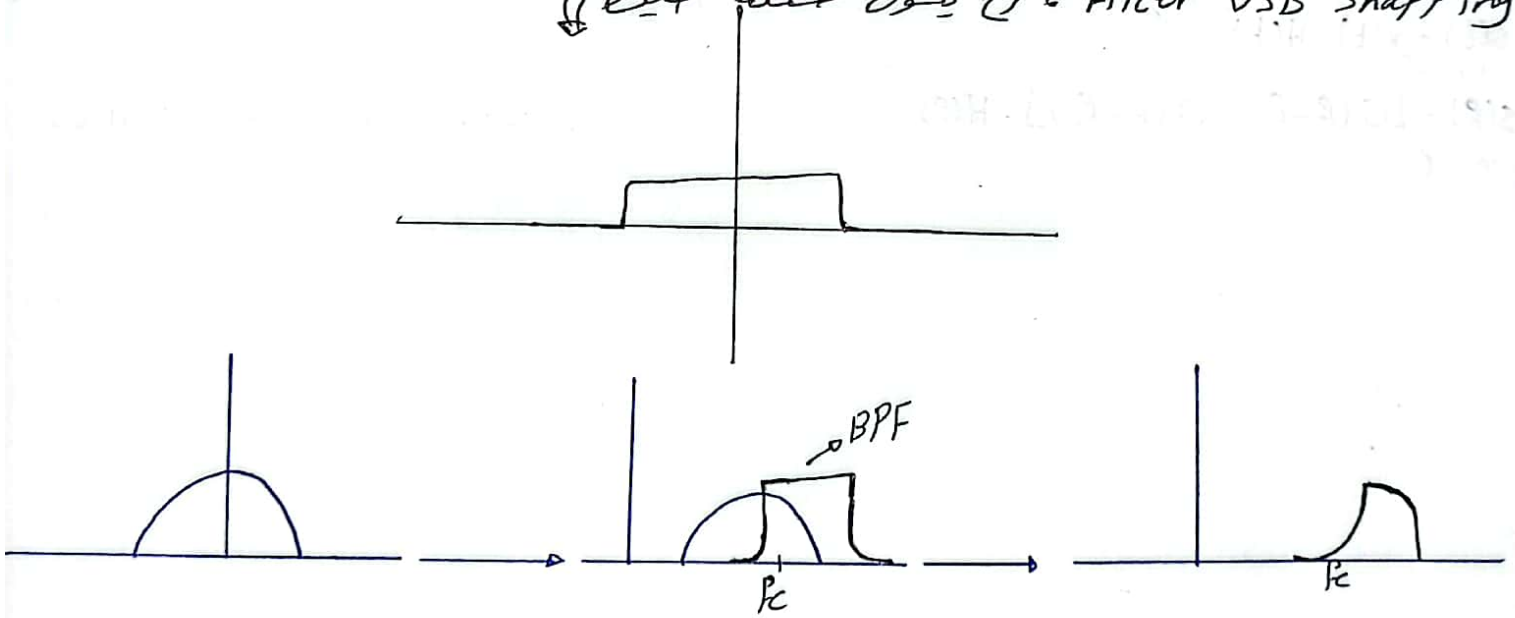
* هو أشبه كثيرًا بال SSB لكن الاختلاف هون انه رح نأخذ من الجزء غير المطلوب بنسبة (25-30)% كيف يغير !

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



هذا الجزء هو عبارة عن زيادة من الجزء غير المطلوب
لأني هون ماخذ الـ upper وهذا هو مبدأ الـ VSB .

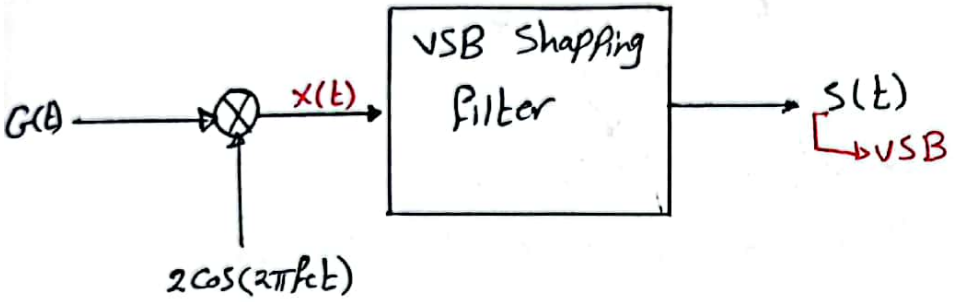
* شو سبب الـ VSB ؟ انه أوخذ جزء غير مطلوب :-
بعض الحالات من الـ modulation ما بقدر استغني عن Side سواء (lower or upper)
لانه في Power موجودة فيه ما بقدر استغني عنها ، مثلاً (TV Signal) ، ح نستخدم
Filter VSB Shapping ، ح يكون شكلة هيك :

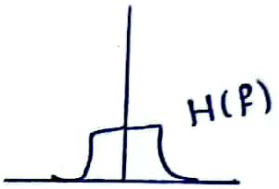


الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* زي ما شفنا لما ندخل سيغنال على Partical or real filter رح يوخذ من ال side غير المطلوب، مثلاً هون أنا بدي الفلتر أخذ جزء من upper الفلتر بنسبة lower (25-30)%

مخلينا نغير عنه بـ Figure :-





- VSB Shapping filter :- real filter has response

$$X(t) = g(t) \cdot 2\cos(2\pi f_c t)$$

(DSB-SC)

$$X(f) = G(f-f_c) + G(f+f_c)$$

$$S(t) = x(t) \cdot H(t)$$

(VSB)

$$S(f) = [G(f-f_c) + G(f+f_c)] \cdot H(f)$$

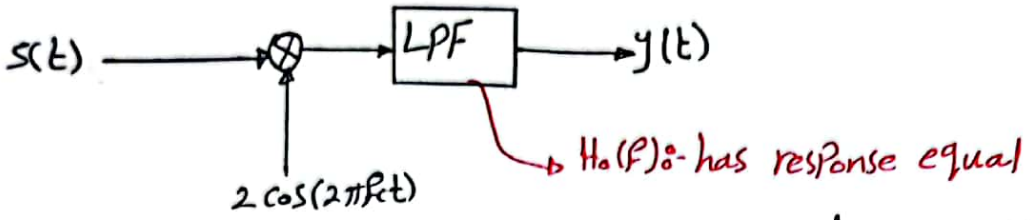
(VSB)

* H(t) :- response of VSB filter

* Ac = 2 cosine ال $\frac{1}{2}$ عشان أخلص منا

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

← تعالوا نشوف عملية الـ Demodulation لـ VSB -8



$s(t)=[G(f-f_c)+G(f+f_c)]\,H(f)$

$x(t)=s(t).2\cos(2\pi f_c t)$

$x(t)=([G(f-2f_c)+G(f)]H(f-f_c))+([G(f)+G(f+2f_c)]H(f+f_c))$

$x(t)=(G(f)[H(f-f_c)+H(f+f_c)])+(G(f-2f_c)H(f-f_c))+(G(f)+2f_c)H(f+f_c))$

$y(t)=x(t).H_o(t)$ • $H_o(t)$: response of Filter

$Y(f)=G(f)[H_i(f-f_c)+H_i(f+f_c)].H_o(f)+(G(f)-2f_c)H_i(f-f_c)+$ (zero)

$G(f+2f_c)H_i(f+f_c))\,H_o(f)$ (zero)

high freq ±2fc هذا الحد عبارة عن ما رح يمرّ من خلال LPF

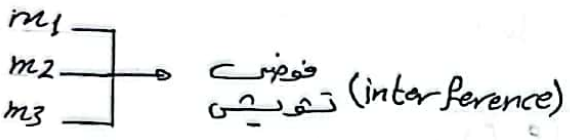
$Y(f)=G(f)[H_i(f-f_c)+H_i(f+f_c)].H_o(f)$

$Y(f)=G(f)$

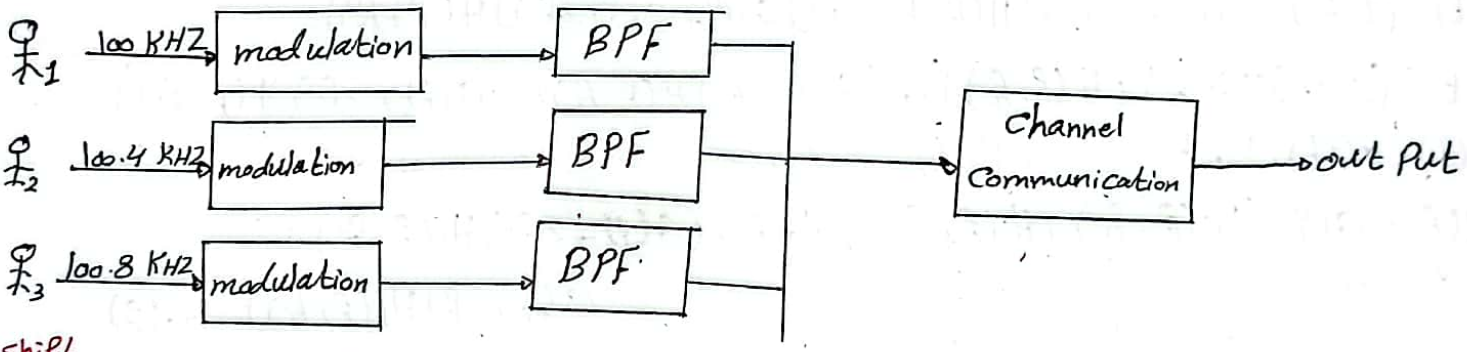
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* Frequency Divison Multi plexing * مضاعفة تقسيم التردد:-

عندي مثلاً channel سواء كانت wire or Space وعندي 3 أشخاص بتخدموا نفس ال channel بنفس الوقت، بباي الحالة رح يصير interference وحكينا عنه قبل



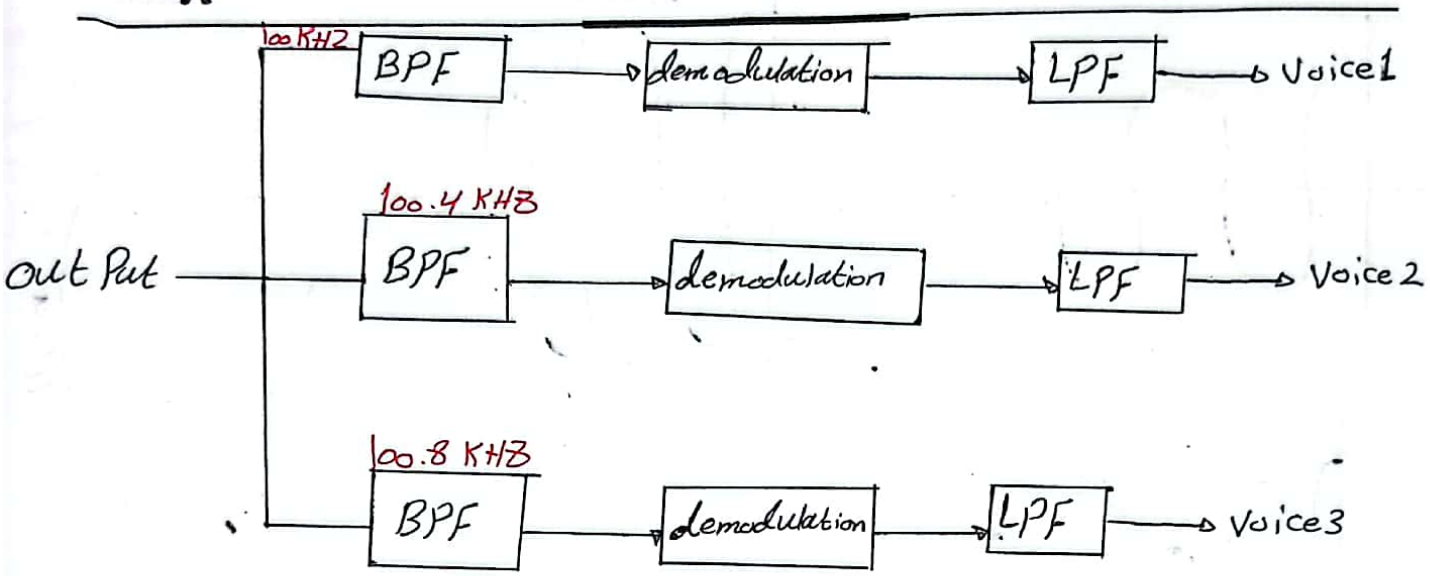
* لحتى نحل هاي المشكلة رح ينجي لعند أ (FDM) :- هو عبارة عن إرسال أكثر من سيجنال بنفس الوقت لكن بتردد مختلف .



shift freq

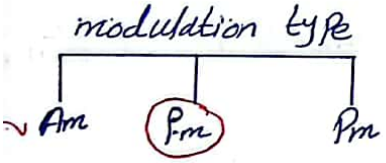
* عملنا حالاتي انه كل شخص خليته يحكي على freq مختلف عن الآخر زي ما حكينا قبل بنعمل لكل وحدة عند Rx معين من خلال طريقة معينة من modulation type بعد هيك بيخلينا على BPF لضمان انه ماني اي سيجنال اضافية مبرسلهم على Channels

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



* بالنسبة للمستقبل رح نجعله الـ 3 أصوات مع بعض رح نخليهم 3 مرات كل مرة على الـ BPF محدد عشان أخذ كل صوت لحاله، بعدهم بجعل الفلتر تعديل على حسب الطريقة المستخدمة من modulation type بعد هيك بخليهم على LPF عشان اخذ ما في أي سيجنال إضافية رح تخل مع كل صوت، وهيك بكون نقلت اكثر من صاحب بنفس الوقت بدون تداخل و تشويش.

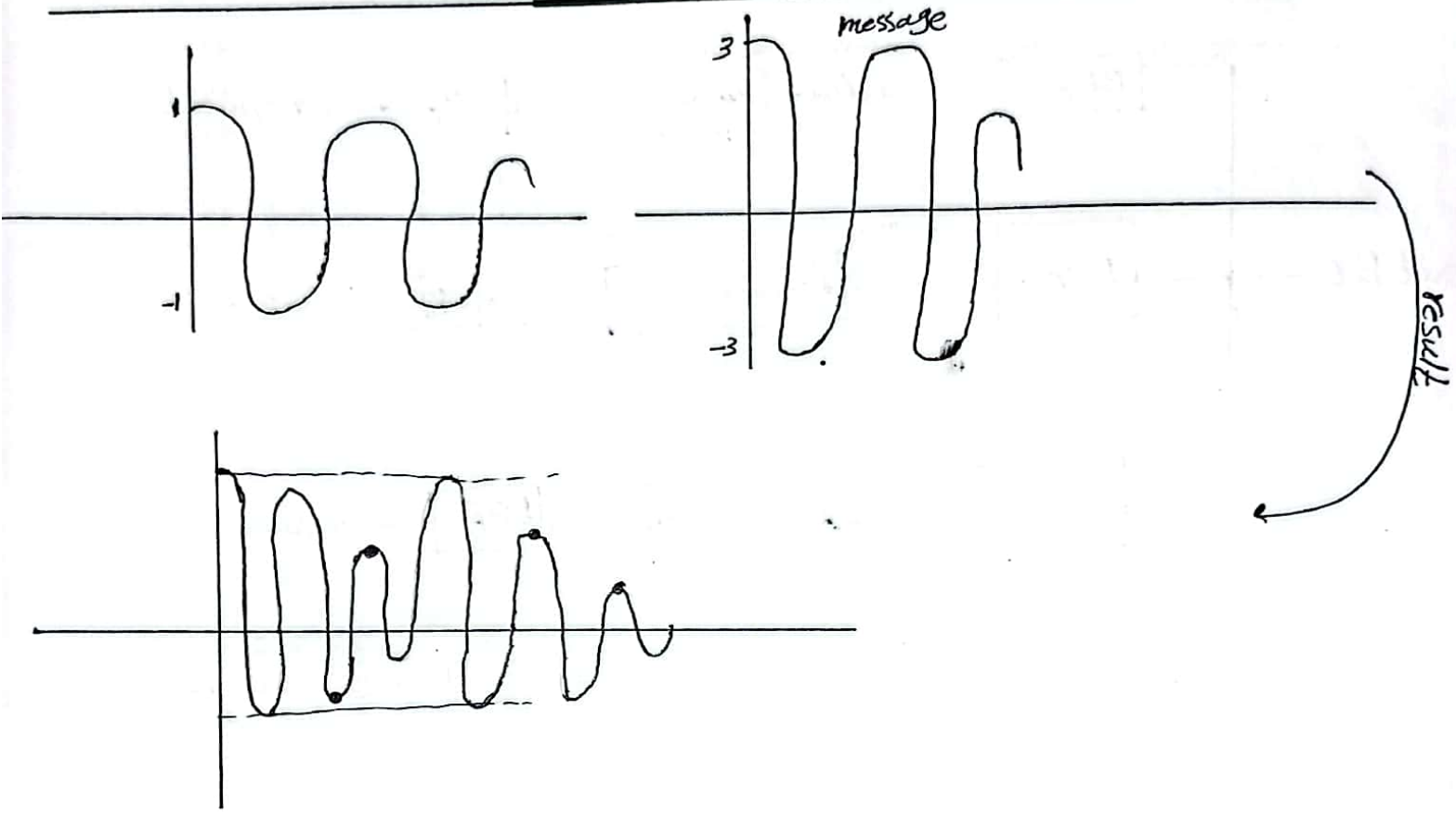
* خلصنا اول نوع من modulation type كان (Am)



* رح نبلش بنوع جديد وهو Freq modulation (FM)

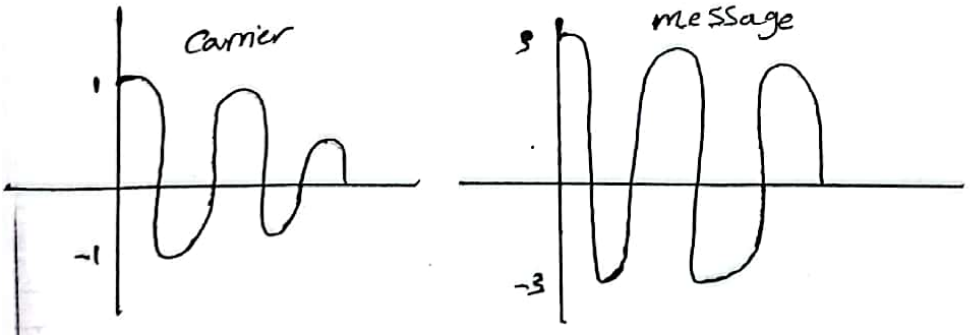
* في حالة Am كنت اجيب مسج و أخليها تعدل على الـ Amp carrier مثلاً 5-

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

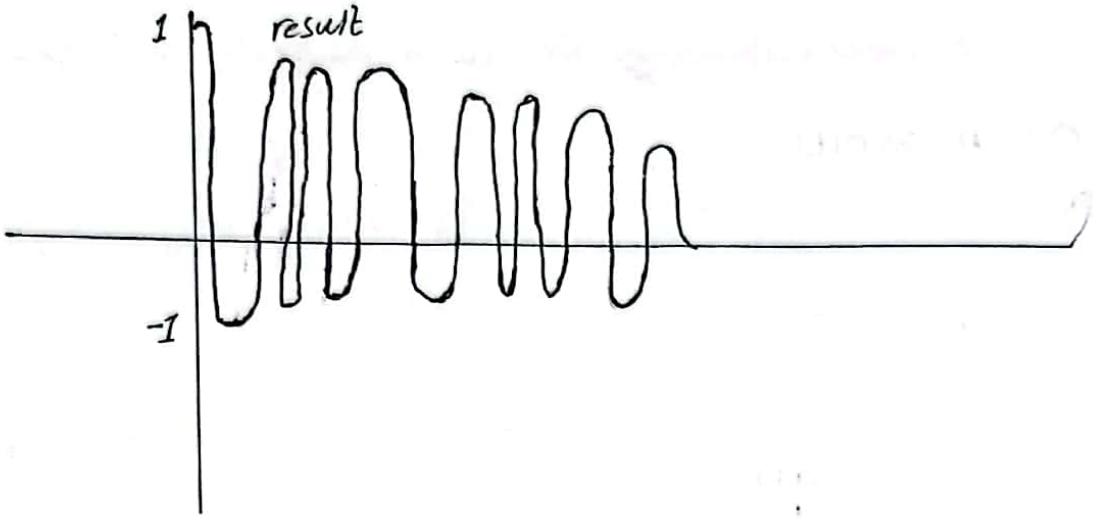


*لاحظ بال Am الناتج رح يكون تعديل على Amp ال carrier. حيث عند كل نقطة صدية فيمة مختلفة عن الأصلية.

*لكن في حالة ال Fm رح نلاحظ انه ال Amp الناتج ثابت لكن التغير بال Freq مثلاً:-

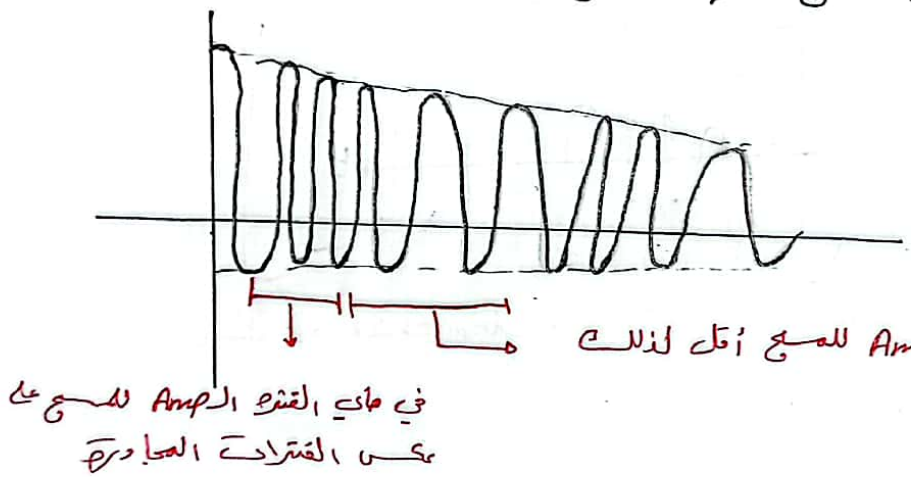


الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



* بنلاحظ هون انه الـ Amp للحامل ماتغير لحاد شو رح يتغير؟

* اللي رح يتغير انه كل ما زاد Amp المسج، الـ freq بالناتج رح تكون مضغوطة ومتراصة أكتر.



* عنا في هذا الشكل رح نعمل على freq الحامل يتناسب مع Amp المسج عشان أنقلها

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

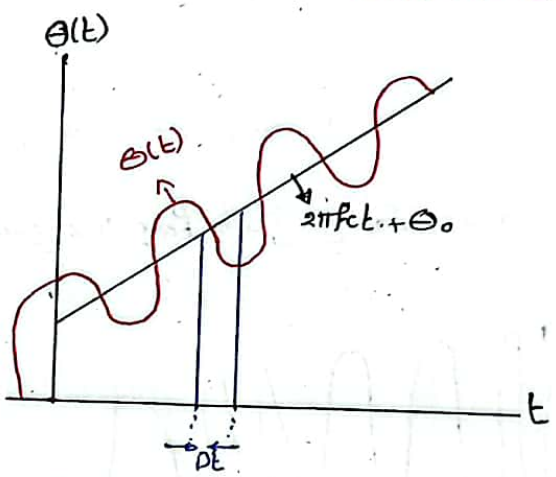
← رح أشرح شوية مقدمة عن FM بحيث بندخل بالتفصيل :-

$$S_{FM}(t) = A_c \cos(2\pi f_c t + \theta_0) = A_c \cos\theta(t)$$

$$\theta(t) = 2\pi f_c t + \theta_0$$

↳ عبارة عن carrier بدي أعدل على الـ freq تبعه

← خلينا نرسم علاقة $\theta(t)$ مع الزمن :-



$Dt \to 0$

$\theta_0 = 0$

$S_{FM}(t) = A_c \cos(2\pi f_c t)$

f_i :- instantenous freq. احنا بنعرف رياضيا اذا عندي منحنى وبدي قيمة لحظية بنتبع علاقة المنحنى

$$f_i(t) = \frac{d\theta(t)}{dt} \longleftrightarrow \theta(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f_i(x)\,dx$$

* عكس الاشتقاق التكامل .

