

أنظمة الاتصالات الرقمية

تعديل سعة (اتساع) النبضات

تعديل سعة (اتساع) النبضات

1

مقدمة عن الاتصالات الرقمية

كما نعلم فإن مجال الاتصالات الرقمية من المجالات متصاعدة النمو والانتشار مما يؤكد على أهمية هذا المجال والاهتمام بالتعرف عليه ودراسته. فهذا المجال يعني نقل (انتقال) الإشارات التماثلية باستخدام التقنيات الرقمية وكذلك نقل (انتقال) البيانات أو المعلومات الرقمية باستخدام التقنيات الرقمية و/أو التقنيات التماثلية.

ومن أهم ما يميز الاتصالات الرقمية الأداء الجيد بالنسبة للضوضاء (Noise performance). إمكانية معالجة الإشارة خلال عملية الإرسال (Pre-processing) كما يمكن أيضاً معالجة الإشارة خلال عملية الاستقبال (Post-processing). وتسمى هذه العمليات بالمعالجة الرقمية للإشارة