في نظام الـ Fm رح نعدل على الـ freq لذلك .

$$f_i(t) = \frac{d\theta(t)}{dt} = \frac{d}{dt}(2\pi f_c t + \theta_0) = 2\pi f_c$$

$$f_i(t) = 2\pi f_c + 2\pi K f_m(t)$$

↓ freq sensitivity

← هيك بندخل المعلومة عليها :-

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* من معادلة $S(t)$ احنا بدنا الـ Phase وليس Freq، وبنعرف انه الـ Phase هو تكامل Freq

* $S_{Fm}(t) = Ac \cos \theta(t)$

$$\theta(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f_i(t)\,dt$$

$$\theta(t) = \int_{-\infty}^{\infty} (2\pi f_c + 2\pi k_f m(t))\,dt$$

$$= 2\pi f_c t + 2\pi k_f \int m(t)\,dt$$

$$S_{Fm}(t) = Ac \cos(2\pi f_c t + 2\pi k_f \int m(t)\,dt)$$

* هيك بكون استنتجت العلاقة العامة للنظام الـ Fm اللي من خلالها رح قدر أغاير الـ Fm

* الخلاصة: عشان أعمل Fm من طريق Carrier بدي أعدّل عليه على الـ Freq تبعة عشان اعمل Fm عشان هيك الـ Phase هو عبارة عن Cosine ما بداخل الـ Cosine، Constant، في الجمع الـ f_i المسبح مضروب بـ k_f عشان هيك رح تكامل f_i لما بدي اطلع الـ Phase، بنجمّع العلاقة كالآتي:-

$$S_{FM}(t) = Ac \cos(2\pi f_c t + 2\pi k_f \int m(t))$$

* رح ندخل بشكل رسمي بالـ (Freq modulation) :-

* Frequency modulation (FM)

$$S_{Fm}(t) = Ac \cos(2\pi f_c t + 2\pi k_f \int m(t)\,dt)$$

$$m(t) = Am \cos(2\pi f_m t)$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

• زي ما حكينا قبل كدا نستخدم Single tone في الاشتقاقات و اسباب

$$s(t) = A_c \cos\left[2\pi f_c t + 2\pi K_f A_m \int \cos(2\pi f_m t\, dt)\right)$$

$$= A_c \cos\left(2\pi f_c t + \frac{K_f A_m}{f_m} \sin(2\pi f_m t)\right)$$

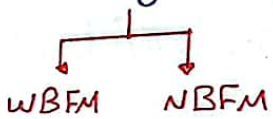
$$\Delta f = K_f A_m$$

$$\beta = \frac{K_f A_m}{f_m} = \frac{\Delta f}{f_m}$$

• $s(t) = A_c \cos(2\pi f_c t + \beta \sin 2\pi f_m t)$

Δf :- frequency deviation
β :- modulation index
K_f :- frequency sensitivity
A_m :- Amplitude for m(t)
A_c :- Amplitude for c(t)

يعني نوعين لل f_m Signal



- Narrow Band Frequency Modulation :-

$$s(t)_{f_m} = A_c \cos(2\pi f_c t + \beta \sin(2\pi f_m t))$$

when $\beta < 1$ =

$$= A_c \left[\cos(2\pi f_c t) \cdot \cos(\underbrace{\beta \sin(2\pi f_m t)}_{\times}) - \sin(2\pi f_c t) \cdot \sin(\underbrace{\beta \sin(2\pi f_m t)}_{\times})\right]$$

when $\beta < 1$:-

$$= A_c \left[\cos(2\pi f_c t) \cdot \underline{1} - \sin(2\pi f_c t) \cdot \underbrace{\beta \sin(2\pi f_m t)}_{\times}\right]$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* لما تكون X قليلة :-

① $\sin(x) = x$

② $\cos(x) = 1$

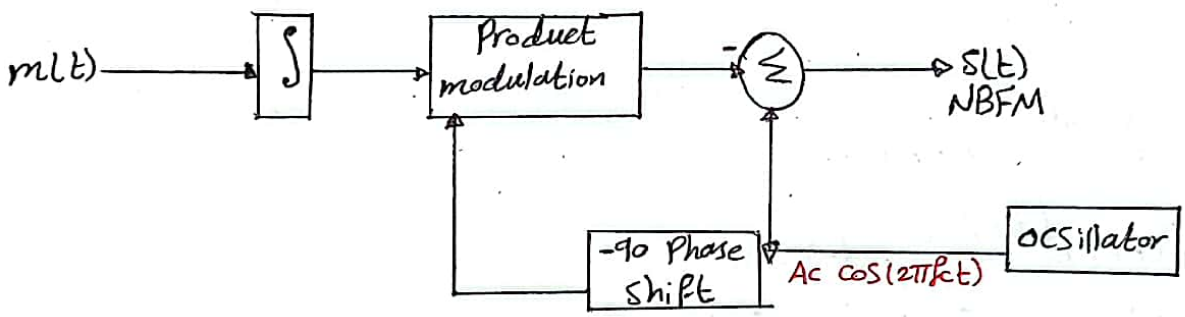
. $\sin(B\sin(2\pi f_m t)) = B\sin(2\pi f_m t)$

$$S(t)_{NBFM} = A_c \cos(2\pi f_c t) - \frac{A_c B}{2}\left[\cos((f_c - f_m)2\pi t) - \cos(2\pi(f_m + f_c)t)\right]$$

$$S(t) = A_c \cos(2\pi f_c t) + \frac{A_c B}{2}\cos(2\pi(f_m + f_c)t) - \frac{A_c B}{2}\cos(2\pi(f_c - f_m)t)$$

* في هذا النظام NBFM رح تتعامل مع الـ signals اللي يكون الـ Bw الها قليل على عكس النظام الآخر WBFM رح تتعامل فيه مع Bw كبير بالاعتماد على قيمة B

← تعالوا نعمل figure لعملية :- (NBFM modulation)



* بنيجي لثاني نوع من الـ FM وهو (WBFM) :-

* Wide Band Frequency Modulation

. في هذا النظام رح تتعامل مع signals اي الها Bw كبير بالإضافة لقيمة B رح تكون اكبر من 1 (B>1)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$$S(t) = Ac \cdot \cos(2\pi f_c t + \beta \sin(2\pi f_m t))$$

$$S(t) = Ac\, e^{j(2\pi f_c t + \beta \sin(2\pi f_m t))}$$

$$= Ac\, e^{j2\pi f_c t} \cdot e^{j\beta \sin(2\pi f_m t)}$$

$$\tilde{S}(t) = Ac\, e^{j\beta \sin(2\pi f_m t)}$$

$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \cdots$

- استخدمت الـ Complex envelop عشان أسهل التعامل مع الـ Signal الـ high freq زي ما شرحت سابقًا

use Fourier Series :- $\tilde{S}(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} C_n\, e^{j2\pi n f_m t}$

* بما انه e^x عدد لا متناهي من الحدود رح أستنتج Fourier series كونة عبارة عن مجموع لعدد لانهائي من الحدود .

* استنتجت علاقة WBFM لـ S(t) :-

* $\tilde{S}(t) = \left(\sum_{n=-\infty}^{\infty} C_n\, e^{j2\pi n f_m t}\right) \cdot Ac$

$$C_n = \left(f_m \int_{-\frac{1}{2f_m}}^{\frac{1}{2f_m}} \tilde{S}(t) \cdot e^{-j2\pi n f_m t} \cdot dt\right) \cdot Ac$$

$$C_n = Ac f_m \int e^{(j\beta \sin(2\pi f_m t) - j2\pi n f_m t)} \cdot dt$$

$$C_n = \frac{Ac}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} e^{j(\beta \sin x - nx)} \cdot dx$$

$$C_n = Ac \cdot J_n(\beta)$$

* رح أشرح عن $J_n(\beta)$ بالصفحة التالية

$$\tilde{S}(t) = Ac \sum J_n(\beta)\, e^{j2\pi n f_m t}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$$s(t) = A_c \sum J_n(\beta)\, e^{j(2\pi n f_m t + 2\pi f_c t)}$$

$$s(t) = A_c \sum J_n(\beta) \cdot \cos[2\pi (f_c + n f_m) t] \longrightarrow \text{in time}$$

WBFM

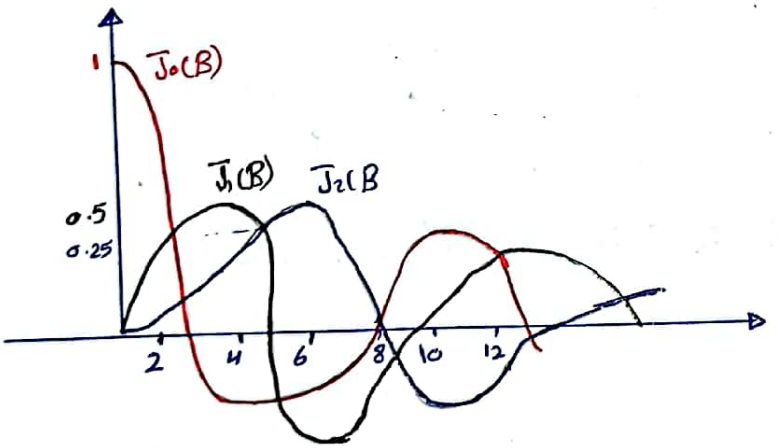
$$S(f) = \frac{A_c \sum J_n(\beta) \cdot [\delta(f - f_c - n f_m) + \delta(f + f_c + n f_m)]}{2} \longrightarrow \text{in freq.}$$

* بسؤال الامتحان ممكن نحوض عن الـ Sum بـ cosines اكثر او أقل $s(t) = 0.6\cos(2\pi f_c) + 0.12\cos(2\pi f_m t)$ ـــــــ

لاحقًا نشوف الأمثلة .

* $J_n(\beta)$:- Bessel function of the first kind with argument of (β)

* هو عبارة عن اقترانات بتتغير قيمته كل ما غيرت (β) ، حيث انّ لكل n منحنى مرسوم بمثالها .



- Some Properties :-

① For n even $J_{-2}(\beta) = J_2(\beta)$

For n odd $J_{-1}(\beta) = -J_1(\beta)$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

② Power of carrier before modulation :-

P_c before $= \frac{A_c^2}{2}$

③ Power of carrier after modulation :-

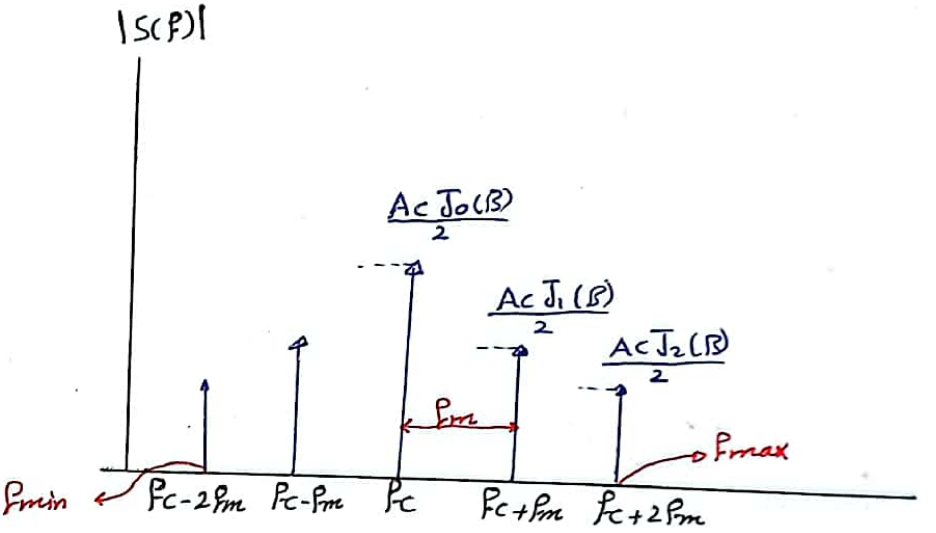
P_c after $= \frac{(A_c J_0(\beta))^2}{2}$

④ Power of side band or message signal after modulation :-

$P_{\text{side band}} = \frac{A_c^2}{2} - \frac{(A_c J_0(\beta))^2}{2}$

⑤ $\Delta f = f_{max} - f_{min}$ /

$\beta = \frac{\Delta f}{f_m} = \frac{K_f A_m}{f_m}$



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* Transmission Bandwidth of FM Signal:-

كيف نحسب الـ Bw لـ Fm بـ طريقتين :-

1 Carson's Rule :-

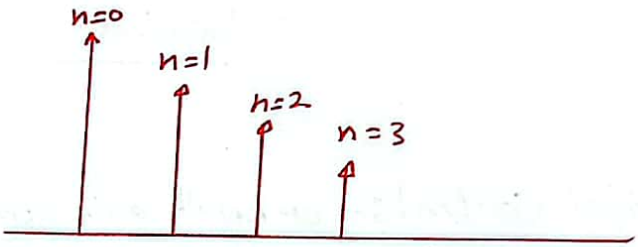
$Bw = 2\Delta f + 2f_m = 2\Delta f(1+\frac{1}{\beta})$

$\beta = \frac{\Delta f}{f_m}$ ، $\Delta f = \beta f_m$

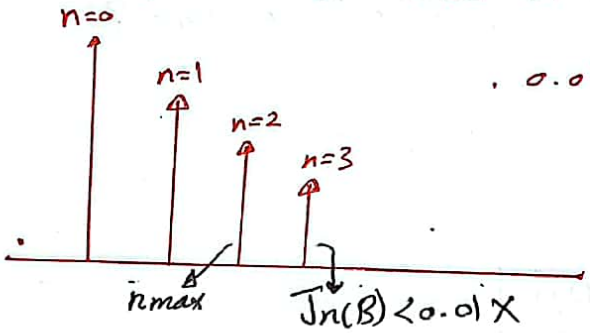
2 1 Percent Bandwidth:-

$|J_n(\beta)| > 0.01$

$Bw = 2 * n_{max} * f_m$



في هاي الطريقة أي دلتا قيمة الـ $J_n(\beta)$ أقل من 0.01 بـ نلغيها وبتكون قيمة n_{max} هي n الأخير دلتا قيمة $J_n(\beta)$ عندها أكبر من 0.01 .

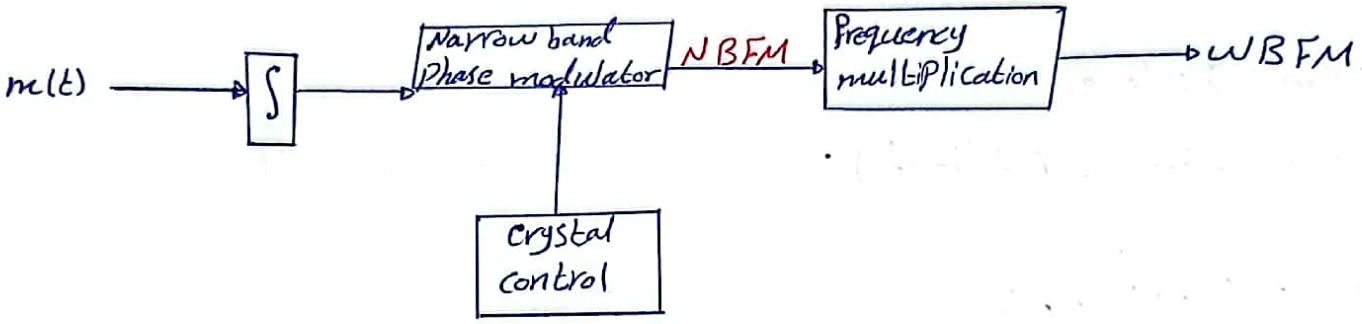


* ملاحظة :- الطريقة الأولى هي الأكثر تكرارًا في الامتحانات

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* Generation WBFM Signal:-

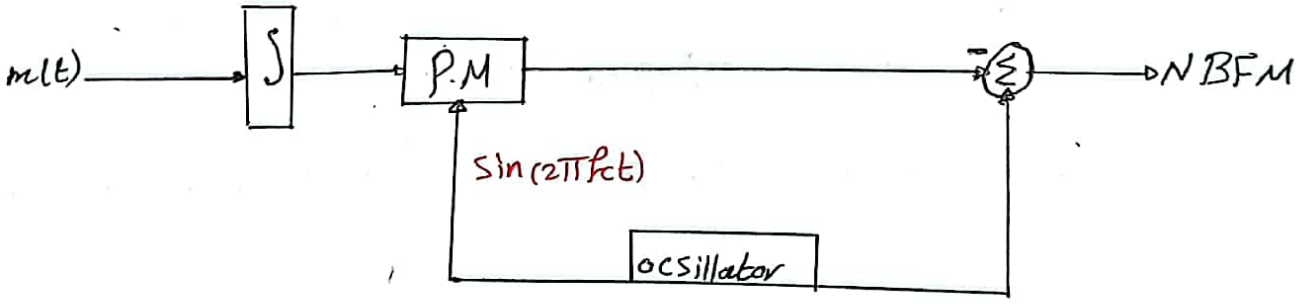
method 1:- indirect method



. Crystal Control:- هو عبارة عن ocsillator يقوم بالاعتماد على خط arm strong بالتخلص من distortion الحاصل على NBFM وايضا shift down الى carrier freq لانه في ما يعير مضاعفة لـ Δf رح يصير لـ f_c وهذا شي مرغوب فيه .

* حسا رح تفهم اكتر .

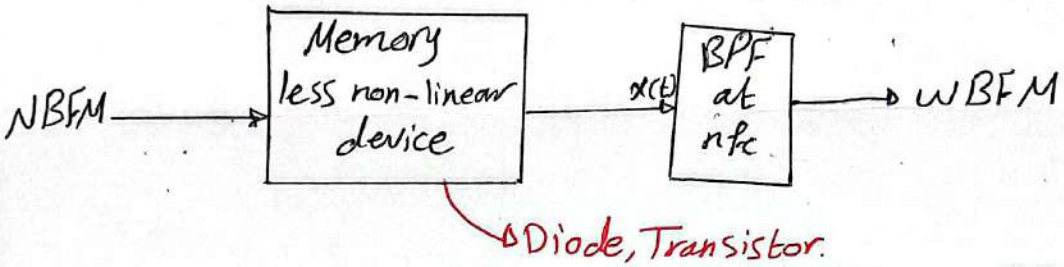
← أخذنا قبل كيف نعمل NBFM من خلال :-



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

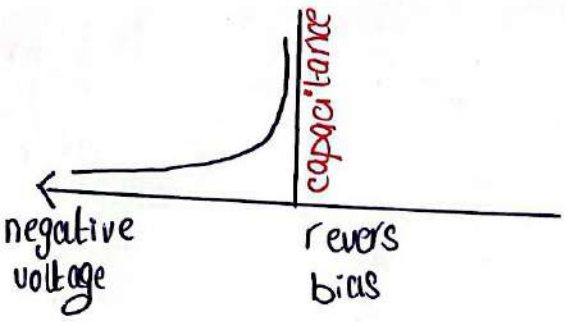
* عشان نحول الـ NBFM تصير الـ WBFM لازم نرفع الـ Bw من خلال مضاعفة Δf وعشان نحقق هاي النظرية ح نستخدم الـ NBFM على Frequency multiplication والتي بعمل على مضاعفة $\Delta f \leftarrow n\Delta f$

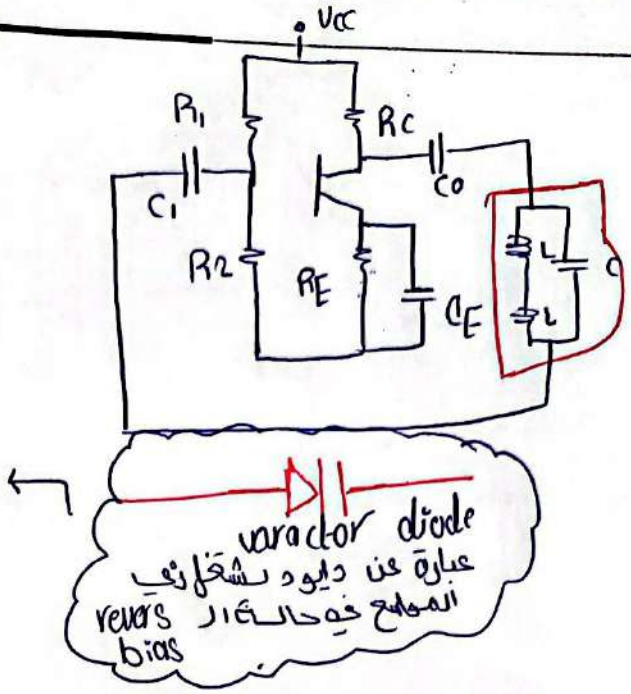
* Frequency multiplications-



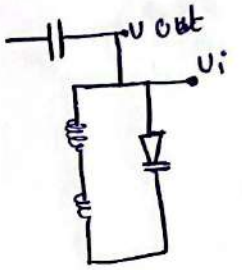
method 2:- Direct method

طريقة الطريقة ج نستخدم دارة ←
voltage controlled oscillator (VCO)
& Freq & هي عبارة عن دارة بطبيعها ثولبية بتطلع





* طريقة ج استخدم الـ varactor diode كبديل عن المقاومة C ،-



* الـ varactor diode هو بمثل الـ capacitor بطبيعة حالة ، لما الي بتعمله بتدخل المسج على اساس انها ثولبية بال reverse bias من خلال الـ node vi ، حيث عندي معلومة بتقول من هنا بتغير قيمة الـ Freq الخارج ج نثبته من خلال العلاقة:-

$$f_i = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_1+L_2)\,C(t)}} \qquad C(t) = C_0 + \Delta C\, m(t)$$

f_i = Instantenous Frequency

$$f_i = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_m(C_0 + \Delta C \cdot m(t)}}$$

$$f_i = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_m C_0\left(1+\frac{\Delta C}{C_0}m(t)\right)}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_m C_0}}\left(1+\frac{\Delta C}{C_0}m(t)\right)^{-1/2}$$

Scanned with CamScanner

$f_i = f_c\left(1 + \frac{\Delta c}{2c_0} m(t)\right)$ ، $\frac{\Delta c}{c_0} m(t) << 1$ الجذر يلغى :-

$f_i = f_c + \Delta f\, m(t)$ ، $\Delta f = \frac{f_c \Delta c}{2c_0}$

$S_{FM}(t) = A_c \cos(\phi(t))$ ، $f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{L m c_0}}$

$\phi(t) = 2\pi \int f_i$

$\theta(t) = 2\pi f_c t + 2\pi \Delta f \int m(t)$

$S_{FM}(t) = A_c \cos(2\pi f_c t + 2\pi \Delta f \int m(t))$

*زي ماحكينا أول مرة بحكي السبع عن الـ varactor diode على اساس انها voltage reverse وحكينا انه كل ما زادت فلتية بتقل سعة الـ Freq

بالحالة ، لذلك حسب العلاقة السابقة قدرت استخرج علاقة ربط بين السبع والـ Freq وحطها قبل لنا حملنا السبع عن الـ Freq يعني انو استخدمنا FM modulation بعد قبل بحطها عن الـ carrier وبرسلها لك بهي المعادلة .

* زي ماقلنا في اجابات لأي نظام في كمان سلبيات وهي هي :-

* بال v_{co} لح يطلع عندي (Freq drift) وهي معناها هو تغير خير وتعوب منه بال Freq وحطانة قبل احنا بنجي الى الـ indirect method لعمل FM Signal سواء (wide or narrow)

* شو سبب العلاقة غير الخطية بال v_{co} ؟

* بنستنتج من العلاقة بين الـ input والـ output بال varactor diode وهي عبارة عن (exponential relationship)

Scanned with CamScanner

* Demadulation FM Signal

* زي ما حرفت بالـ FM Signal احنا حطينا المسج داخل الـ Cosine carrier، حطيت عشان نطلعها من الداخل

بشو رح نطلع؟ رياضيًا رح نشتق الـ Cosine :-

$$s(t) = Ac \cos(2\pi f_c t + 2\pi k_f a(t)) \qquad a(t) = \int m(t)\,dt$$

FM

$$\frac{d(s(t))}{dt} = Ac\,[2\pi f_c + 2\pi k_f m(t)] \cdot \sin(2\pi f_c t + 2\pi k_f a(t))$$

* بلاحظ انه المسج صارت بالـ Amplitude تبع الـ carrier وبتتذكر بـ Am لما تكون بالـ Amp

كيف أخلصها مع envelop detector ؟!

envelop detector عشان هيك صار بدنا اول اشي عمليًا داخ تفاضل، اشتقاق و داخ

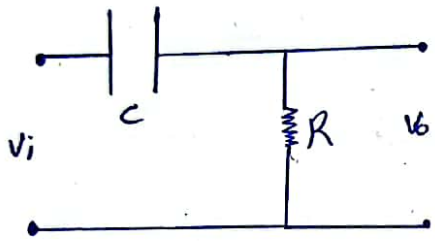
we need to :- ① (slope or differentiation) circuit

② envelop detector

1) Slope ckt:- هي عبارة عن دارة تقوم بعملية الاشتقاق، حكينا بأول مادة انة الاشتقاق هو ضرب بـ $2\pi f$ بال freq domain

$$\frac{dg(t)}{dt} = 2\pi i f \cdot G(f)$$

* في اكثر من دارة بتعمل نفس الوظيفة. لكن انا رح اهتم Rc



$$H(f) = \frac{Vo}{Vi} = \frac{jwRc}{1+jwRc} \qquad Rc << 1$$

$$H(f) = jwRc = j2\pi fRc$$

قدرنا نجيب نظام له response $H(f) = j2\pi fRc$ وعشان هيك أي FM Signal رح تدخل على النظام رح بطيرلنا اشتقاق:

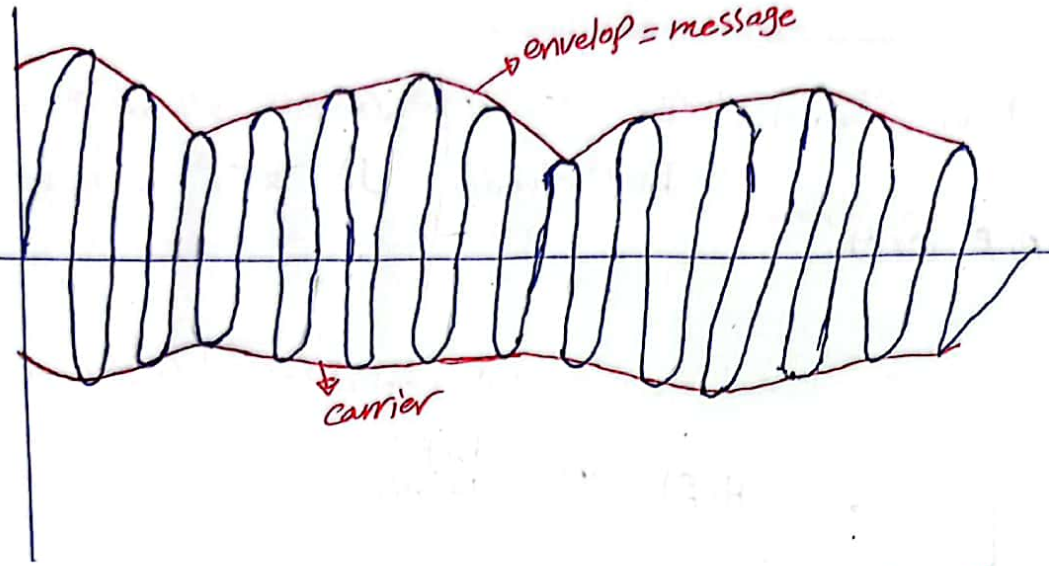
$$S(t) \xrightarrow{\frac{d}{dt}} Ac[2\pi fc + 2\pi kf\, m(t)] \sin(2\pi fct + kf \cdot 2\pi \int m(t))$$

$$Output = S(f) \cdot H(f) \longrightarrow \text{in frequency}$$

$$* \; y(t) = Ac[2\pi fc + 2\pi kf\, m(t)] \cdot \sin(2\pi fct + 2\pi kf \int m(t)\, dt)$$

* نلاحظ انه المسج صارت بال Amp لل carrier وهذا الشكل يشبه Full Am عشان هيك لما بدي اجيب مسج من Full Am كنت بدخلا على envelop detector :-

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

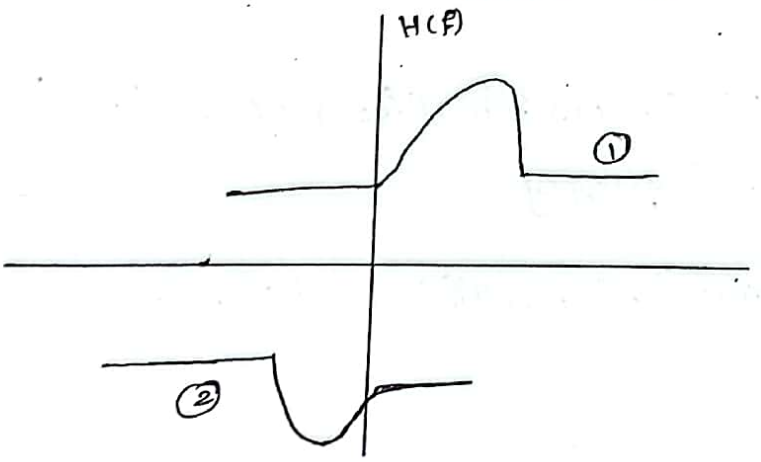


هيدي اشرح شوي عن slope circuit

* Balance slope detector

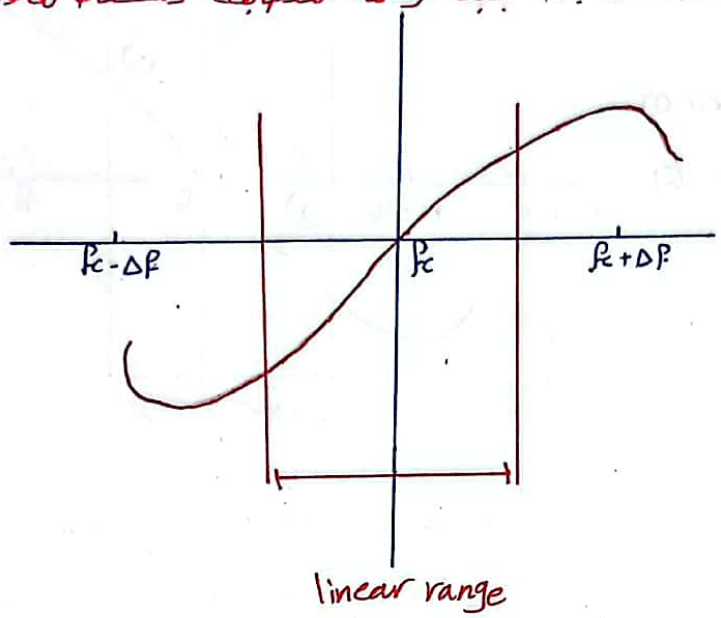
عشان نحقق مبدأ الاشتقاق حكينا بدنا response له علاقة خطية خلال RC circuit حكينا

انه $H(f) = j2\pi fRc$ ورسمنة بهذا الشكل :-



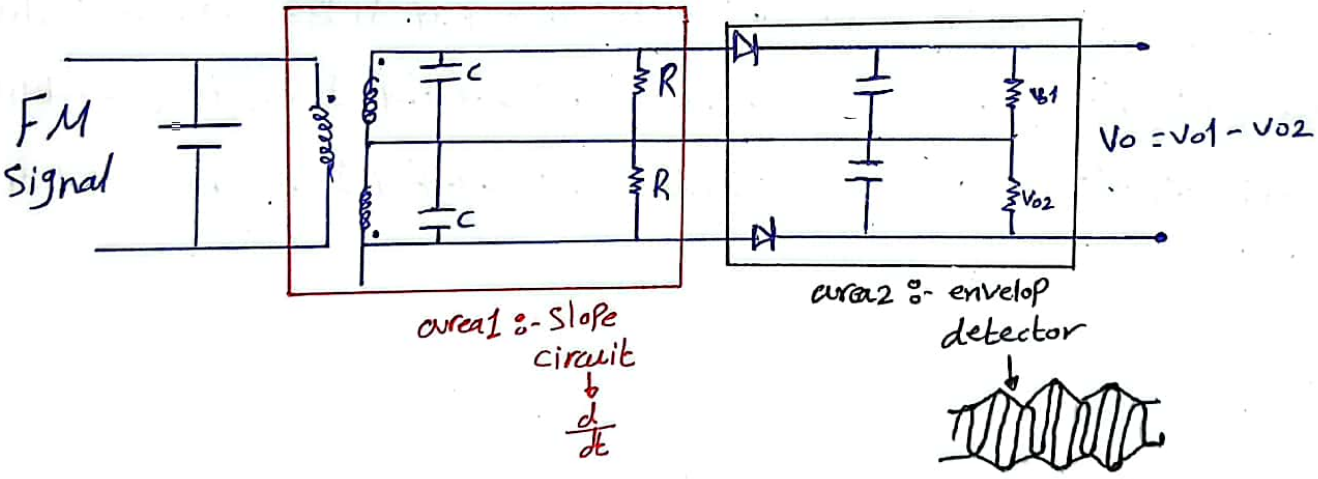
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

*الرسمة تبعت H(f) هي بس ① بكن إذا جبنا رسمة متطابقة وعكسناها تعالوا نشوف شو بصير.



• بعد اشتقاق بصير معنا بالزمنا من خلال two response قدرة أجيب منطقة linear عشان حققت غايتي من العلاقة الخطية وأشتقت.

*demodulation FM circuit, slope and envelop:-



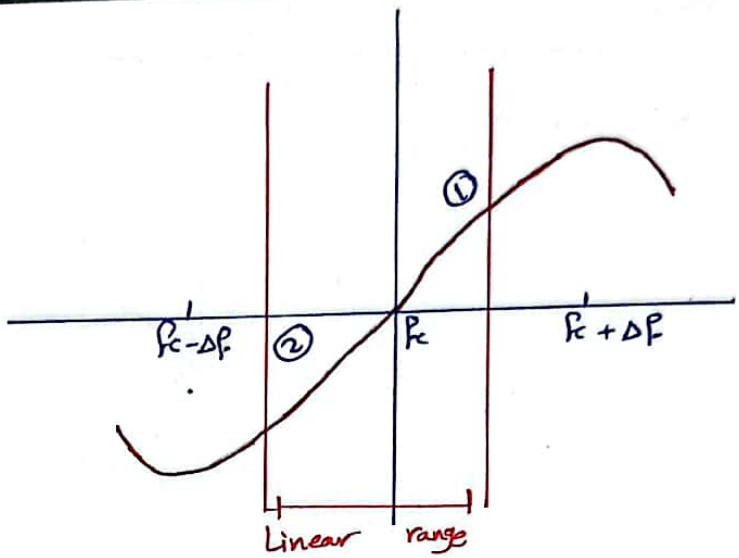
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* cases ⇒ fm at :-

1) $f_c \rightarrow V_{o1} = V_{o2} \rightarrow V_o = 0$

2) $f_c + \Delta f \rightarrow V_{o1} > V_{o2} \rightarrow V_o + ev$ ①

3) $f_c - \Delta f \rightarrow V_{o1} < V_{o2} \rightarrow V_o - ev$ ②



* زي ما بعرف انه مشتقة أي اقتراب هو عبارة عن ال slope للرسمة تبعته عشان هيك احنا استخدمنا الخط المستقيم لأنه بمثل الميل وايضًا مشكل المشتقة بال time

- $\frac{d}{dt}(g(t)) \longrightarrow j2\pi f\, G(f)$
- $\frac{d}{dt}$ = slope = $g'(t)$

* عشي بهاي الفكرة 3 حالات :-

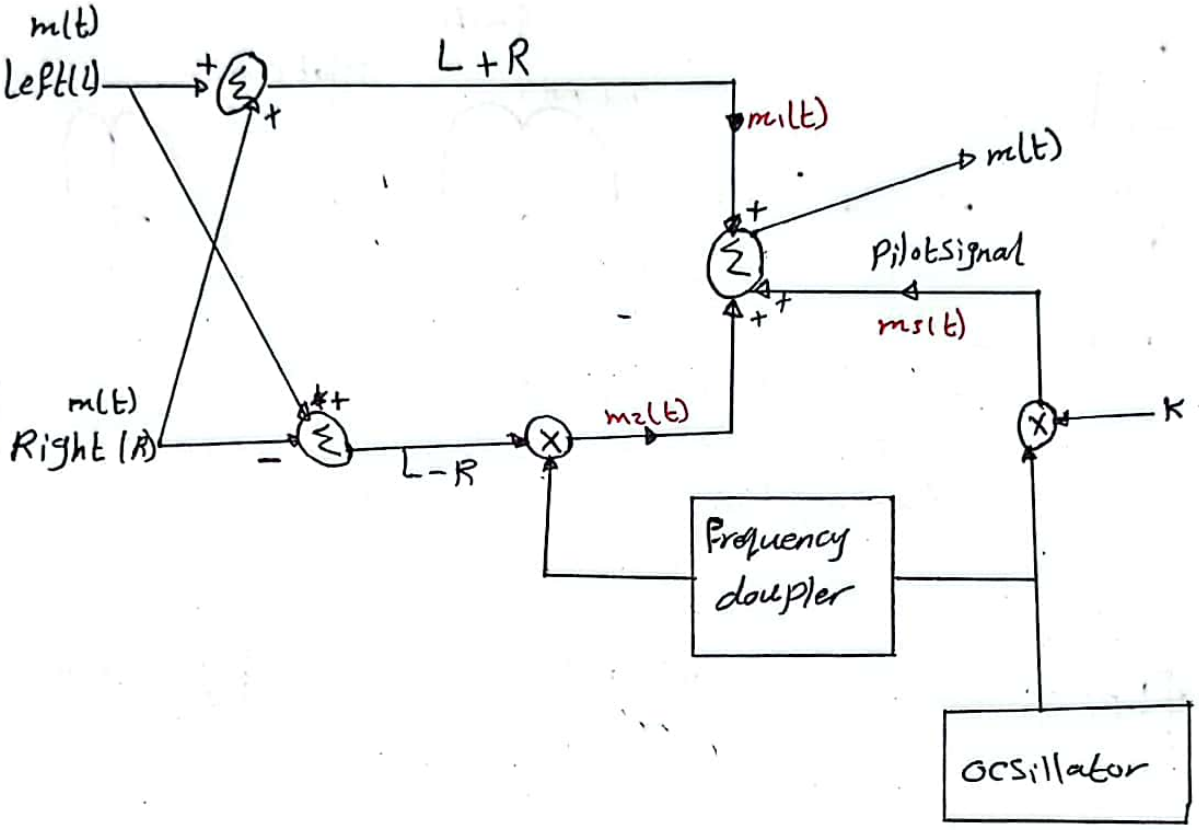
① الأولى ← انه بخط ال FM عند f_c وخرج فيساوي V_{o1} و V_{o2} والناتج صفر

② الثانية ← انه بخط ال FM عند $f_c + \Delta f$ وهيك بيكون $V_o > V_{o2}$ وخرج بيطلع الناتج موجب ①

③ الثالثة ← انه بخط ال FM عند $f_c - \Delta f$ وهيك بيكون $V_o < V_{o2}$ خرج بيطلع الناتج سالب ②

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* FM Sterio Signal:-
at transmission

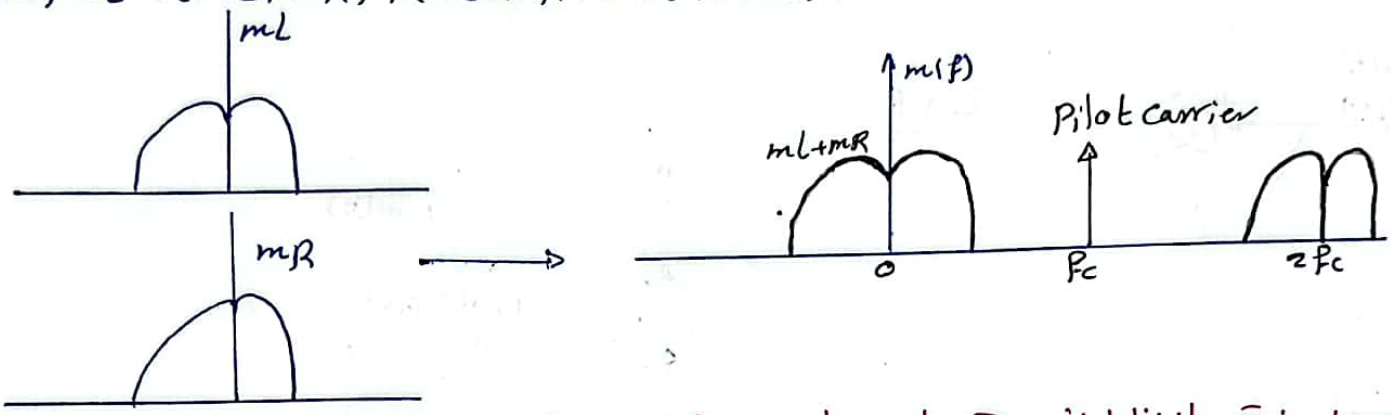


* مثلاً بالألعاب اللي بتحتاج سماعة وفيها أصوات يمين ويسار كيف بدي أرسلهم مع بعض ! بلجأ لمبدأ [FM Sterio signal].

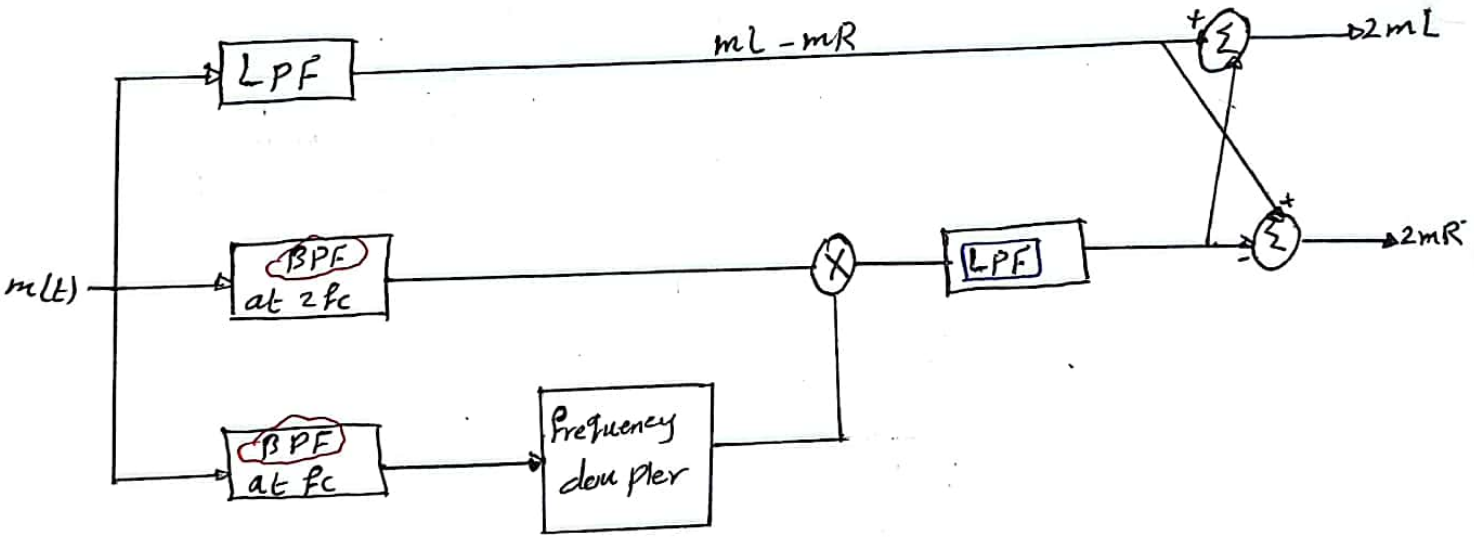
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$m(t) = m_1(t) + m_2(t) + m_3(t)$

$output = (mL+mR) + (mL-mR)\cos(4\pi F_c t) K \cos(2\pi F_c t)$



* الي هار فوق بالخط اني جبت الصح اليمين جمعت مع اليسار L+R
و مرة طرحت اليسار من اليمين L-R بعد هيك مرتبت بـ $\cos(4\pi F_c t)$
رح تكون موجودة عند 2Fc اما R+L رح تضل موجودة عند الصفر ومنلاحظ وجود Pilot carrier يستخدم للتحكم والمزامنة بالنسبة لل Phase



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

*At reciver:-

$m_1 = m_L + m_r$

$m_2 = (m_L - m_r)\cos(4\pi f_c t)$

$m_3 = 4\cos(2\pi f_c t)$

$y = m_2 \cos(4\pi f_c t + 1$

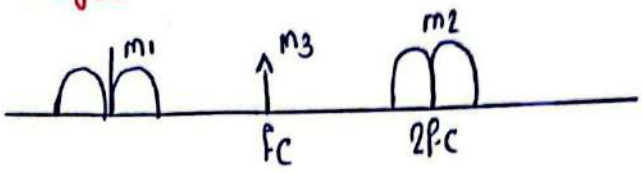
$y = (m_L - m_r)\cos(4\pi f_c t)\cos(4\pi f_c t)$

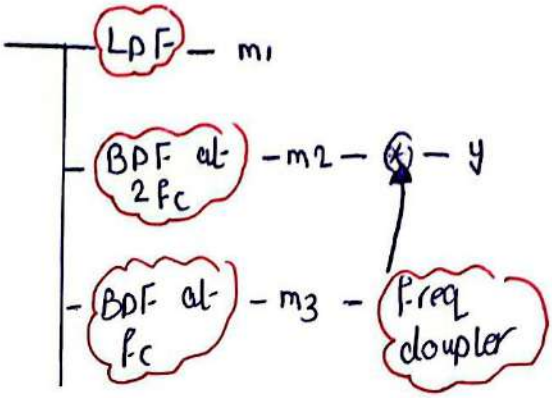
$y = (m_L - m_r) + (m_L - m_r)\cos(8\pi f_c t)$
high Freq

$y \Rightarrow LPF \Rightarrow m_4$

- FM stereo الاستقبال ب Signal

*بدون اثبات رياضيا هو شكل





$m_y = m_L - m_r$

① $m_1 + m_y$

$m_L - m_r + m_L + m_r = 2m_L$

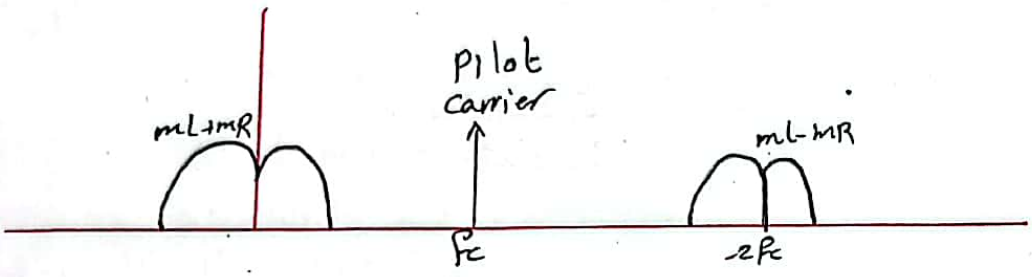
② $m_1 - m_y$

$m_L + m_r - (m_L - m_r) = 2m_r$

إعداد:باسل الخوالدة
خط:ديما حواتمة وسارا عنيزات

Scanned with CamScanner

* لما أستقبل m(t)sterlo باخذ كل مرة لوحدة عن طريق فلتر، أول حد عند الصفر استخدم LPF، ثاني حد عند 2fc استخدم BPF وكذلك الذي عند fc، pilot carrier عند fc BPF

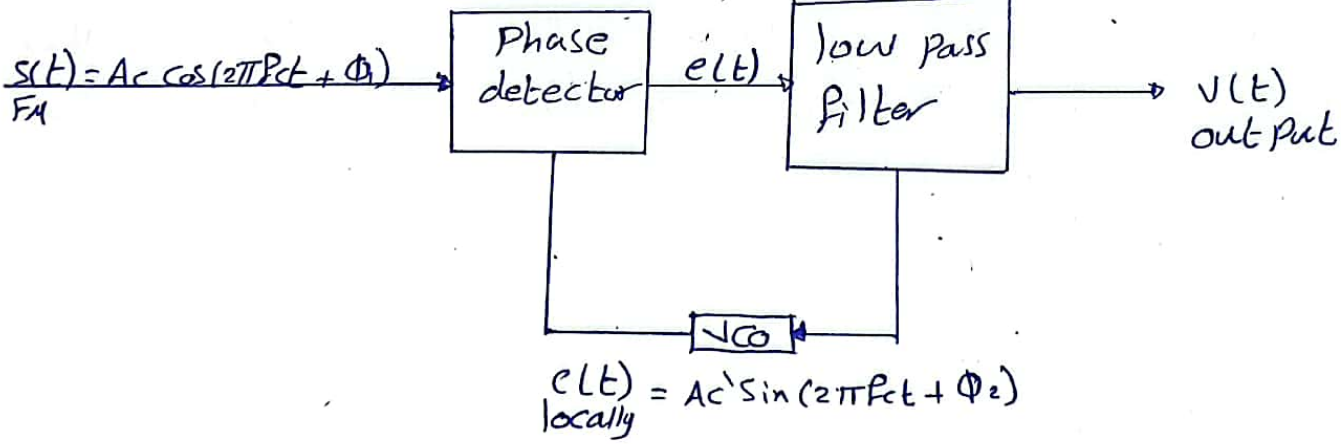


*Phase locked Loop (PLL).

عبارة عن دارة إلكترونية تستخدم [FM demodulation].

تحتوي على:
1. Phase detector
2. low Pass filter
3. Voltage controlled oscillator

* زي ما بنعرف انه في Phase error بكل Signal و أكيد Phase FM Signal رح تكون مختلفة عن الـ Carrier Phase عشان هيك هذا الـ loop رح يعمل على انه يخلي الـ Phase error أقل ما يمكن و أقرب من الصفر، رح نوضح حالي بعد الرسمة.



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أول شي قبل ما نحكي الـ FM رح يكون $v(t)=0$ عشان هيك الـ VCO رح تطلع Pure carrier

لكن رح يكون في فرق 90° عن carrier FM $[v_{co_{carrier}} = A_c' \sin(2\pi f_c t)]$ لكن بعد ما تعدل

رح يكون $v(t) \neq 0$ عشان هيك ناتج vco رح يكون $[A_c \sin(2\pi f_c t + \phi_2)]$.

علمًا انه:-

$$\phi_1 = 2\pi K_p \int m(t)$$
$$\phi_2 = 2\pi K_v \int v(t)$$

← من خلال الـ Figure:-

$$e(t) = \underset{FM}{s(t)} \cdot \underset{locally}{c(t)}$$
$$e(t) = A_c \cos(2\pi f_c t + \phi_1) \cdot A_c' \sin(2\pi f_c t + \phi_2)$$
$$e(t) = \frac{A_c A_c'}{2}[\sin(4\pi f_c t + \phi_1 + \phi_2) + \sin(\phi_1 - \phi_2)]$$

رح تدخل $e(t)$ على LPF حيث رح يمرّ فقط low freq component:-

$$e(t) = \frac{A_c A_c'}{2} \sin(\phi_1 - \phi_2)$$

if $\phi_e(t) = \phi_1 - \phi_2$

$$\therefore e(t) = \frac{A_c A_c'}{2} \sin[\phi_e(t)] = \frac{A_c A_c'}{2} \phi_e(t)$$

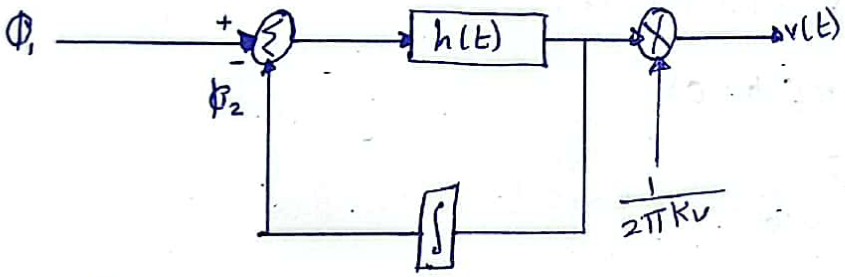
* اذا كانت قيمة x قليلة ←
$\sin(x) = x$

* حكيتلك انه من خلال هيدا النظام رح أخلي $\phi_e(t)$ أقل ما يمكن وأقرب متناهي عشان ايجي بعدها بدي أوصل لعلاقة تطلعلي message signal من النظام .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* Applications of PLL or advantages:-

1) Frequency demodulation
2) Generation Pure carrier at $v(t)=0$
3) FM generation
4) Fast of get message
5) high reliability and Flexibility
6) wide VCO frequency range.



$$v(t)=\int \phi_e(\tau).h(t-\tau)\,d\tau \quad \text{---(1)}$$ ← Convolution

أي سيغنال بتعدت على نظام بصير ح response النظام .

$$\begin{cases}\phi_2 = 2\pi K_v \int v(t)\,dt \\ \frac{d\phi_2}{dt} = 2\pi K_v\, v(t)\end{cases}$$

$$\therefore v(t)=\frac{1}{2\pi K_v}\frac{d\phi_2}{dt} \quad \text{---(2)}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

② in ① $\longrightarrow \frac{1}{2\pi K_v}\frac{d\phi_2}{dt} = \int \phi_e(\tau)\, h(t-\tau)\, d\tau$

$$\frac{d\phi_2}{dt} = 2K\pi v \int \phi_e(\tau)\, h(t-\tau)\, d\tau$$

$$\phi_e(t) = \phi_1 - \phi_2$$

$$\frac{d\phi_e(t)}{dt} = \frac{d\phi_1}{dt} - \frac{d\phi_2}{dt}$$

$$\frac{d\phi_e}{dt} = \frac{d\phi_1}{dt} - 2\pi K_v \int \phi_e(\tau)\, h(t-\tau)\, d\tau$$

$$j2\pi f\ \phi_e(f) = j2\pi f\, \phi_1(f) - 2\pi K_v\, \phi_e(f) \cdot H(f)$$

- $\frac{d}{dt} \rightleftharpoons j2\pi f$
- Convolution $\leftrightarrow$ Product
- $g_1 * g_2 \leftrightarrow g_1 \cdot g_2$

$$j2\pi f\, \phi_e(f) + 2\pi K_v\, \phi_e(f) \cdot H(f) = j2\pi f\, \phi_1(f)$$

$$\phi_e(f)\left[j2\pi f + 2\pi K_f H(f)\right] = j2\pi f\, \phi_1(f)$$

$$\phi_e(f) = \frac{j2\pi f\, \phi_1(f)}{j2\pi f + 2\pi K_f H(f)} = \frac{\phi_1(f)}{1 + \frac{K_f}{jf} H(f)}$$

→ Loop transfer function

$$v(t) = \int \phi_e(\tau) \cdot h(t-\tau)\, d\tau$$

$$v(f) = \phi_e(f) \cdot H(f)$$

$$v(f) = \frac{\phi_1(f)}{1 + L(f)} \cdot H(f) \qquad L(f) = \frac{K_f}{jf} H(f)$$

$$v(f) = \frac{\phi_1(f)\frac{jf}{K_f} L(f)}{1 + L(f)}$$

if $\longrightarrow L(f) \gg 1$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

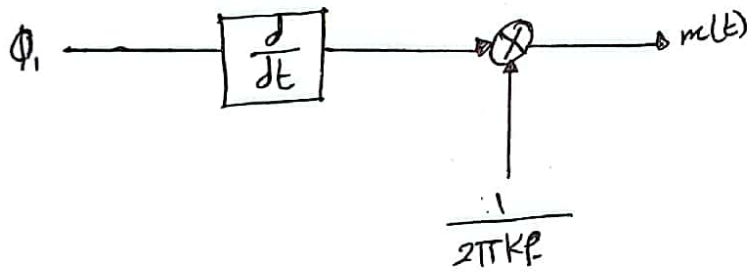
$$V(f) = \Phi_1(f) \cdot \frac{j2\pi f}{K_f}$$

$$V(f) = \Phi_1(f) \cdot \frac{j2\pi f}{2\pi K_p} \qquad j2\pi f = \frac{d}{dt}$$

$$v(t) = \frac{1}{2\pi K_v} \cdot \frac{d\Phi_1}{dt}$$

$$\Phi_1(t) = 2\pi K_f \int_0^t m(t)\,dt$$

$$\rightarrow v(t) = \frac{K_p}{K_v} m(t)$$



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Noise :- unwanted signal that tends to disturb the transmission and processing of signals in communication signal

$r(t) = s(t) + n(t)$

* noise دائماً يكون عند receiver

$r(t)$ → received signal

* Source of signal :

* Internal Noise :- ① shot noise [electronic devices, diode]
② thermal noise [conductor]

* external noise :- ① atmospheric noise
② man made noise. مثل الصوت

* shot Noise :- for example a photo detector circuit a current pulse is generated every time an electron is emitted by the cathod due to incident of light from a source of constant

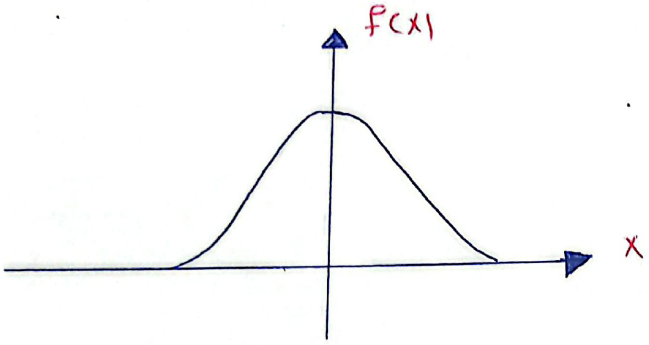
* Thermal Noise :- it is an electrical noise arising from the random motion of electrons in a conductor

* كلما زاد SNR كلما كان أفضل

$$SNR = \frac{\text{Signal Power}}{\text{Noise Power}}$$

* The Thermal Noise is Gaussion distributed with zero mean

* احتمالية ال Noise اكبرمن mean



* كلما كانة ال Noise يللي بتنبح ال receiver اقل كلما كانة افضل
* الحركة العشوائية لل e's بتأدي إلى ارتفاع درجة الحرارة وبالتالي تزيد ال Thermal Noise

$$E[VTN^2] = 4\,K\,T\,R\,\Delta F \quad [V^2]$$

K: Boltzmain constant — T: tempreture — R: resistor — ΔF: Band width

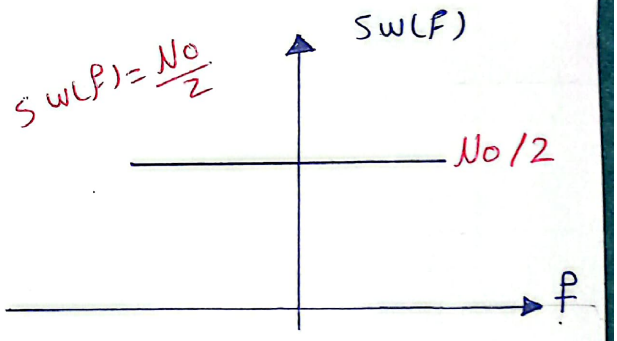
* White Noise :-

$No = K \cdot Te$

K → Boltzmain's constant

Te → Noise tempreture

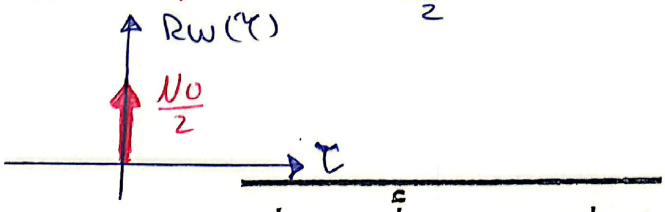
No → Noise Power dencity



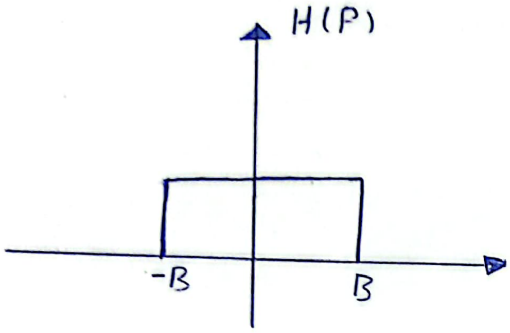
Problem :- why we cell it white Noise ?

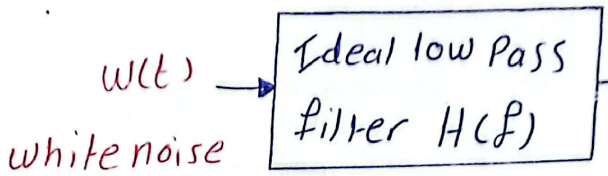
because it's includes all the frequancies [-∞,∞]

$$Rw(\tau) \rightleftharpoons Sw(f) \rightarrow Rw(\tau) = \frac{No}{2}\,\delta(\tau)$$



* if we assume that the white noise is Gaussion then any two sampler of white noise are SI





white noise of Zero mean $S_w(t) = \frac{N_0}{2}$ Gaussian

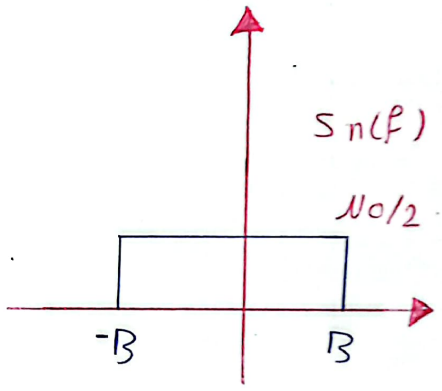
Gaussion with Zeromean

* Ideal LPF

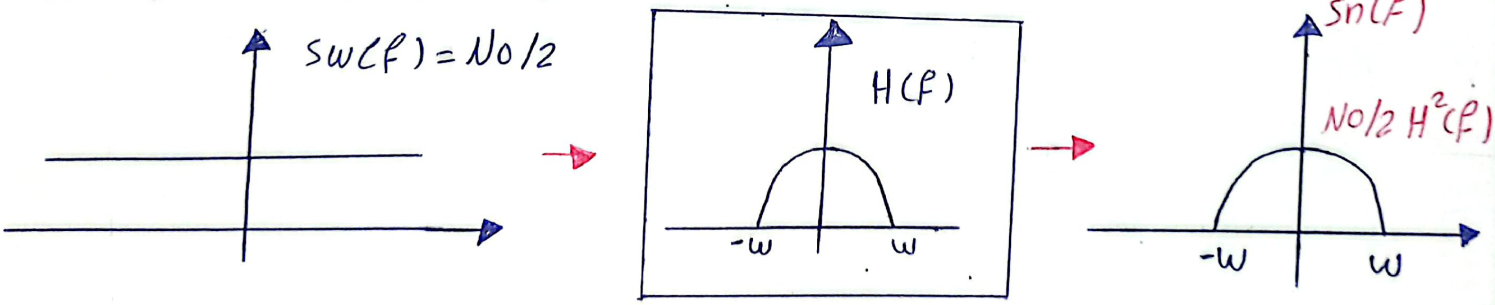
$S_n(f) = S_w(f) \cdot H^2(f)$

$$S_n(f) = \begin{cases} N_0/2 & , \ -B < f < B \\ 0 & , \ \text{else where} \end{cases}$$

$S_n(f)$ ↓ gaussion Noise



* for NoN Ideal LPF

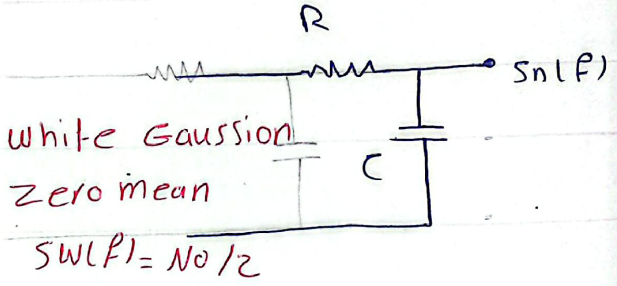


$$S_n(f) = \begin{cases} \frac{N_0}{2} H^2(f) & , \ -w < f < w \\ 0 & , \ \text{other wise} \end{cases}$$

Rc low-pass filtered white noise :-

$$S_n(f) = S_w(f)\,|H(f)|^2$$

Power spectral dencity



$$H(f) = \frac{Z_c}{R+Z_c}$$

$$H(f) = \frac{1/jcw}{R+1/jwc} = \frac{1}{1+j2\pi fRc}$$

$$|H(f)|^2 = \frac{1}{1+(2\pi fRc)^2} \quad , \quad S_n(f) = \frac{No/2}{1+(2\pi fRc)^2}$$

* Noise equivalent Bond width :-

$S_n(f) = S_w(f)\,|H(f)|^2$ ← Power spectral dencity [w/Hz]

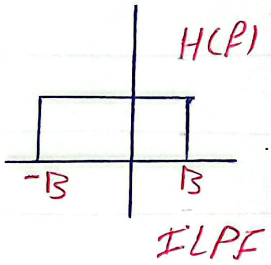
$N_{ot} = \int_{-\infty}^{\infty} S_n(f)\,df = \frac{No}{2}\int_{-\infty}^{\infty} |H(f)|^2\,df$ ← Power [w]

* average out Put noise Power $= No \int_{0}^{\infty} |H(f)|^2\,df$ ----①

* if the LPF is Ideal then

$N_{avg} = No\,B\,H^2(0)$ ----②

we define the equivalent noise band width by equating ① and ②



$$B = \frac{\int_{0}^{\infty} |H(f)|^2\,df}{H^2(0)}$$

Problem :- you have the transfer function of this filter $H(f) = \frac{1}{1+2j\pi fRc}$, Find the Noise equivalent Bandwidth?

$$B = \frac{\int_0^\infty |H(f)|^2 . df}{H^2(0)} \Rightarrow |H(f)|^2 = \frac{1}{1+(2\pi fRc)^2} \quad , \quad H^2(0) = 1$$

$$B = \int_0^\infty \frac{1}{1+(2\pi fRc)^2} df \Rightarrow \frac{1}{2\pi Rc} \tan^{-1}(2\pi fRc) \Big]_0^\infty$$

$$B = \frac{1}{2\pi Rc} \left[\frac{\pi}{2} - 0\right] = \frac{1}{4Rc}$$

* Narrow Band Noise

assume that n(t) has Power spectral centered at f_c then the Pre-envelop

$n_+(t) = n(t) + j\hat{n}(t) = \tilde{n}(t) e^{j2\pi f_c t}$

$\tilde{n}(t) = nI(t) + jnQ(t)$

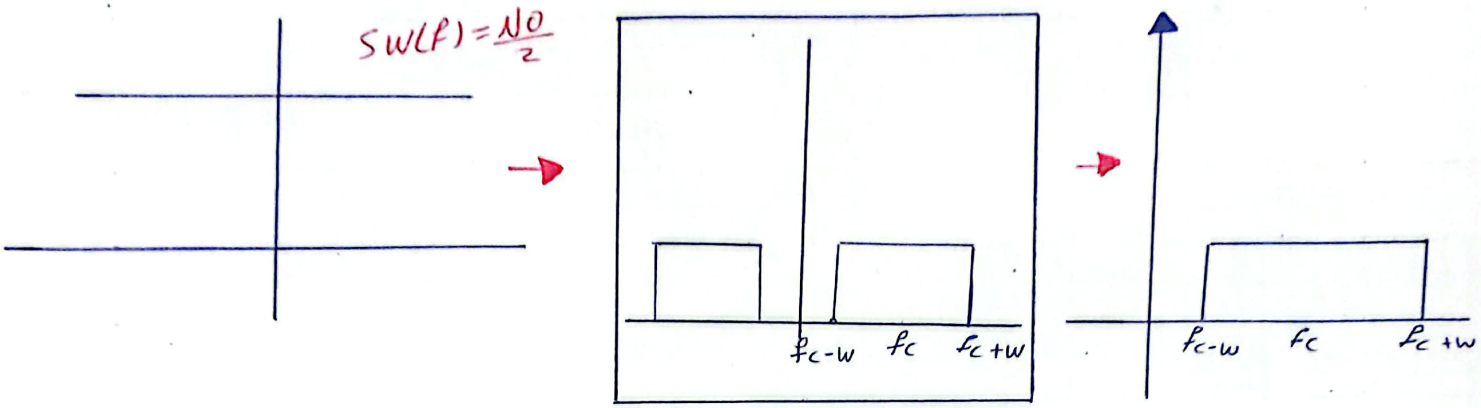
$n(t) = nI(t)\cos(2\pi f_c t) - nQ(t)\sin(2\pi f_c t)$

Proberities of Quodreture component of NB Noise

$$S_{nI} = S_{nQ}(f) = \begin{cases} S_n(f-f_c) + S_n(f+f_c) & , -B \le f \le B \\ 0 & , \text{else where} \end{cases}$$

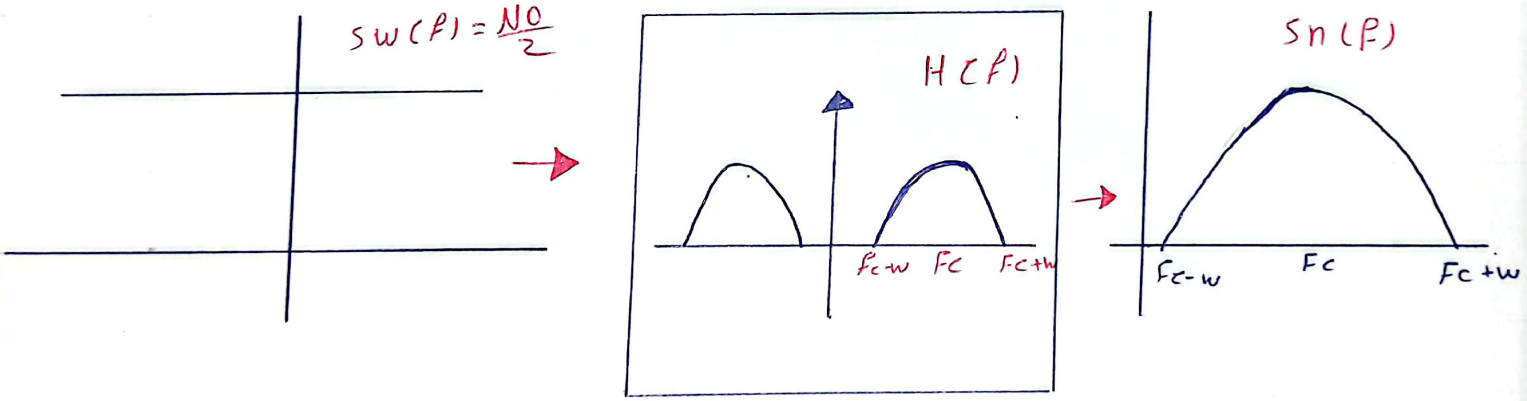
* الـ Power الموجودة في الـ $S_n(f)$ أخذت الـ Power الموجودة في الـ $S_{nI}(f)$, $S_{nQ}(f)$

IDEAL BPF



$$Sn(f) = \begin{cases} \frac{No}{2}, & fc-w < f < fc+w \\ 0, & \text{other wise} \end{cases}$$

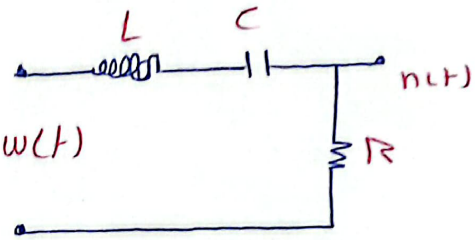
Non IDEAL BPF



$$Sn(f) = \begin{cases} \frac{No}{2} |H(f-fc)|^2, & fc-w < f < fc+w \\ 0, & \text{other wise} \end{cases}$$

* RLC filter

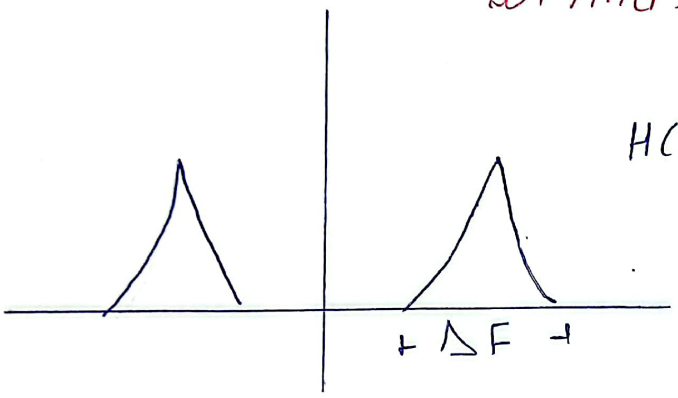
$$H(f) = \frac{R}{R + JwL + \frac{1}{JwC}}$$



Let $\Rightarrow$ $f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

$$Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{f_c}{\Delta F}$$

كلما كان Q أعلى كلما كان الـ B.W الـ filter أقل



$$H(f) = \frac{1}{1 + JQ\left[\frac{f}{fc} - \frac{fc}{f}\right]}$$

$$* \; H(f) = \begin{cases} \dfrac{1}{1 + J2Q(f - fc)/fc} & , \; f > 0 \\ \dfrac{1}{1 + J2Q(f + fc)/fc} & , \; f < 0 \end{cases}$$

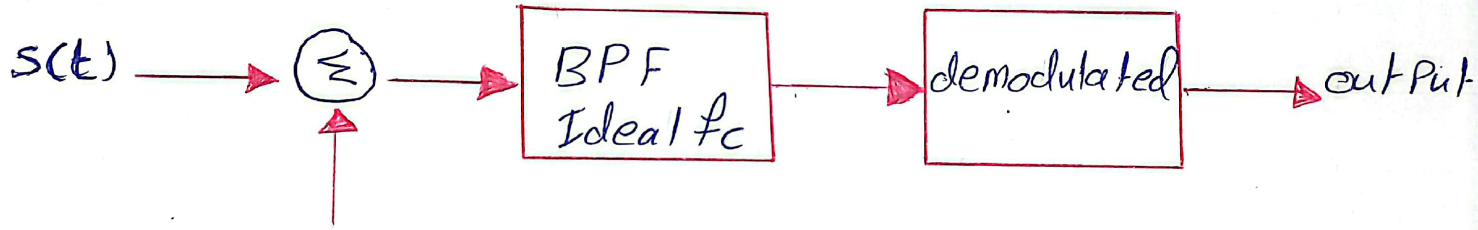
$$* \; Sn(f) = Sw(f)\,|H^2(f)|$$

$$Sn(f) = \begin{cases} \dfrac{No/2}{1 + 4Q^2(f - fc)^2/fc^2} & , \; f > 0 \\ \dfrac{No/2}{1 + 4Q^2(f + fc)^2/fc^2} & , \; f < 0 \end{cases}$$

$$S_{nI}(f) = S_{nQ}(f) = \begin{cases} \dfrac{N_0}{1+(2\Phi f/f_c)^2} & , -B \le f \le B \\ 0 & , \text{else where} \end{cases}$$

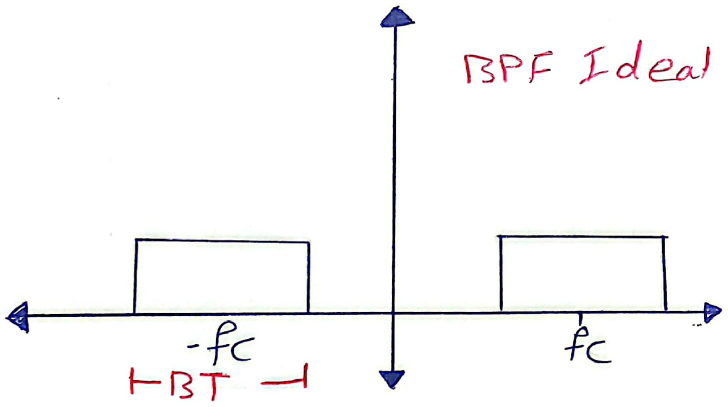
* في حالة عدم وجود signal ال Noise دائماً بكون موجود لأنه ال Noise بسبب ال receiver مش ال Transmiter

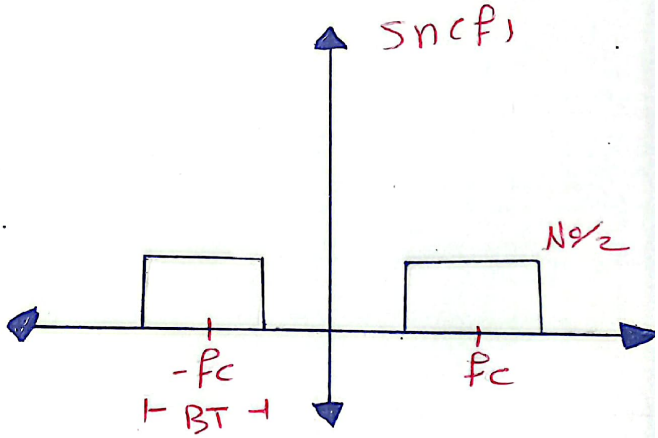
*Receiver Model :-



$$X(t) = S(t) + n(t)$$

Received signal





$(SNR)_I$:- input signal to noise ratio

⇒ it's defined as a ratio of the avarage power of the modulated signal s(t) to the avarge power to the filtered noise n(t)

$$(SNR)_I = \frac{\text{avg } s(t)}{\text{avg } n(t)}$$

$(SNR)_o$:- out put signal to noise ratio

⇒ it's defined as a ratio of the avarage Power of the demodulated signal to the avarge Power of the noise. both measured at receiver out Put

$$(SNR)_o = \frac{\text{avg } m(t)}{\text{avg } n_o(t)}$$

$(SNR)_c$:- channel signal to noise ratio

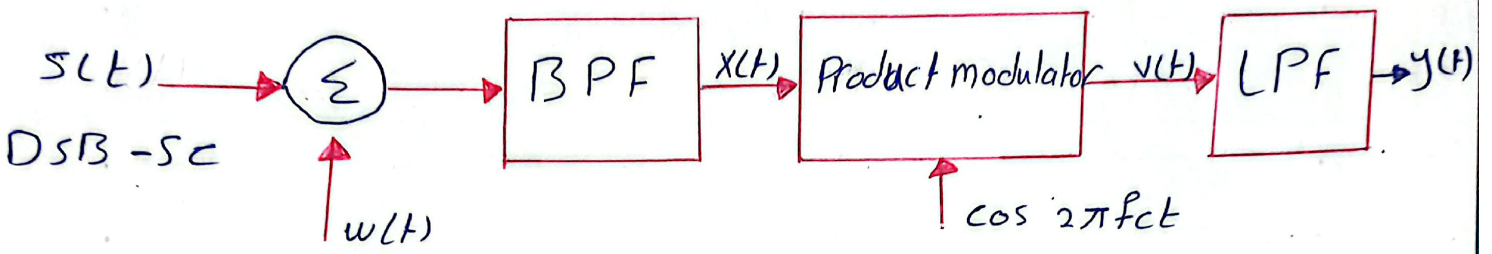
⇒ it's defined as the ratio of the avarage Power of the modulated signal to the avarage noise Power in the message bandwidth both measured of the receiver in Put

$$(SNR)_c = \frac{\text{avg } s(t)}{\text{avg } n(t) \text{ in the } m(t) \text{ bw}}$$

$$\text{figure of Merit} = \frac{(SNR)_o}{(SNR)_c}$$

كلما ارتفع FoM الـ receiver كلما كان الـ receiver أفضل

Noise in DSB - Sc Receiver :-



$$S(t) = C A_c \cos(2\pi f_c t) \cdot M(t)$$

$$(SNR)_c = \frac{\text{avarge Power in } S(t)}{\text{avarge noise in the message band width}}$$

$$S(t) = C A_c \cos(2\pi f_c t + \Phi)\, m(t)$$

Φ ← Random signal

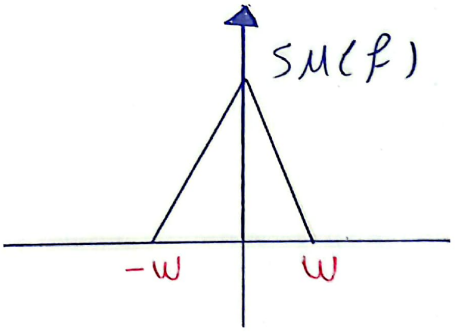
random variable which is uniformly distributed over the $[0, 2\pi]$

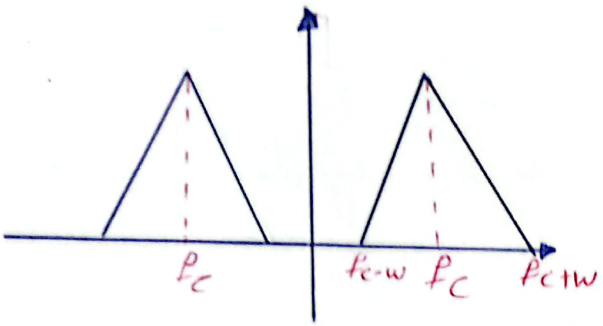
$$S_s(f) = \frac{C^2 A_c^2}{4} [S_M(f - f_c) + S_M(f + f_c)]$$

$S_s(f)$ ← Power spectral density

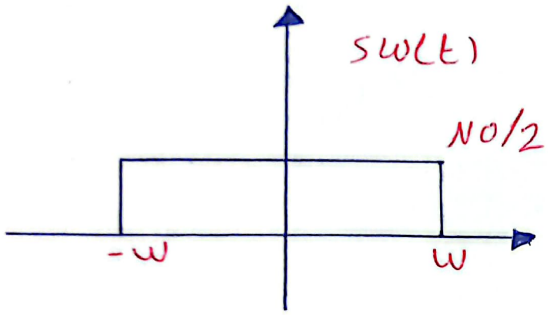
$$P_M = \int_{-w}^{w} S_m(f)\, df$$

P_M ← avarge Power in $m(t)$





$$P_S = c^2 A_c^2 [2P_m] = \frac{c^2 A_c^2 P_m}{2}$$



$$\text{Noise Power} = 2w \frac{N_o}{2} = N_o w$$

$$\Rightarrow \underset{\text{DSB-SC}}{(SNR)_c} = \frac{P_c}{\text{noise Power}} = \frac{c^2 A_c^2 P_m}{2 N_o W}$$

$$\text{figure of merit} = \frac{(SNR)_o}{(SNR)_c}$$

$$x(t) = cA_c \cos(2\pi f_c t) m(t) + n(t)$$

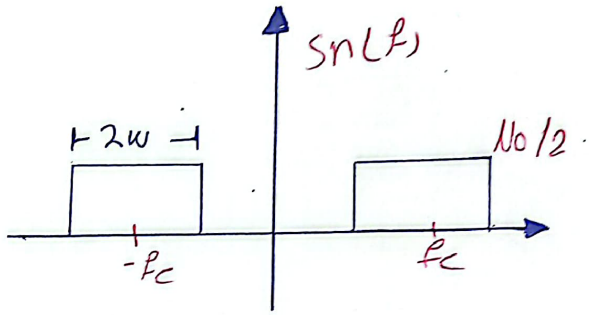
$$= cA_c \cos(2\pi f_c t) m(t) + n_I \cos(2\pi f_c t) - n_Q(t) \sin(2\pi f_c t)$$

$$v(t) = x(t) \cdot \cos(2\pi f_c t)$$

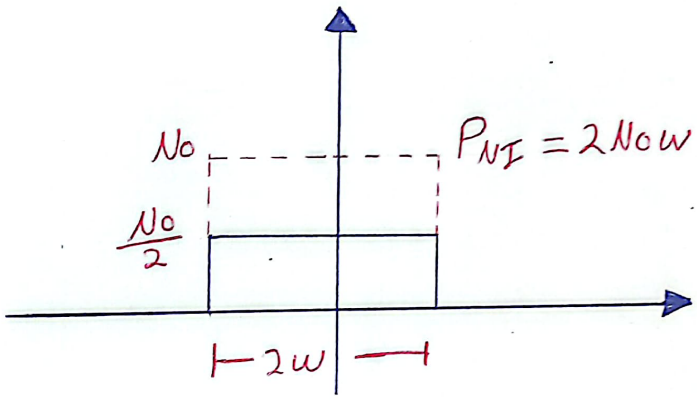
$$= \frac{1}{2} c A_c m(t) + \frac{1}{2} n_I(t) + \frac{1}{2} [cA_c m(t) + n_I(t)] \cos 4\pi f_c t - \frac{1}{2} n_Q(t) \sin 4\pi f_c t$$

$$y(t) = \frac{1}{2} cA_c m(t) + \frac{1}{2} n_I(t)$$

* the avarage Power in the message signal at receiver output
$(\frac{1}{2} c A_c)^2 P_m = \frac{1}{4} c^2 A_c^2 P_m$
* the avarage Power in the noise signal at receiver output is
$(\frac{1}{2})^2 P_{N_I} = \frac{N_o W}{2}$

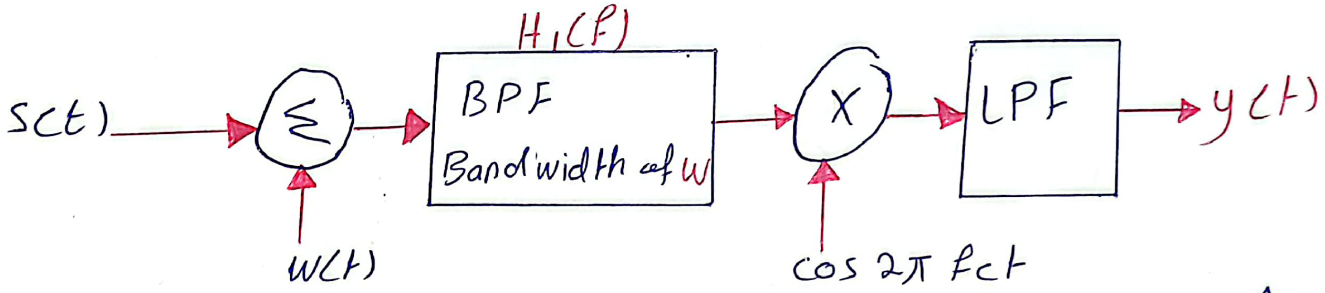


$$\rightarrow (SNR)_o = \frac{c^2 A_c^2 P_m / 4}{w N_o / 2}$$
DSB-SC
$$= \frac{c^2 A_c^2 P_m}{2 w N_o}$$



→ figure of merit = 1
DSB-SC

Noise in SSB Receivers :-



$$s(t) = \underbrace{\frac{A_c c}{2} \cos(2\pi f_c t)\, m(t)}_{P_1} + \underbrace{\frac{A_c c}{2} \sin(2\pi f_c t)\, \hat{m}(t)}_{P_2}$$

figure of merit $= \frac{(SNR)_o}{(SNR)_c}$ ، $(SNR)_c = \frac{P_s}{W N_o}$

Observations about $S(t)$

① Power spectral density are additive

② Both $m(t)$ and $\hat{m}(t)$ has the same power spectral density

"same Power" → the square magnitude of $H(f) = -J\,sgn(f)$ is 1 for the positive and negative frequancy $|H(f)|^2 = 1$

$$P_1 = \frac{A_c^2 C^2}{4} \frac{P_M}{2} = \frac{C^2 A_c^2 P_M}{8} = P_2$$

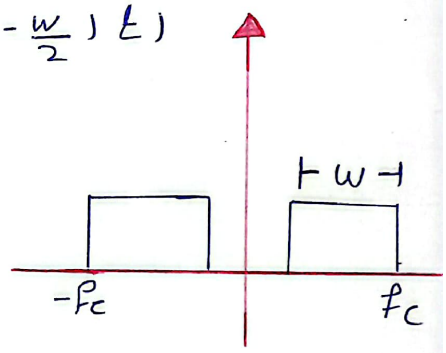
$$\Rightarrow P_S = P_1 + P_2 = \frac{C^2 A_c^2 P_m}{4}$$

$m(t) \xrightarrow{S_M(f)} \boxed{-J\,sgn(f)} \rightarrow \hat{m}(t)$

$$(SNR)_{SSB} = \frac{P_S}{W N_0} = \frac{C^2 A_c^2 P_m}{4 N_0 W}$$

$$n(t) = n_I \cos(2\pi(f_c - \tfrac{w}{2})t) - n_Q \sin(2\pi(f_c - \tfrac{w}{2})t)$$

$$x(t) = s(t) + n(t)$$



$$y(t) = \frac{1}{4}\left(A_c m(t) + \frac{1}{2} N_I(t)\cos(\pi w t) + \frac{1}{2} n_Q(t)\sin(\pi w t)\right)$$

$\frac{A_c^2 C^2 P_m}{16}$ $\quad \frac{1}{4} * \frac{1}{2} P_{NI}$ $\quad \frac{1}{4} * \frac{1}{2} P_{NQ}$

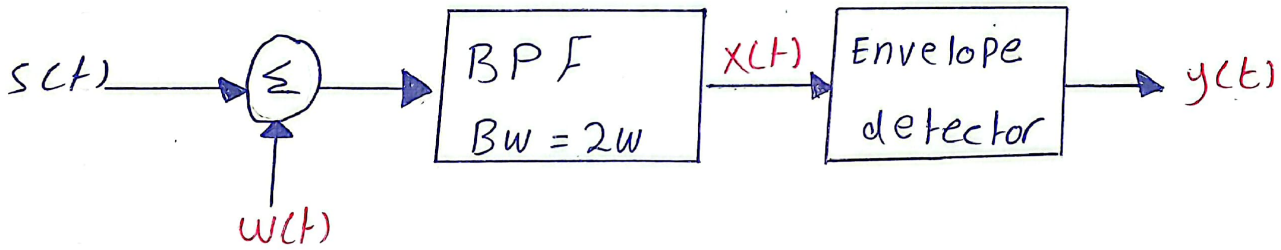
$$(SNR)_0 = \frac{\text{avarage Power in signal related to } m(t)}{\text{avarage Power in signal related to Noise}}$$

$$(SNR)_{SSB} = \frac{\frac{C^2 A_c^2 P_m}{16}}{\frac{N_0 W}{8} + \frac{N_0 W}{8}} = \frac{C^2 A_c^2 P_m}{4 N_0 W}$$

$$\text{figure of merit}_{SSB} = \frac{(SNR)_o}{(SNR)_c} = 1$$

* الـ Reciever اللي فيها SSB و DSB-SC أفضل من الـ Am لأن full Am $FoM_{Am} < FoM_{SSB}$

* Noise in Am Receiver :-



$$s(t) = A_c \cos(2\pi f_c t)[1 + k_a m(t)]$$

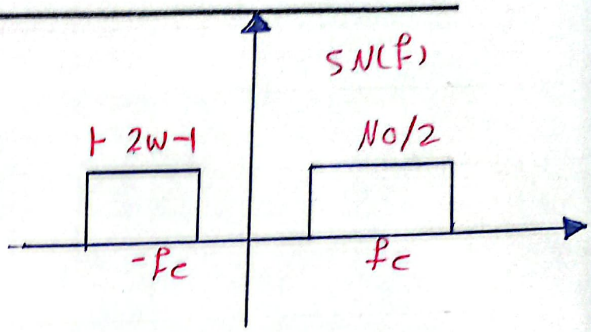
$$= A_c \cos(2\pi f_c t) + A_c k_a m(t) \cos(2\pi f_c t)$$

$$P_s = \frac{A_c^2}{2} + \frac{A_c^2 k_a^2 P_m}{2} = \frac{A_c^2}{2}[1 + k_a^2 P_M]$$

$$(SNR)_{Am_c} = \frac{P_s}{N_0 W} = \frac{A_c^2[1 + k_a^2 P_m]}{2 N_0 W}$$

$$X(t) = S(t) + n(t)$$

$$= Ac\,[1 + ka\,m(t)]\cos(2\pi f_c t) + N_I(t)\cos(2\pi f_c t) - n_Q \sin(2\pi f_c t)$$



$$= [Ac + Ac\,ka\,m(t) + n_I(t)]\cos(2\pi f_c t) - n_Q(t)\sin(2\pi f_c t)$$

$$y(t) = \sqrt{[Ac + Ac\,ka\,m(t) + n_I(t)]^2 + n_Q^2(t)}$$

* assume that the carrier avarage power is large compared with the avarage noise power.

$$y(t) \cong Ac + Ac\,ka\,m(t) + n_I(t)$$

can be removed using a compling capacitor

$$(SNR)_{AM}^{o} = \frac{Ac^2\,ka^2\,Pm}{2No\,W}$$

$$\text{figure of merit} = \frac{ka^2\,Pm}{1 + ka^2\,Pm} < 1$$

Problem :- Find figure of miret for single tone modulation signal $m(t) = Am \cos(2\pi f_m t)$ in full Am ?

sol :- figure of merit = $\frac{(SNR)_o}{(SNR)_c}$

$\left(\frac{SNR}{Am}\right)_o = \frac{Ac^2 ka^2 PM}{2 No W} \rightarrow \frac{Ac^2 ka^2 Am^2}{4 No W}$

$\left(\frac{SNR}{Am}\right)_c = \frac{Ps}{No W} = \frac{Ac^2 [1 + ka^2 \frac{Am^2}{2}]}{2 No W}$

figure of Merit = $\frac{ka^2 Am^2}{2[1 + ka^2 \frac{Am^2}{2}]} = \frac{M^2}{2[1 + \frac{M^2}{2}]} = \frac{M^2}{2 + M^2}$

* at $M = 1 \rightarrow FoM = \frac{1}{3}$

* the carrier have the Most Power
* Am system using envelope detector must transmit three ~~Am system~~ time as much as avarge power as DSB-Sc system using coherent detector

* Problem :- What is the effect of the low-pass filter on the Power spectral density of the received noise ?

The Noise band width will be reduced to the filter band width diveded by the magnitude of H(o) squared

Problem:- What is the difference between single side band (SSB) and full Am with respect to the noise effect?

In SSB the figure of merit equals 1, on the other hand in full Am figure of mert less than 1.

so the effect of the Noise on fu all AM more than SSB

Problem:- FM has disadvantage if compared to AM in Large Bandwidth is required

Problem:- What are the differences between the balanced demodulator and the PLL in FM demodulation?

In Balanced modulator uses two slope circuit one of them Positive and the other negative we merge them to have the biggest linear region, so the linear region in frequancy domain equals differentiation in time domain after that the envelope detector takes envelope of the output of the slop circuits and combine them together, so you will have scaled version of message signal (Alpha) m(t)

Problem:-

In PLL, we assume that Vco has been adjusted so when V(t) is equal zero, two coditions are satisfied:-

① the out put freq uancy of vco is fc

② the out put of vco has 90° Phase shift with respect to carrier

So of carrer ⇒ $c(t) = A_c \cos(2\pi f_c t)$

$r(t) = A_v \sin c\, 2\pi f_c t + \phi_2(t)$, $\phi_2(t) = 2\pi k_v \int_0^t v(\tau)\, d\tau$

$s(t) = A_c \cos(2\pi f_c t + \phi_1(t))$, $\phi_1(t) = 2\pi k_f \int_0^t m(\tau)\, d\tau$

So $e(t) = r(t) * s(t)$

e(t) will have ① High freq uancies ② low freq uencies

When e(t) entrs loop filter [LPF] the freq uencies will attenuate and the low frequency rem ains

$v(t) = e(t) * h(t) \rightarrow V(f) = \frac{\phi_1(f)}{2\pi k_v} \rightarrow v(t) = \frac{1}{2\pi k_v} \frac{d\phi_1(t)}{dt}$

Problem:- For full Am modula tion with the sinu soidal message signal $m(t) = \cos(40\pi t)$ and amplitude sensitivity equal 0,1 and a unity amplitude carrier. if the Noise Power density is equal to 0,003 w/Hz Then the signal to Noise ratio (SNR) at the out Put of the receiver that percisely assures no signal distor tion is equal to ?

$(SNR)_o = \frac{A_c^2 k_a^2 P_M}{2 N_o W}$ $\quad k_a = 0.1$, $f_M = 20 = W$, $A_c = 1$, $P_M = \frac{A_m^2}{2} = \frac{1}{2}$, $2N_o = 0.003$

$(SNR)_o = \frac{1 * (0,1)^2 * (0.5)}{(0,003) * 20} = 0.0833$

Pulse Modulation :-

بداية هذا النوع من الـ Modulation ما راح يكون زعيم الحجي فيه في آلية ارسال المسج و استقبالها، لانو هذا النوع عبارة عن مدخله الحي "digital" الي راح نعمله فيه انو نحوله المسج من ال continous الحي discreat time

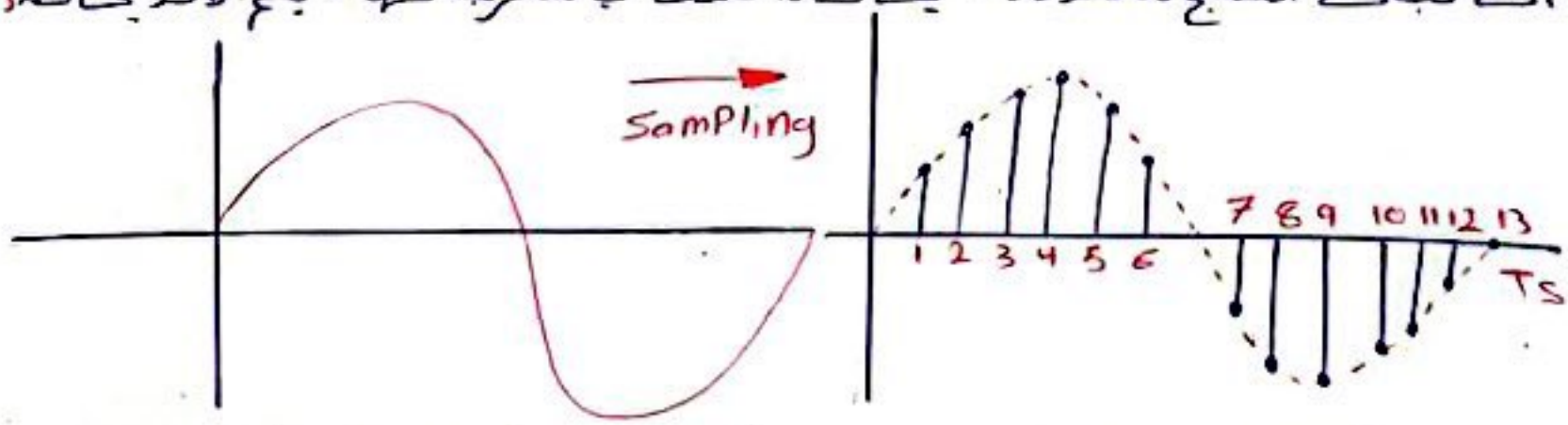
continous wave → discreate wave → digital wave

discreate wave: اللي راح يصير هون Sampling هون هو عملية

digital wave: اللي راح يصير هون هو Quantization and coding

* Sampling Process :-

هي عبارة عن اخذ عينات محددة من المسج و الاستغناء عن الباقي بشرط انو تبقى المسج مفهومة في حاله فمنا باسترجاعها د يتم الاخذ في كل (nTs)

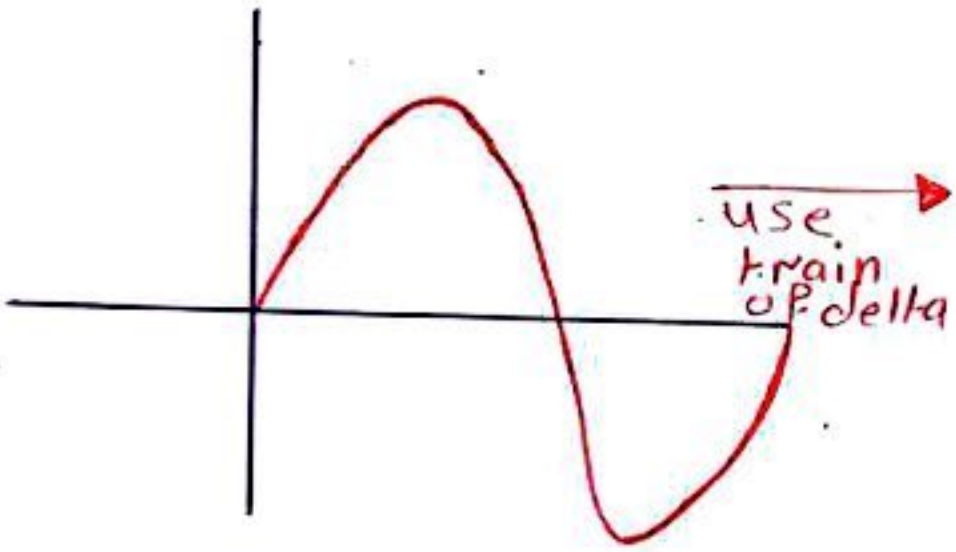


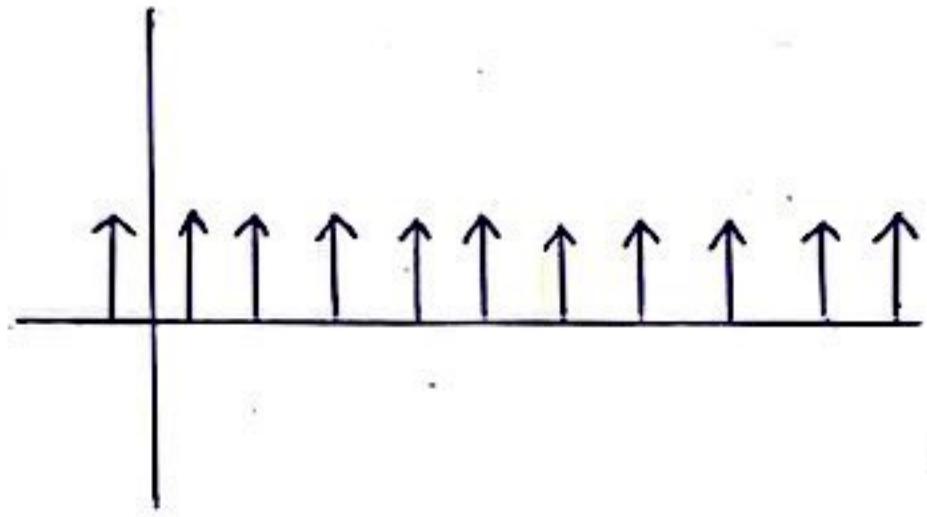
* اللي صار هون انو اخذنا اجزاء من المسج من خلال Scale معين وهو طلب كيف راح تتم العملية بحيث نستخدم الشيء الصح Train of Pulse

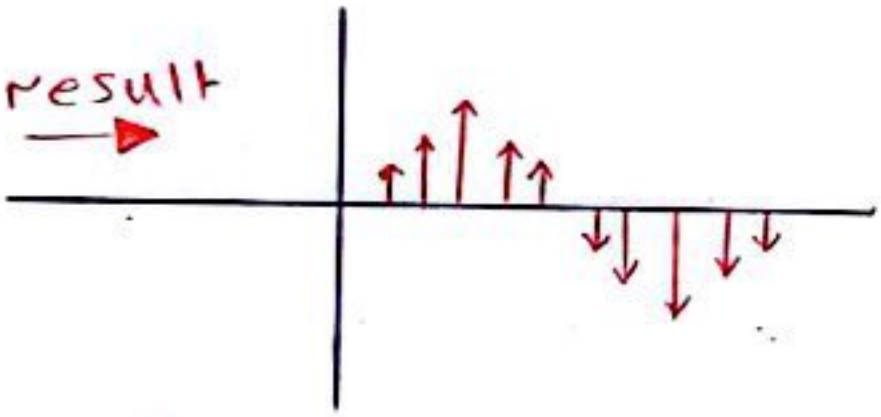
(Time :- مضاعفات الـ Ts
Sampling 1, 2, 3, 4, 5, 6 ... n)

وهي عبارة عن موجة لانهائية من الـ delta

Scanned with CamScanner



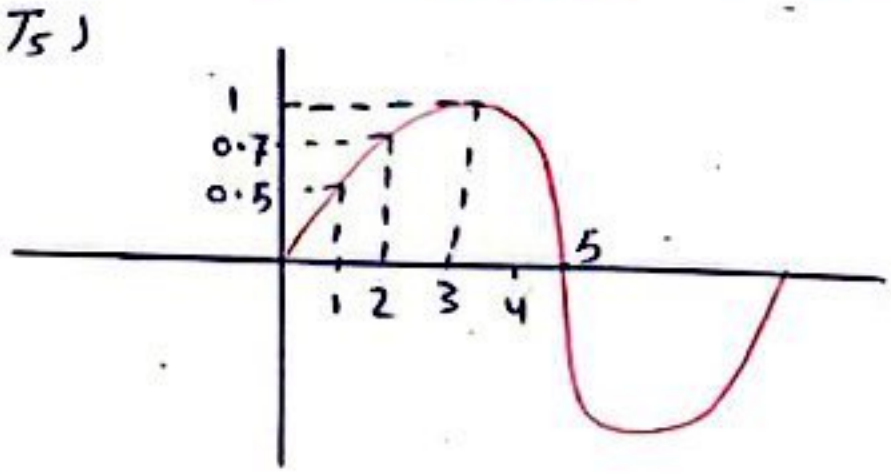




* اللي راح يطير هون انو Amp
لطسج رح يأثر على delta الـ amp
بحيث يتناسب طرديأ معها

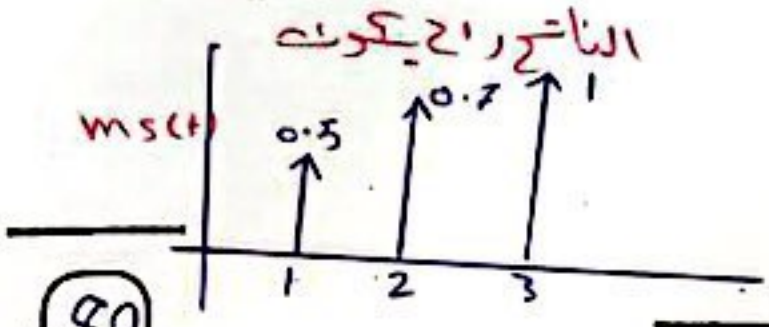
* طيب احنا فهمنا علمياً شو يعني sampling تمام نشوف رياضياً :-

$$m_s(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} m(nT_s)\,\delta(t - nT_s)$$



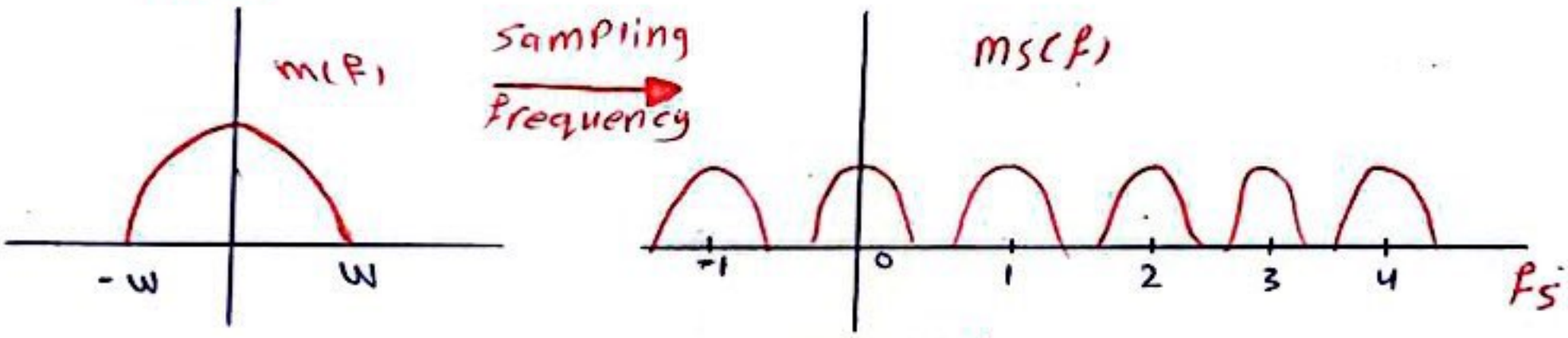
* عشان اعلى sampling حكينا بدنا (train of pulse) وهاي راح تتناسب مع Amp للطسج
زي ما موضح بالهامش ← راح اخذ قيم الـ Amp و اضربها بـ delta عند
(nTs) الخاص فيها

$$m_s(t) = \sum_{-\infty}^{\infty} m(1)\,\delta(t-1) + m(2)\,\delta(t-2) + m(3)\,\delta(t-3)$$



Scanned with CamScanner

* طيب لو شفنا عملية ال sampling كيف رح تصير بال frequency domain



* اللي راح يصير بال freq domain انه عند كل nfs رح يكون عندي نسخة من المسج بحيث انه

n رياضياً راح نستخدم هلئ للمعادلة $f_s = \frac{1}{T_s}$ ، $n = 1, 2, 3$

$$G_s(f) = f_s \sum_{-\infty}^{\infty} G(f - nf_s)$$

fs :- freq sampling

Ts :- Time sampling

n :- Integar number

* زي اي نظام بالعالم في شروط عشانه نعمله اي عملية وعشان نعمل عملية sampling لازم يتحقق شرط :-

* معنى الشرط انه freq sampling لازم يكون اكبر من 2 freq message في النهاية رح يطلع

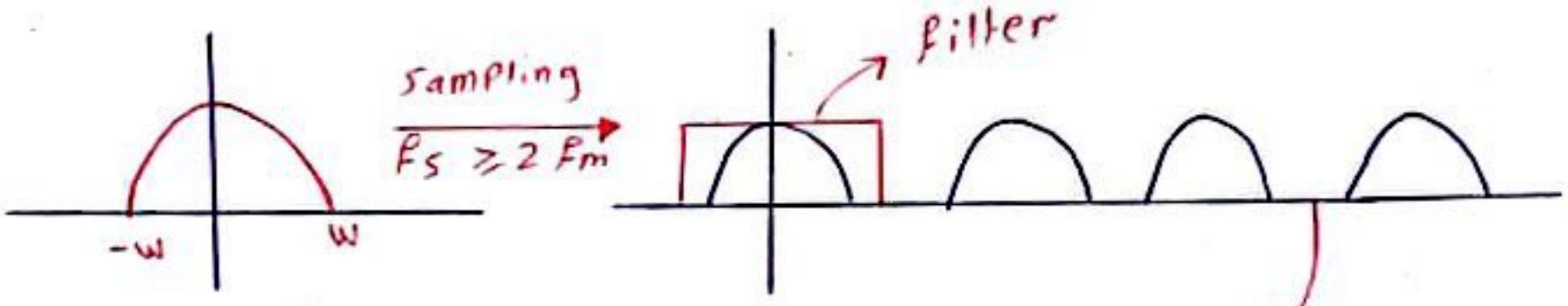
$f_s \geq 2f_{max}$ تحت :-

* طيب في ال freq sampling حكينا لازم يكون $f_s \geq 2f_m$ وبدنا نعرف ليش

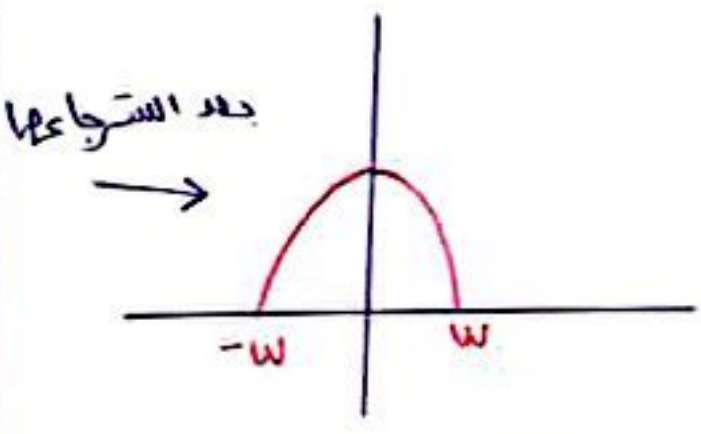
لانه طالما بدي ارجع المسج بدي اضمن انه نسخ المسج ماراح تتداخل مع بعض وماراح يصير عليها distortion :-

Scanned with CamScanner

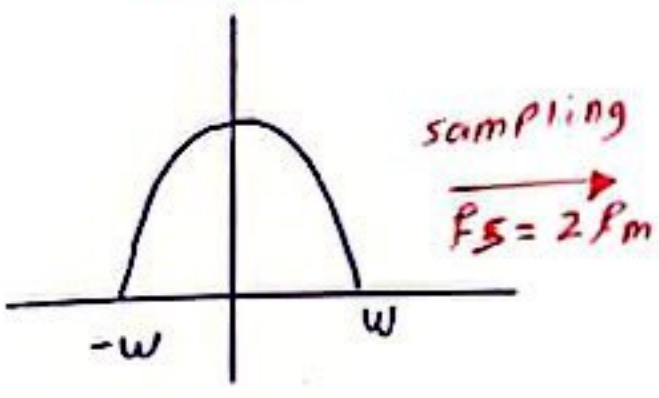
* الحالة الاولى :- $f_s > 2f_m$ ، وصوت رح ارسله اطبع و استقبلها بدون ما تتضرر

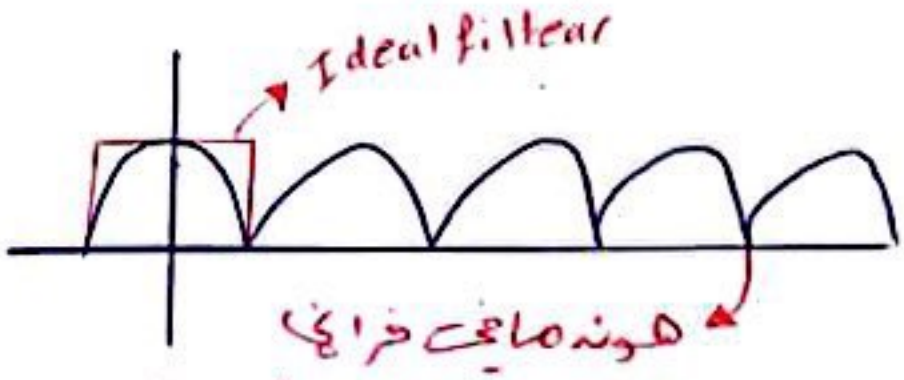


هاي المنطقة الفارغة هي اللي
بتتضمن ما يلي تداخله او distortion سببها
$f_s > 2f_m$

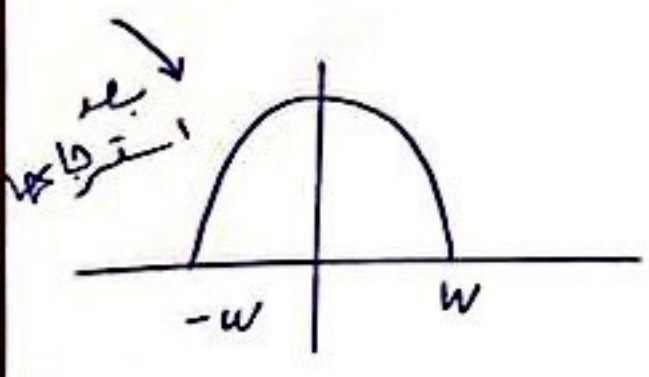


* الحالة الثانية :- $f_s = 2f_m$ ، بهاي الحالة بتكون عند اقل حد للنظام (Ideal Filter) عشان يرسله ويتقبله المستقبل بدون تداخله او ضرر وهون لازم نتحمى هاي الحالة (Nyquist rate)





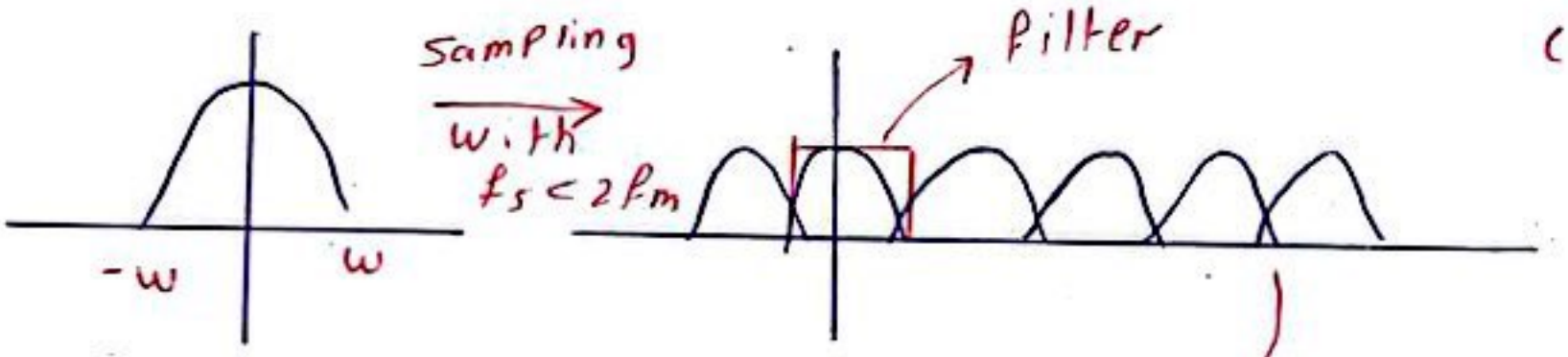
هون ما بدي خرابيط
انه $f_s = 2f_m$ بالظبط
لازم نستخدم Ideal filter عشان استرجعها



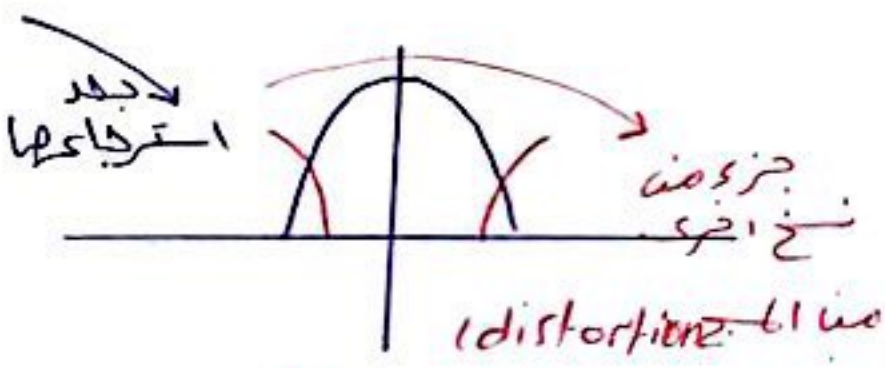
بدون تداخله distortion

Scanned with CamScanner

* الحالة الثالثة :- $f_s < 2f_m$ وبهاي الحالة على الاكيد راح يصير تداخل و distortion على الموج وعند استرجاعها راح تكون نفس الاشيء تسمى بهاي الحالة (Aliasing)



هون ما فيي منطقة فراغ دفيي تداخل distortions



* كيف بدنا نحسب اقل freq sampling كازم اخذها او بمعنى آخر Nyquist rate

Nyquist rate ← $f_s = 2f_m$

Nyquist interval ← $T_s = \frac{1}{2f_m}$ بدنا نستخدم هاي القوانين

EX :-

① $m(t) = \cos(2\pi 100t)$

$f_m = 100$

$f_s = 2f_m = 200\ Hz$

$T_s = \frac{1}{200} = 5\ ms$

② $m(t) = \cos(2\pi 150t) + \sin(2\pi 300t)$

$f_{max} = 300$ ⇐ $f_s = 2f_{max} = 600\ Hz$

$T_s = \frac{1}{2f_{max}} = \frac{1}{600} = 1.67\ ms$

حكينا انو $f_s \geq 2f_{max}$ بمعنى اضنا بنوخد اكبر freq موجود بالاقتران

Scanned with CamScanner

③ $m(t) = \text{Sinc}(200t)$

$$= \frac{\sin(200\pi t)}{200\pi t}$$

$$= \frac{\sin(2\pi 100 t)}{200\pi t}$$

$f_m = 100$

$f_s = 2 f_m = 200\ Hz$

$T_s = \frac{1}{200} = 5\ ms$

④ $m(t) = \text{Sinc}^2(200t) = \frac{[\sin(200\pi t)]^2}{(200\pi t)^2} = \left(\frac{\sin(2\pi \cdot 100 t)}{200\pi t}\right)^2$

$\sin^2(x) = \frac{1}{2}[1 - \cos(2x)]$

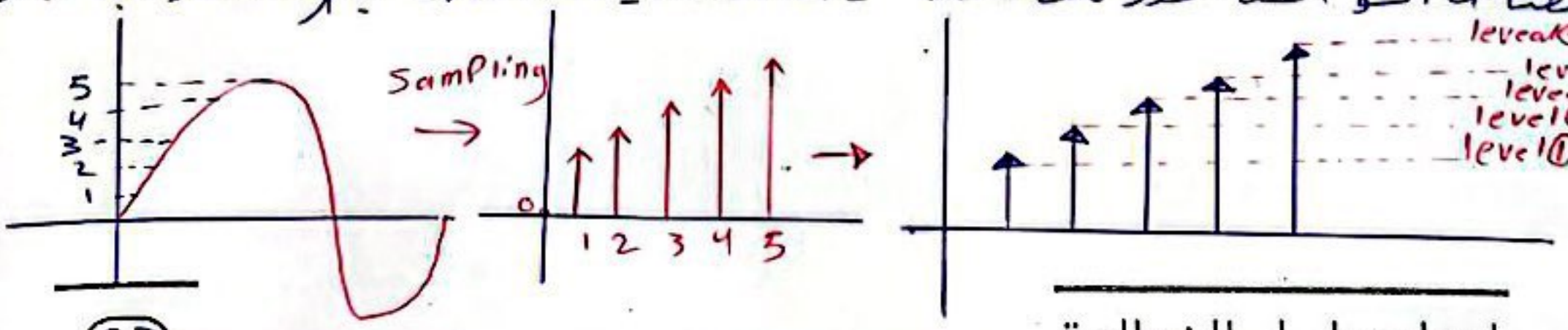
$m(t) = \frac{1}{(200\pi t)^2} \cdot \frac{1}{2}[1 - \cos(2\pi 200 t)]$

$f_m = 200 \quad f_s = 2 f_m = 400 \quad T_s = \frac{1}{2 f_m} = 2.5\ ms$

* هيك بتكون خلصنا اول مرحلة من Pulse modulation هسا بنيجي لمرحلة Quantization

* شو يعني quantization :-

معناها انو احنا نخدر من خلال scale لقيمة sampling كيف بعني



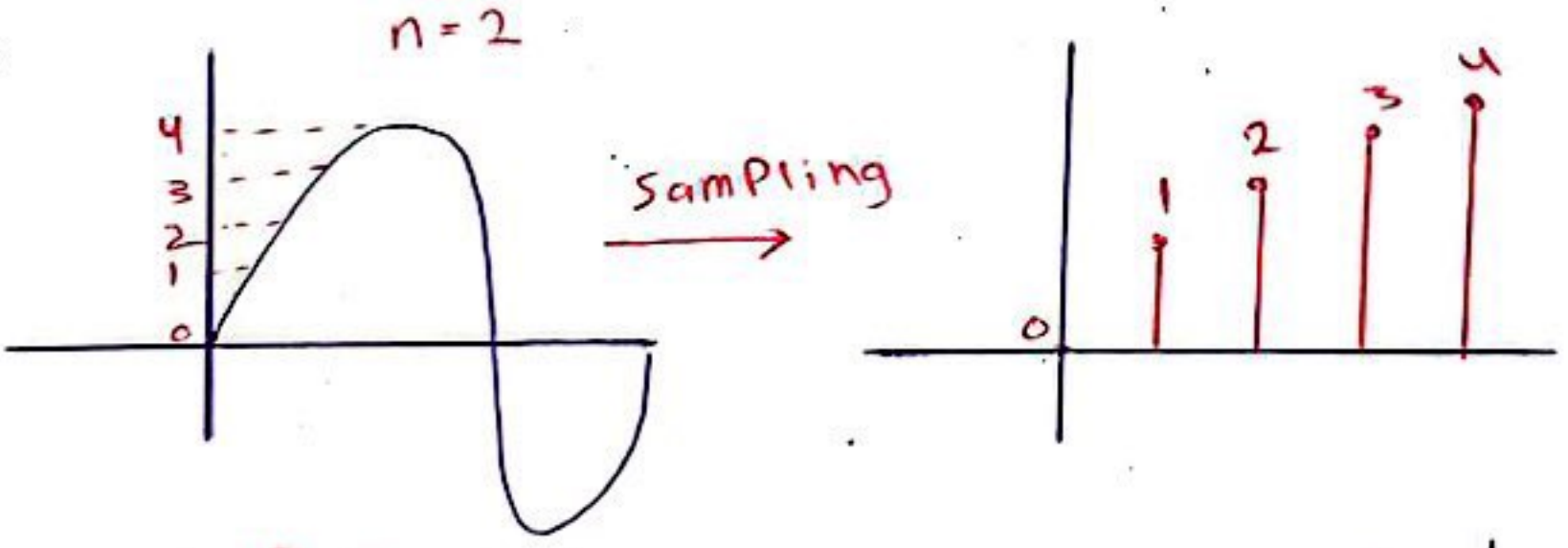
Scanned with CamScanner

* زعيت ما حكينا في هذا الشابتر انو راح اوخذ عينات من المسج بحيث انها تكون كافية لـ ارسالها واستقبالها بوضوح، وعشان جملة احنا نستخدم الـ quantization عشانه الحله مرجع للقيم اللي اخذتها بحيث انو مثلا عندي level عند ا = msg(t) هون بنحوله الـ (1) لـ digital وبعدها برسلها عند الاستقبال فلازم يعرف اذا اوصلني (101) انو قصده (1) عند level أو 011 يعرفه انو قصده (3) عند level (3) (1)

وصلة بسيطة اذا ارجع المسج زي ما كانت بالتايم

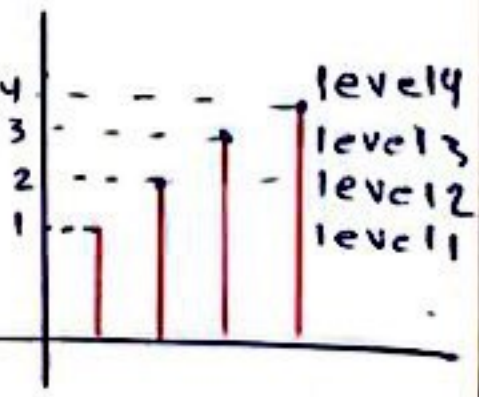
$$\text{quantization level} = \frac{\text{full scale}}{2^n} = \frac{\text{max value} - 0}{2^n}$$ ، n → number of bit

Ex:- n = 2



$$Q_{level} = \frac{\text{full scale}}{2^n} = \frac{4-0}{2^2} = \frac{4}{4} = \boxed{1}$$

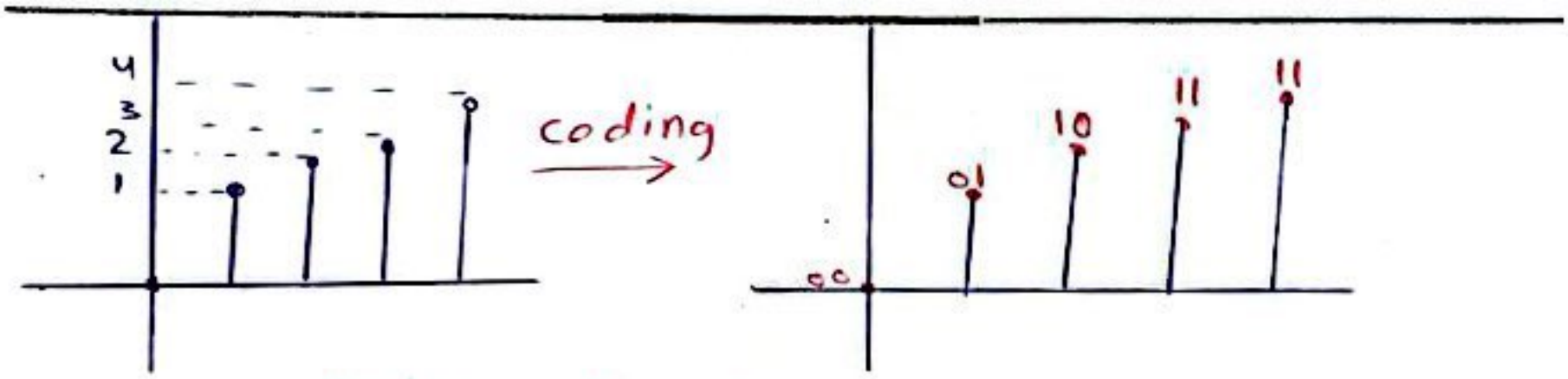
يعني كل 1 Volt اذا كل ما نزيد بال y-axis level قيمة (1) اخذ



Real Value	digital Value
0	00
1	01
2	10
3	11

* بلاحظ هون انو عبرنا عن كل قيمة بالتايم بـ digital value بكتب بشوف انو رقم (6) ماراح تلاقي الهالقيمة digital كونوا بقدر اكونه منو زي هذا الجدول فضلا معناها شو راح يصير هيك حليب هسا بشوفه number of bit = 2

Scanned with CamScanner



* اللي عملته هون هو coding يعني حولت كل decimal number الى digital number لكن مش بشكله عشوائي، حسب quantizalia level، طيب زي اي نظام اكيد في سلبيات، وهي عبارة عن انه بلا حظا من الرسمة فولتية 4 اوال $ms(t) = 4$ حسب الجدول لما انها digital value لانه عدد الـ bits = 2 في حالي الحالة راح اضطر اعطي 4 نفس كود (3) وهو [11] هيك اضنا عملنا عليه rounding او تقريب لرقم 4 الى كود (3)

* عملية الrounding بتسبب اشي اسمه quantization error ليش، لانه بس استقبله 11 اللي هي عبارة عن (4) النظام ماراح يعرف انها (4) و راح يسترجعها على اساس (3) وهيك صار في distortion على المسج، نفس الشي 3.5 ← 3 ← 11

3.2 ← 3 ← 11

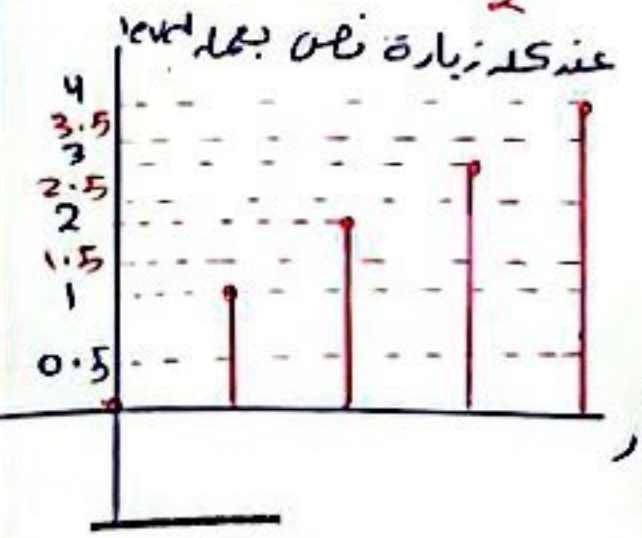
* طيب كيف بدنا نحل هاي المشكلة او اقلل منها

* بزيد عدد الـ bits المستخدمة

$n = 3$

$$Q_{level} = \frac{4-0}{2^3} = \frac{4}{8} = 0.5$$

decimal	digital
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
⋮	⋮



* بلا هيك انو طالما زدنا عدد الـ bits قلة الـ error كيف؟

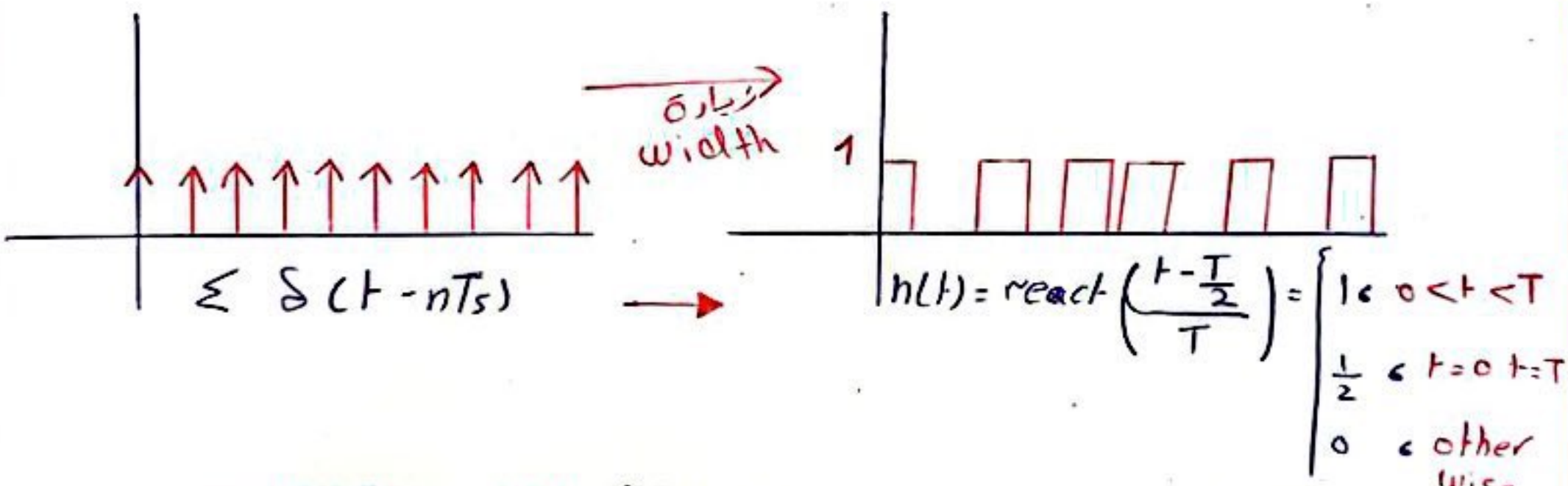
مثلاً عندي 3.5 بدي اقربها 4 واعطيها كود (4) ← 100 اللي فرقت انو صوت عملية الrounding كانت بمقدار اقل بعني بـ error وطبعاً كلما زادت الـ bit كلما قلة error وافظل

Scanned with CamScanner

* منا اسم Pulse modulation بنعرفه انه في اشي رح يدلنا على الشي، وهون بيظهر عندي ثلاث انواع للتعديل

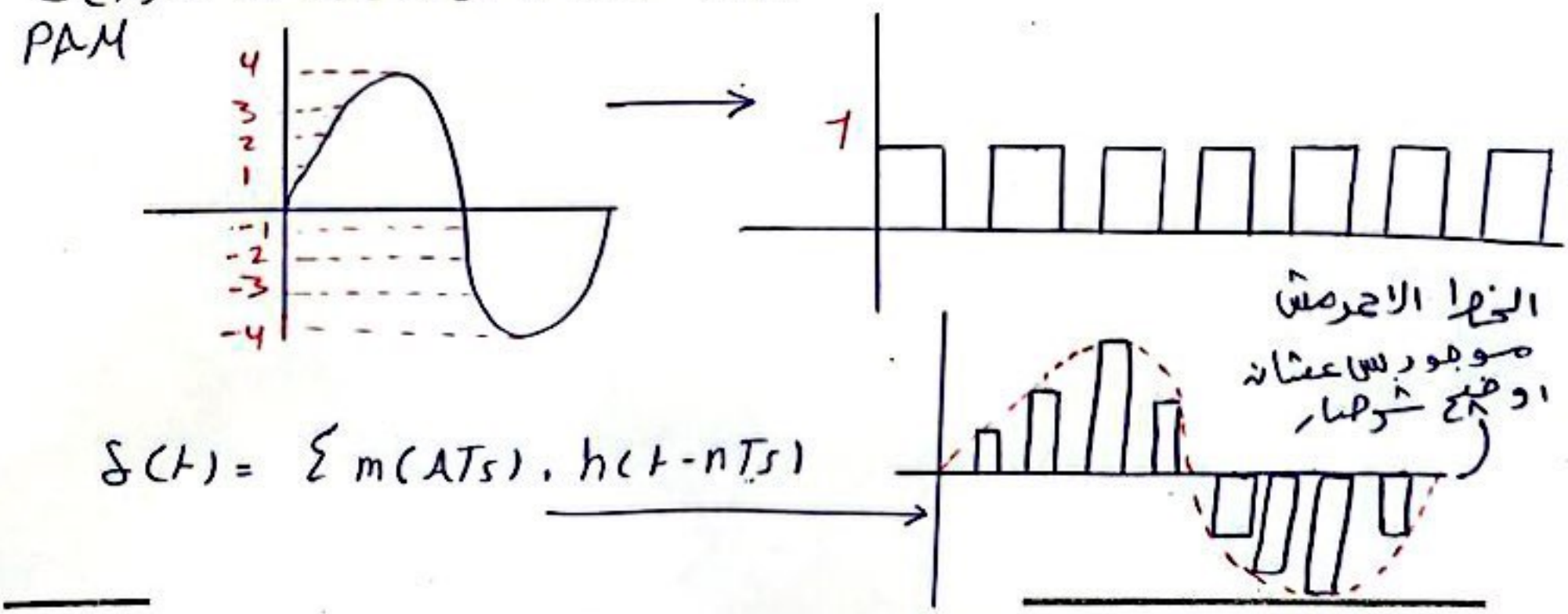
1. Puls Amplitude modulation (PAM)

* في هذا النوع الـ Amp للسيج رح يأثر على Train of Pulse والتأثير رح يكون على الـ Amp تبعها لكنه هون مارح نعمله زي الـ Sample و نستخدم delta لا رح نستخدم Pulse(rect) ورح نستخدم فيها على زيادة الـ width لا delta



* رح نصير نستعمل في هذا النوع و البقية h(t) في modulation

$$\delta(t) = \sum m(nT_s) \cdot h(t-nT_s)$$



$$\delta(t) = \sum m(AT_s) \cdot h(t-nT_s)$$

Scanned with CamScanner

* اللي بلاصلة كل Amp للسبج عند كل T_s اشرت على Amp ال rect و صارت نفسها يعني

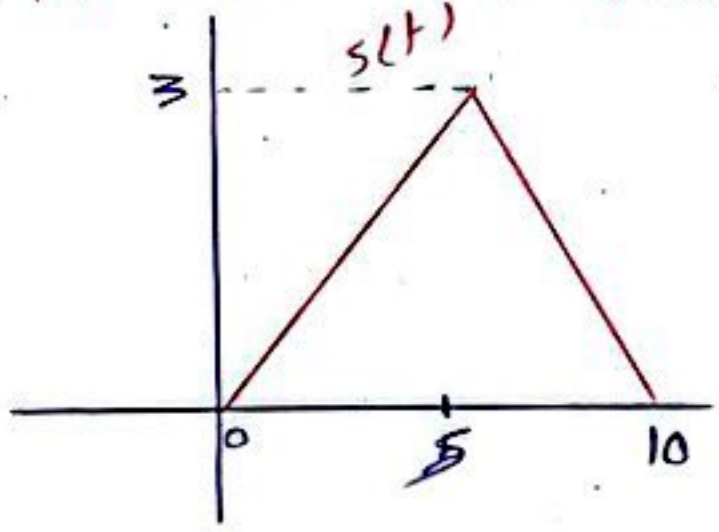
(السبج Amp) at $T_s = 1$ ⟶ Amp rect at $T_s = 1$

(//) // // $= 2$ ⟶ // // // // $= 2$

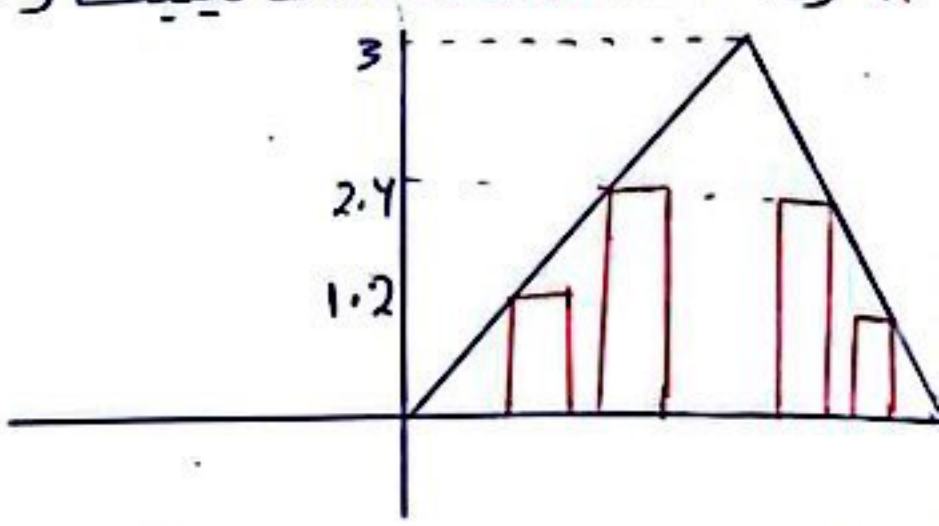
* Ex:- Plot the output signal $s(t)$ if PAM is used with sampling freq equal $\frac{1}{2}$ Hz

$$s(t)_{PAM} = \sum m(nT_s)\, h(t - T_s)$$

$$T_s = \frac{1}{f_s} = \frac{1}{0.5} = 2 \text{ sec}$$



* رح اخذ rect كل ثانيتين و اضربهم بعينة السبج عند كل (nT_s)



first region

$0 < t < 5$

$$\text{slope} = \frac{3-0}{5-0} = 0.6$$

$$s(t) = 0.6t$$

second region

$5 < t < 10$

$$\text{slope} = \frac{0-3}{10-5} = -0.6$$

* اللي علتني اني طلعت معادلة الرسمة رغم مستقيم ، بس انتبه عنجد منتطلعين وطابعين اجيب خمسة للسبج عند (nT_s) بشوف حسب الفترة وبروح اعوض

2 ⟶ first region

6 ⟶ second region

ممكن الرسمة تتغير لكن الطلعات نفسها

$$(Y - y_1) = m(X - x_1)$$

$$(Y - 3) = -0.6(X - 5) \rightarrow s(t) = y = -0.6t + 6$$

Scanned with CamScanner

$m(0) = 0$

$m(2) = 1.2$

$m(4) = 2.4$

$m(6) = 2.4$

$m(8) = 1.2$

$m(10) = 0$

* $s(t) = m(0)\,h(t) + m(2)\,h(t-2) + m(4)\,h(t-4)$
$+ m(6)\,h(t-6) + m(8)\,h(t-8) +$ ~~m(10) h(t-10)~~

$s(t) = 1.2\,h(t-2) + 2.4\,h(t-4) + 2.4\,h(t-6)$
PAM
$+ 1.2\,h(t-8)$

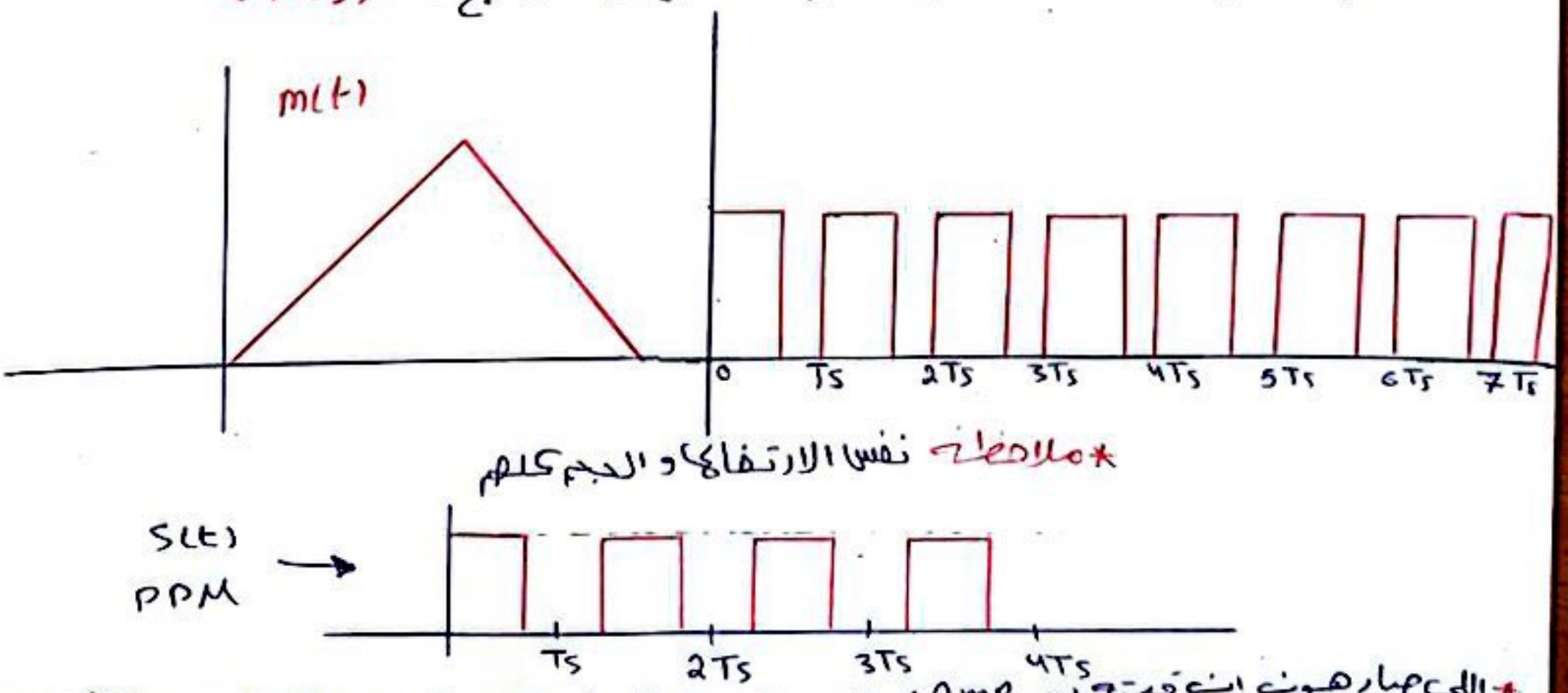
2] Pulse Position modulation (PPM)

* في هذا النوع من التأثير للمسج على (Main of Pulse) اللي الموقع تبعها رح يتغير طرديًا مع زيادة (Amp المسج)

كيف ؟؟

$$s(t)_{PPM} = \sum_{-\infty}^{\infty} h(t - nT_s - K_P\, m(nT_s))$$

* اللي بلاحظه هون انو قيمة الـ Amp للمسج صارت هي المعادلة الـ rect من السجنال هيك رح تعمل ازاحة بمقدار قيمة المسج عند (nT_s)



* ملاحظة نفس الارتفاع والحجم كلهم

* اللي صار هون انو قيمة (Amp المسج) عملت ازاحة للـ rect بمقدار $m(nT_s)$ والعلاقة طردية كل ما زادت قيمة $m(nT_s)$ رح تزيد ازاحة الـ rect وكلو داخل الفترة الخاصة فيه

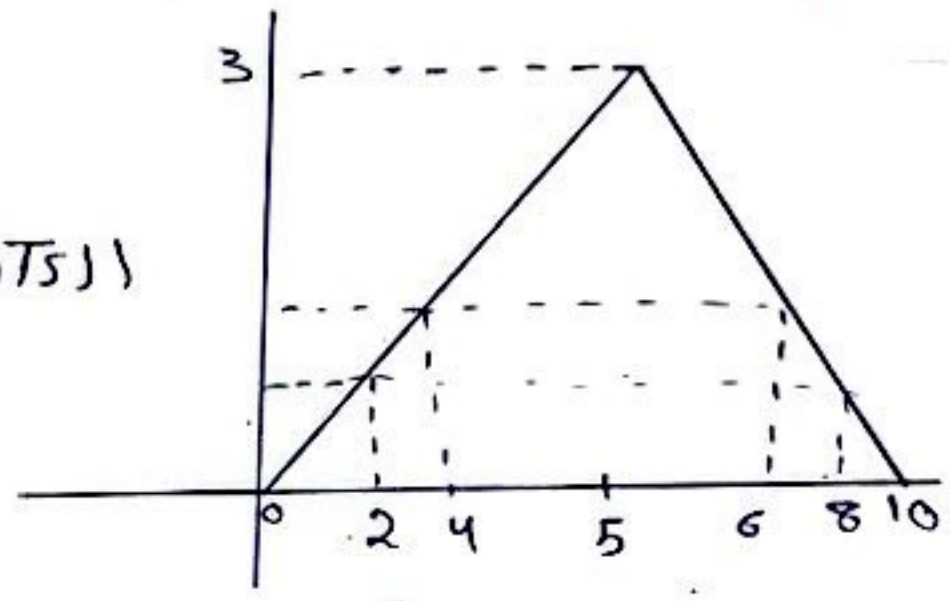
$T_1 < t < T_2$

Scanned with CamScanner

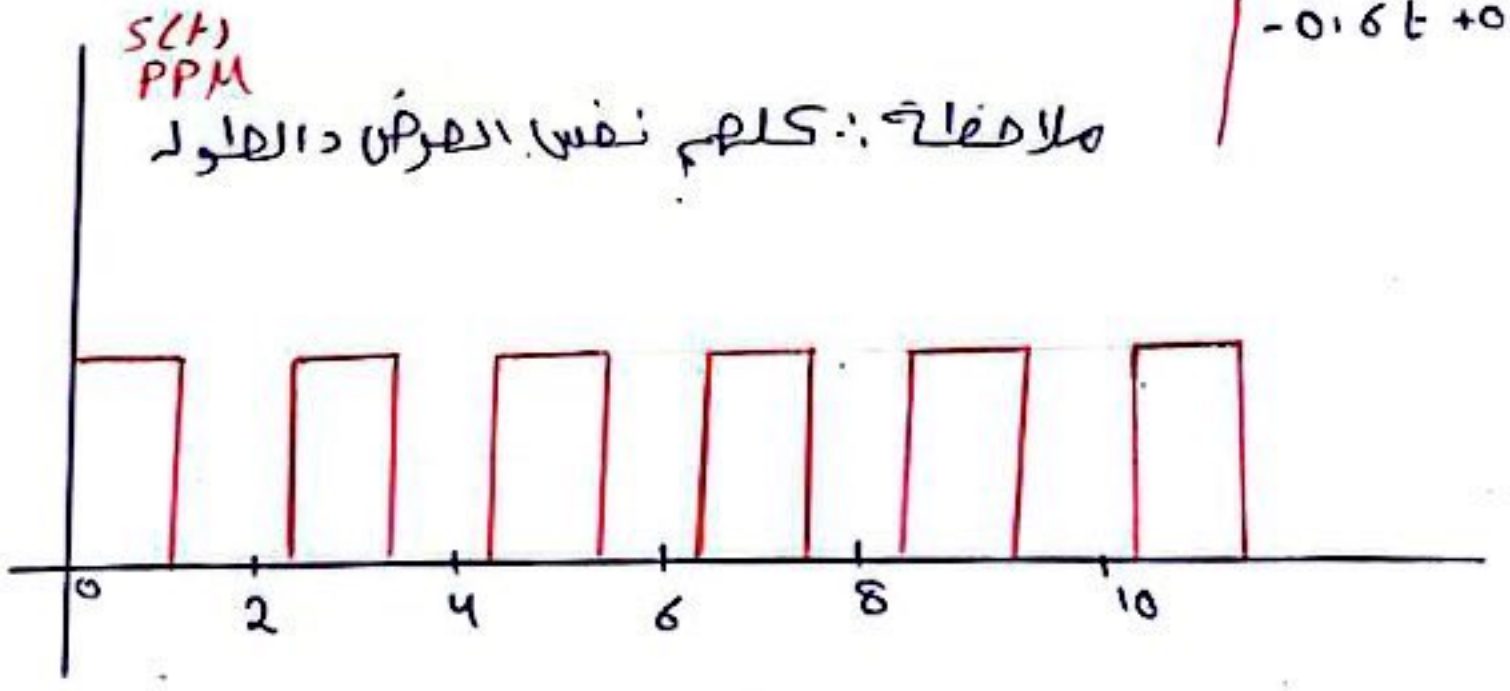
Ex:- Plot the output signal if PPM used with sample freq 0.5

$$T_s = \frac{1}{f_s} = 2 \text{ sec}$$

$$S(t)_{PPM} = \sum_{-\infty}^{\infty} h(t - nT_s - k_p m(nT_s))$$

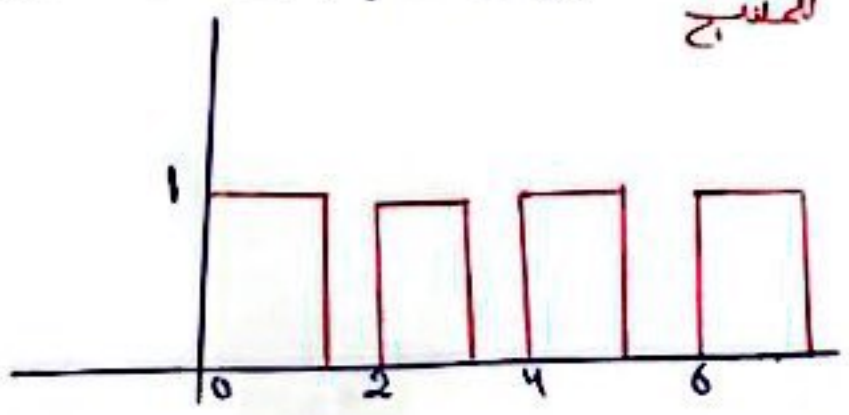


$$s(t) = \begin{cases} 0.6t & , 0 < t < 5 \\ -0.6t + 0.6 & , 5 < t < 10 \end{cases}$$



ملاحظة :- كلهم نفس العرض والطول

* بنلاحظ انو كل ما زادت قيمة الـ (Amp المعدل) زادت إزاحة الـ rect عن Ts الخاصة بها



بالأصل رسمة الـ train هيك of Pulses

* إذا بدك تحسبها بالأرقام بالضبط بمعطيلك قيمة kp و انت بتطلع وبتعوض كلشي باطار لة فوق النتائج رح يكون

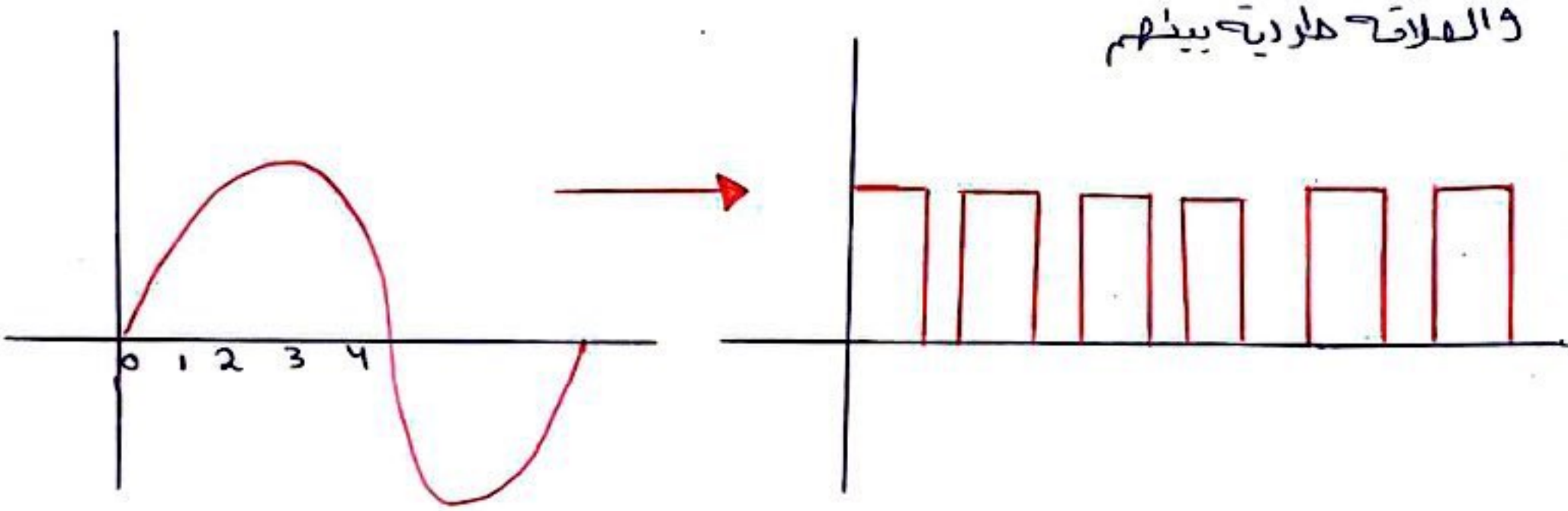
$$S(t)_{PPM} = h(t) + h(t - T_s) k_p m(2)$$

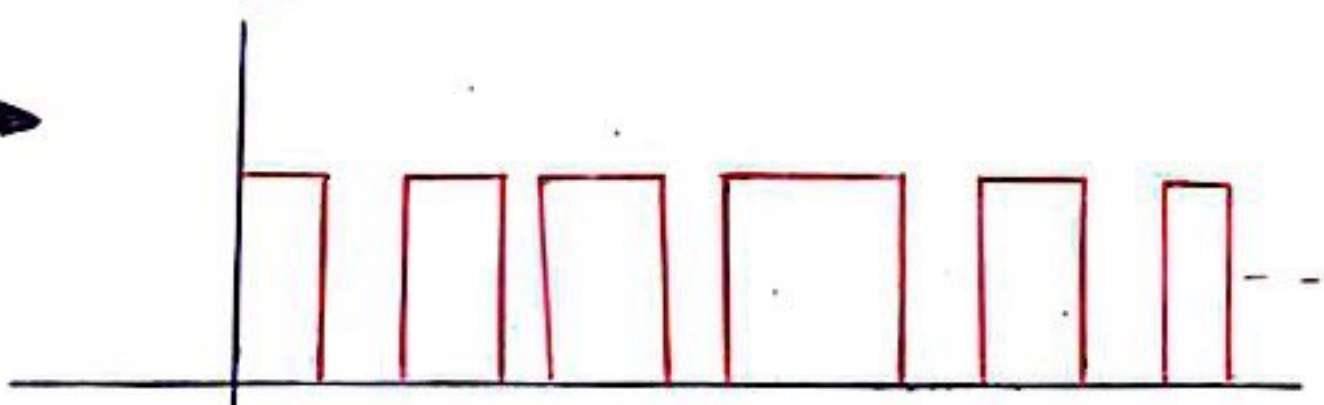
m(0) من اهمالها m(2) فوق

Scanned with CamScanner

3 Pulse width modulation (PWM)

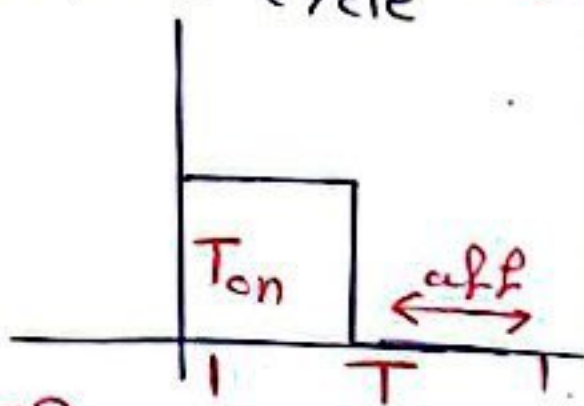
في هذا النوع اطلسج رح تعمل التأثير تبعها على ال width بتبع ال rect
والعلاقة طردية بينهم



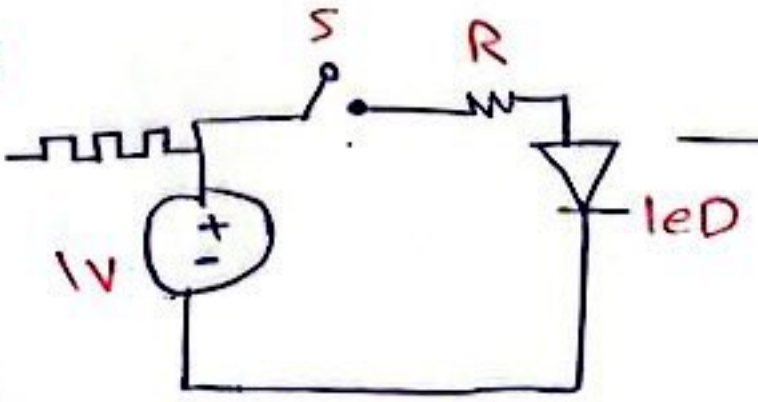


* بلاحظ انو ال width لل rect بيزيد طاقة (mean) بتزيد والعكس صحيح
* كيف بدنا نعمل زيادة بال width، لازم نزيد ال (duty cycle)
* ال duty cycle هي عبارة عن النسبة بين الفترة اللي بيعطي فيها قيمة والفترة اللي بيعطي صفر

$$\text{dute}_{\text{cycle}} = \frac{T_{on}}{T_{total}} \%$$

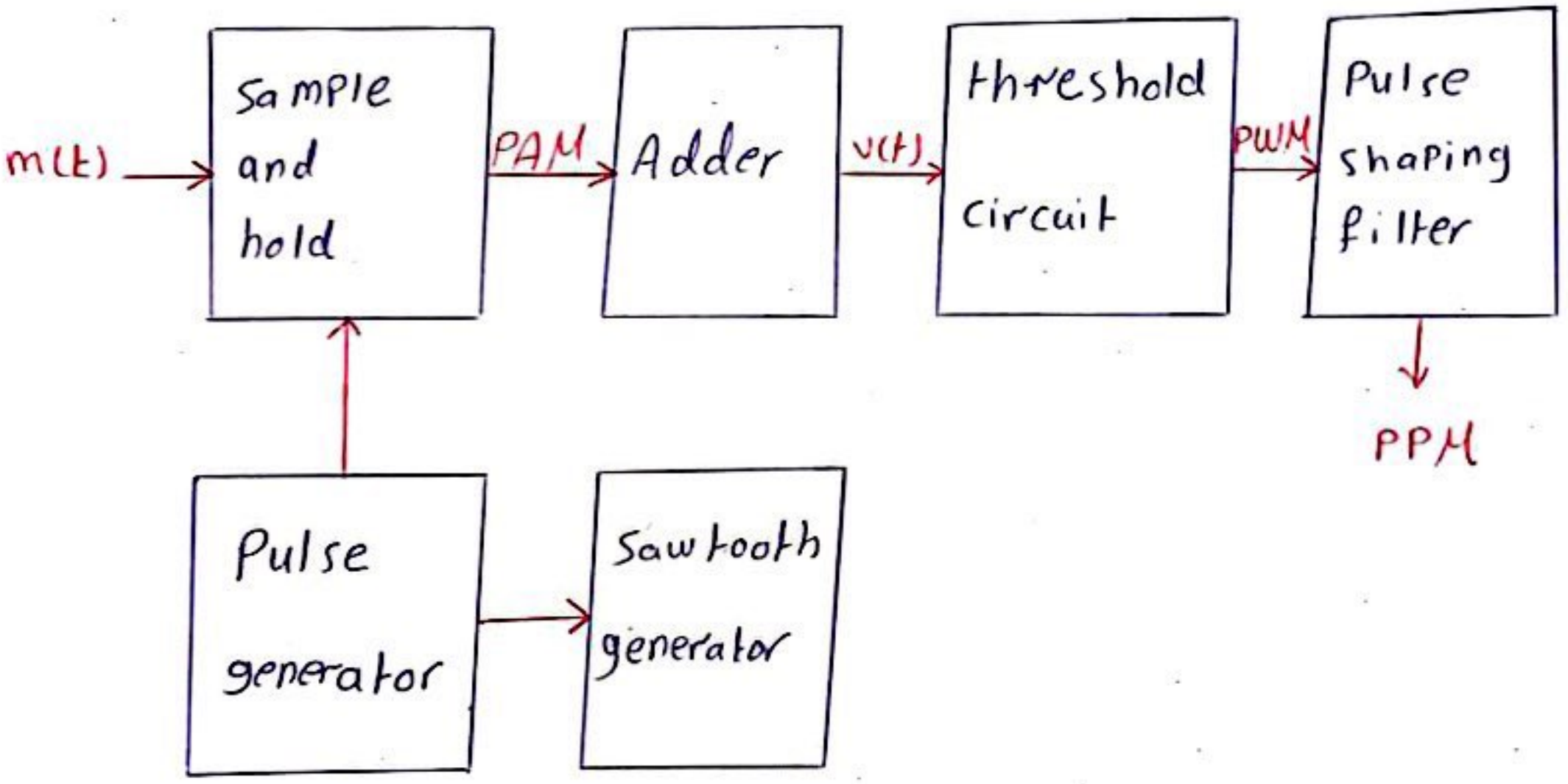


* اللي بصير هون انا بزيد الفترة اللي رح يكون فيها اشتغال وبقلل الباقي فيها من خلال switch وكله حسب قيمة اطسج عن كل (Ts)



Scanned with CamScanner

* Pulse Position modulation digram



* sample and hold → بعمل نوع اخذ sample و الـ hold على صبر قيمة المسج عندها

* threshold circuit → هي سيركت بتعمل مقارنة بين ١

$V < V_{ref}$ ، $V > V_{ref}$

$V_{out}=0$ $V_{out}=1$ مثال:-

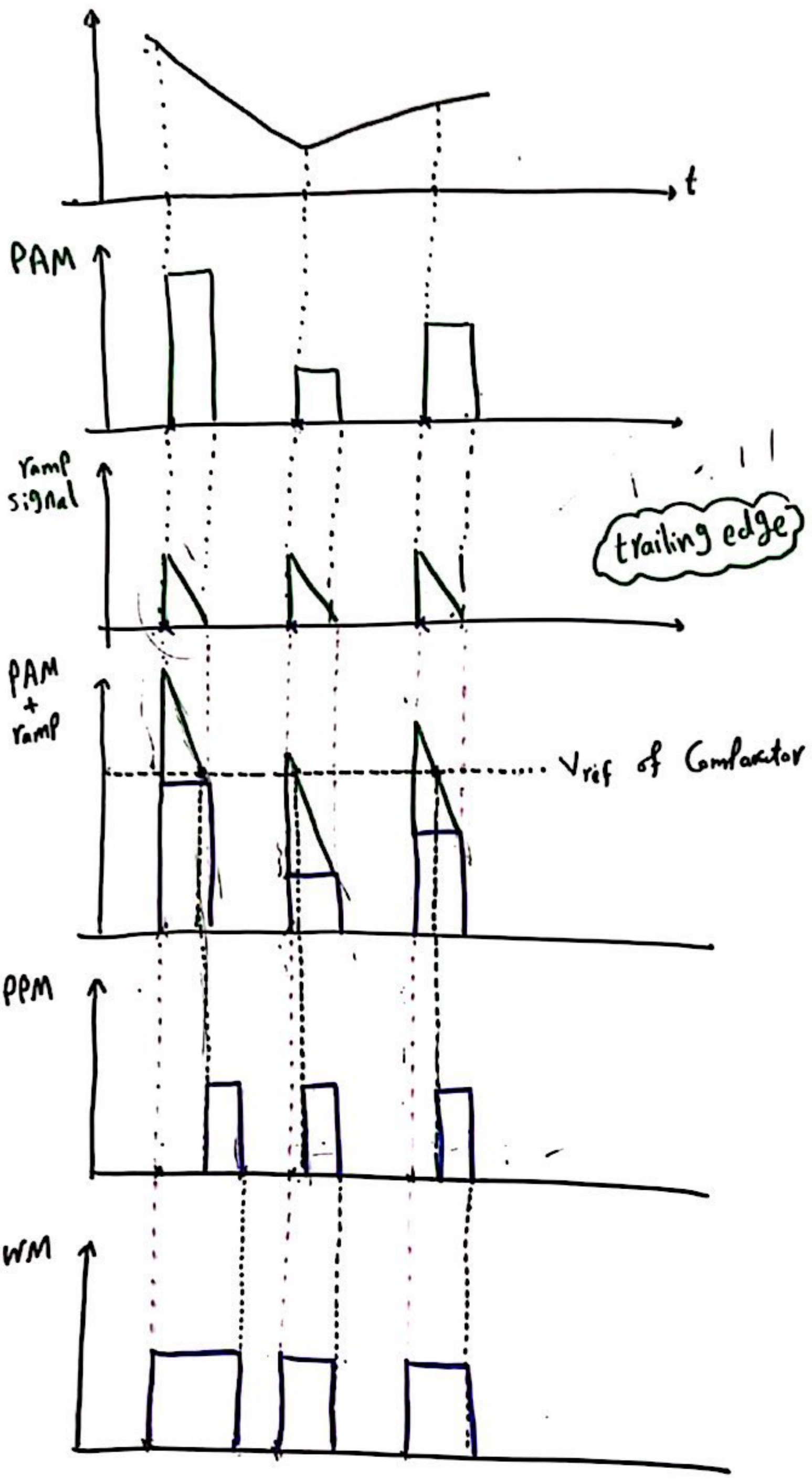
* Pulse shaping filter → هي عبارة عن differentior and Pulse filter

* كيف بنعمل Pulse generation بنعمل من خلال باقي أنواع التعديل Width modulation

Scanned with CamScanner

How to generate Pulse Time Modulation :.

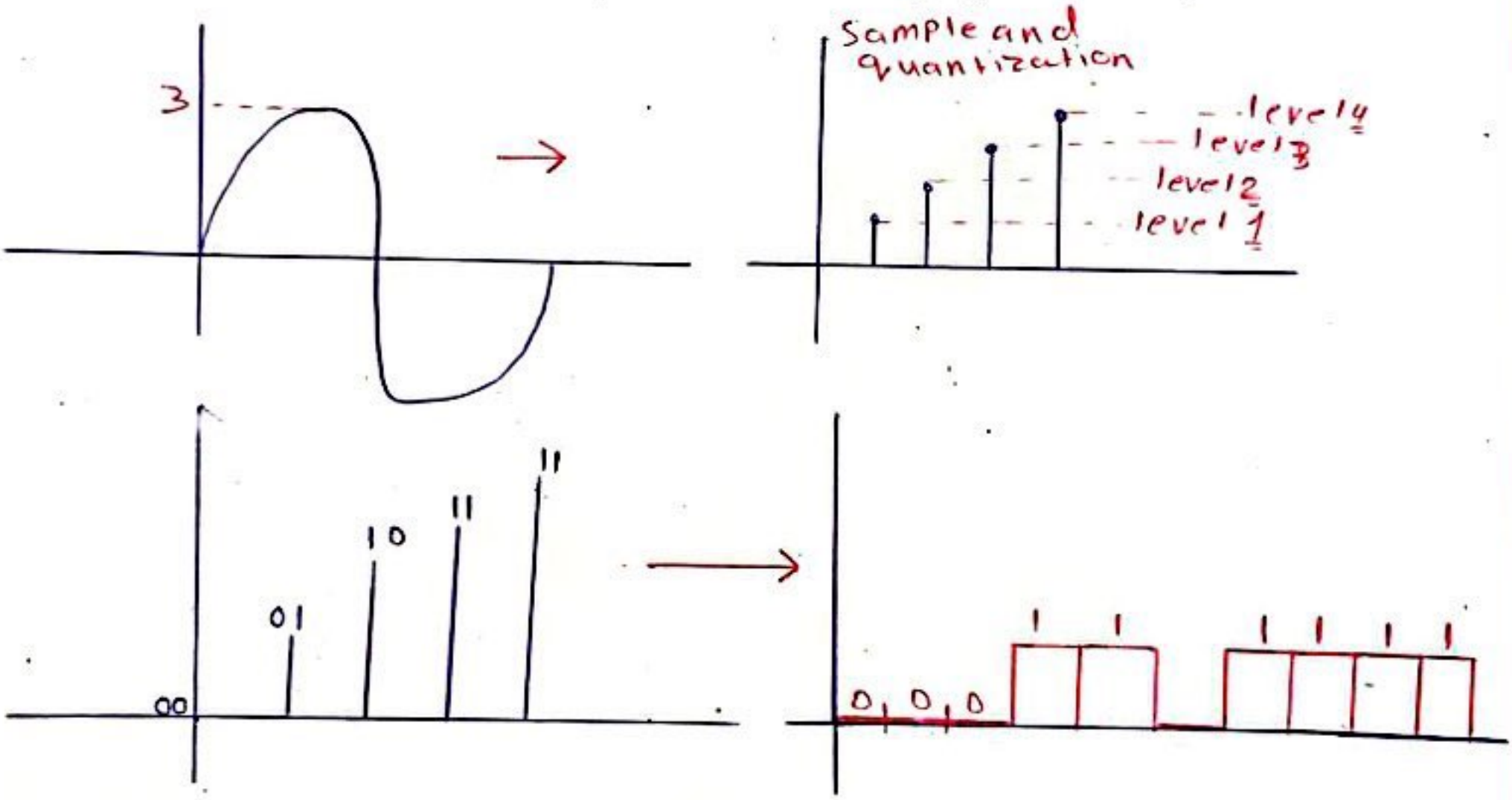
(1) Indirect method :.



Scanned by CamScanner
Scanned with CamScanner

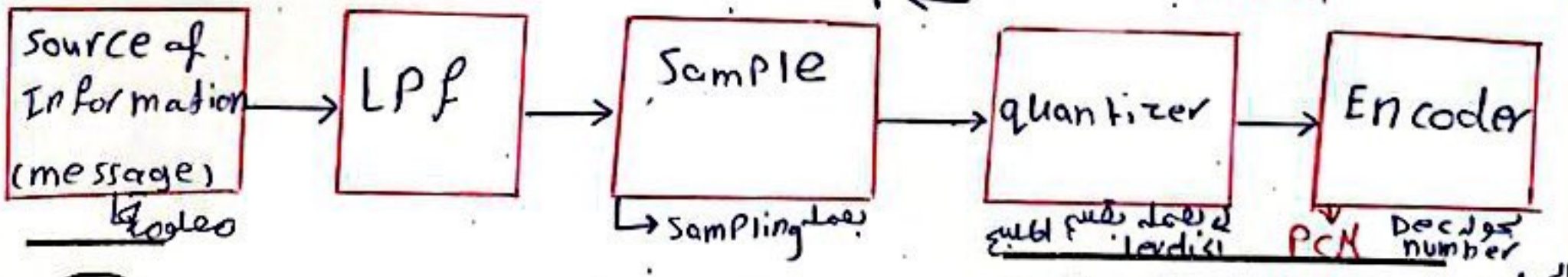
* Pulse code modulation (PCM)

في هذا النوع رح نكمل على عكس quantization و رح نعطي كل قيمة level و نرسم على ال (time) axis binary



* sequence code [0 00 11 01 11 11]

* اللي صار هون اول شي عملنا Sample and quantization وبعد هيك بمثله وبنحوله كل Real number بالكود بال time domain بحيث "0" ← 0 ، "1" ← 1



Scanned with CamScanner

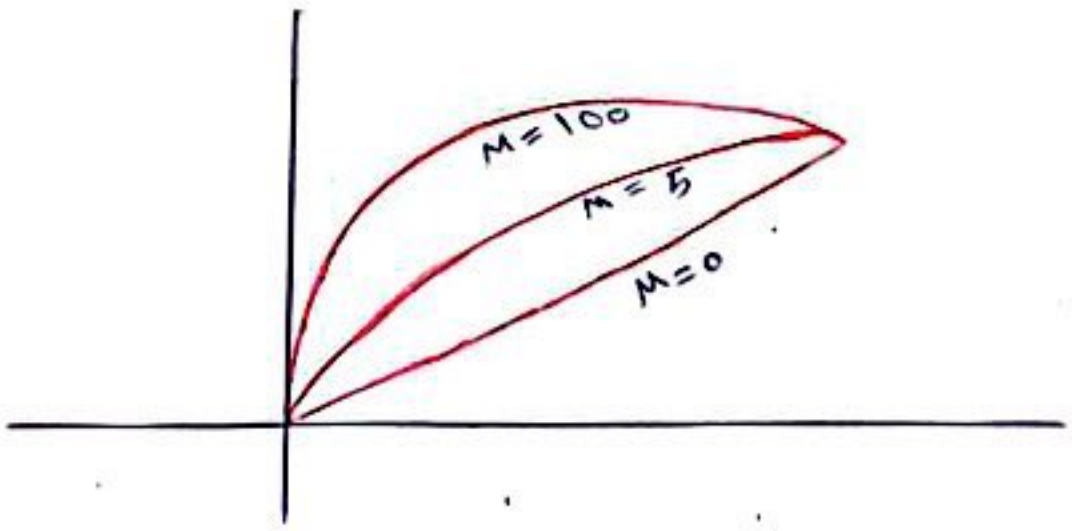
Non uniform quantization

* في بعض الاحيان مثلاً لو اجينا الحكي عالـ Spectrum الصوت معين نبلاقي اسوجنا اصوات عالية وفي منخفضة لو بدنا نعمل الـ quantization لكل الاصوات بنظام الاصوات العالية رح نوفر اكثر من الـ levels المنخفضة اذ الاصوات العالية مثلاً الضجيج رح يشوش على الصوت الاصلية وهاي رح نفقد نسترجعها بالمستقبل فبنلجأ لحل الـ Spectrum بحيث انه نقسم الـ levels حسب كل منطقة يا non uniform quantization منطقة تقسيمة معينة

* μ - law

$$f_\mu(m) = \frac{\log(1+\mu|m|)}{\log(1+\mu)}$$ $|m|$:- abslute of mesrage

* اذا رفعنا قيمة الـ μ بنعمل تضخيم للمناطق اللي فيها الـ Power قليلة و الـ Power يبقى نفس الشي عشان اقدر استرجع الصوت بدون اي مشاكل الطالبي

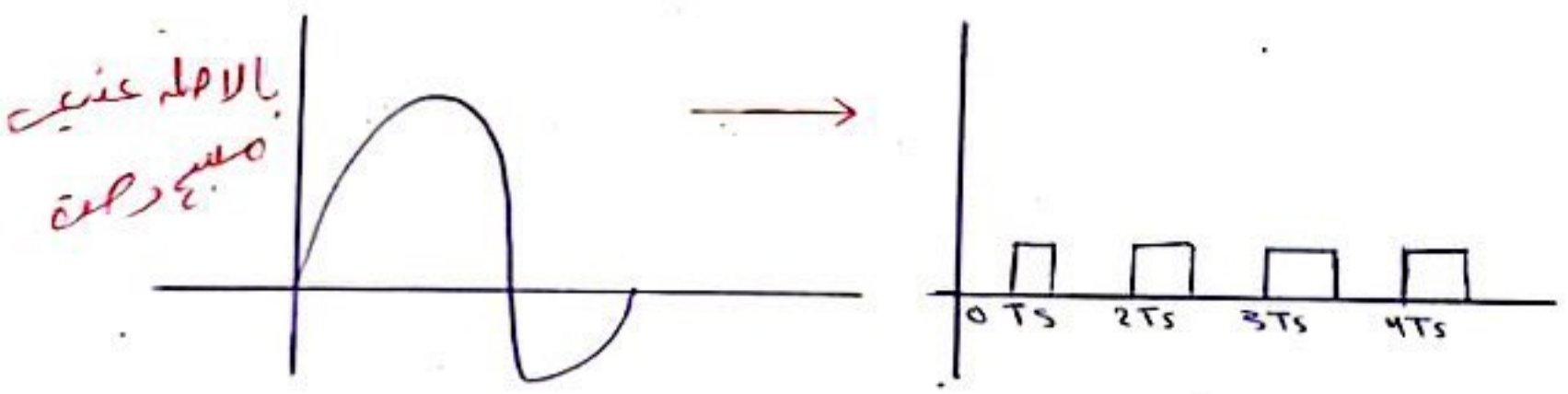


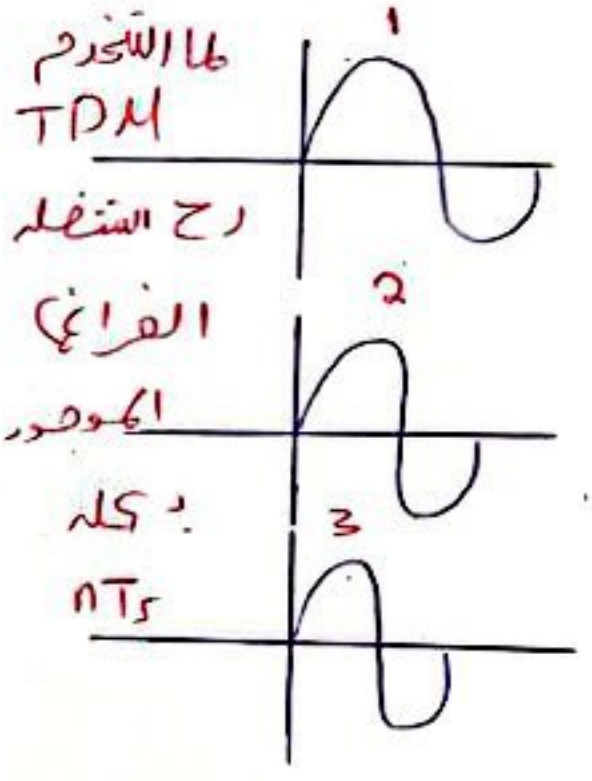
Scanned with CamScanner

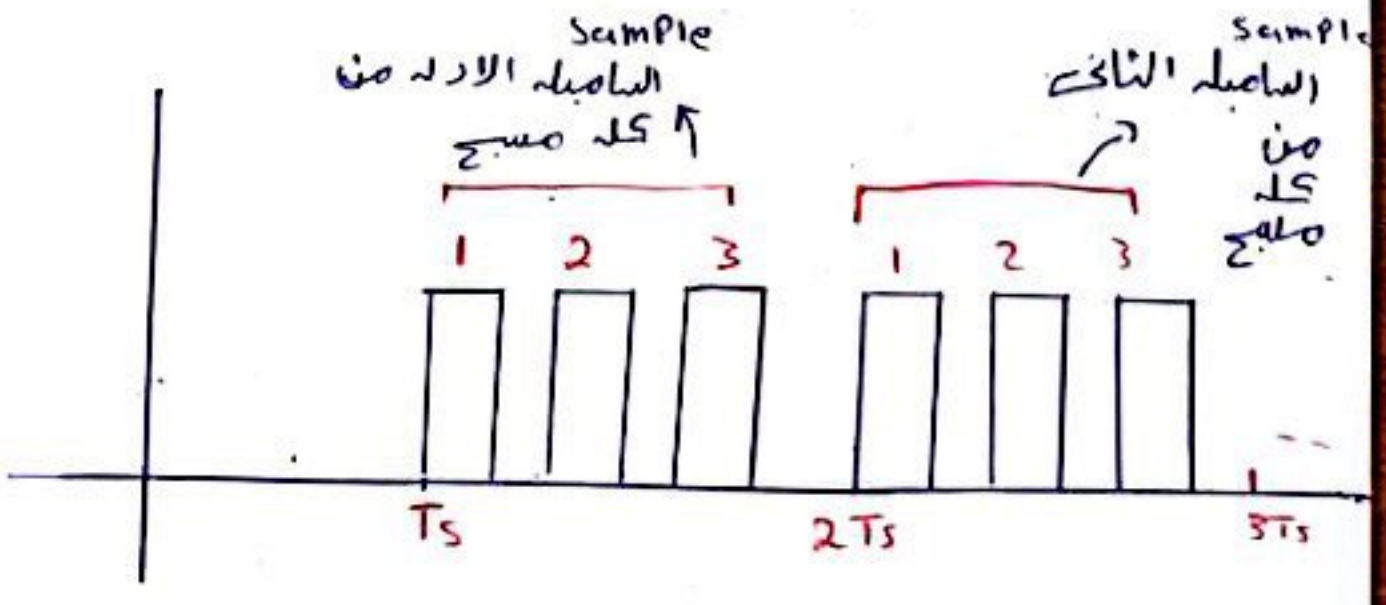
Time division Multiplexing

ال TDM هي الطريقة بقدر من خلالها ارسال اكثر من مسج بالتايم وبنخدس Band width مسج واحدة من خلال الاستفادة من Pulse Modulation اللي بصير كالاتي انو بعمل
PAM
PPM
PWM
لكل مسج عليا Sampling بعدين بستخدم وحدة من الطرق الثلاث
وبدخلهم على (TAM) اللي بعمل كالاتي .

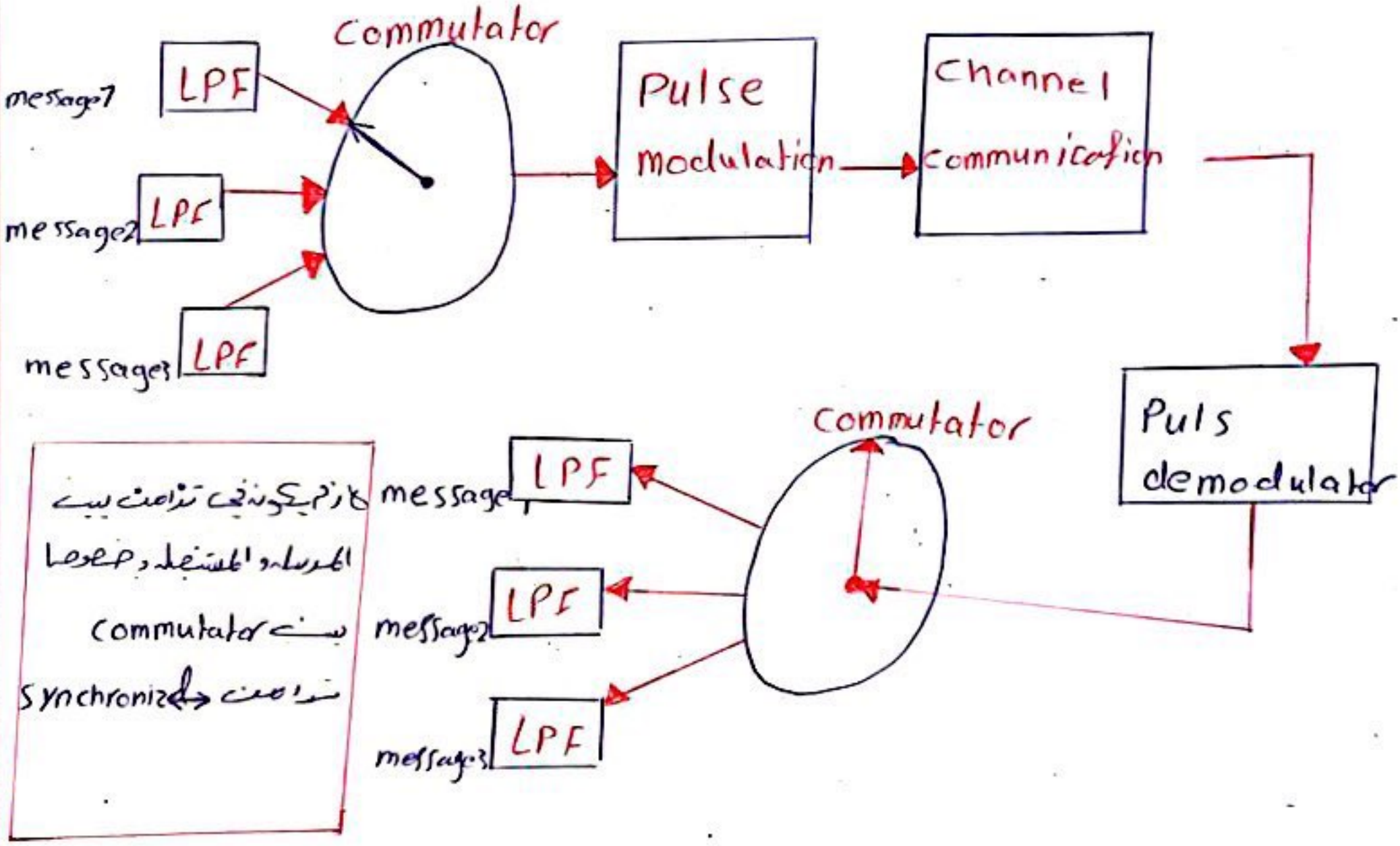
* اول State أد اده Ts بيو هذ ال Sample الادلي من المسج الاده د ال Sample الاده من المسج الثانية و الادلي من الثالثة وهكذا وبعدها الثانية من الادلي







Scanned with CamScanner



لازم يكونو في تزامن بين
الارسال والاستقبال وهيدا
Commutator بسمى
Synchroniz↔ تزامن

Scanned with CamScanner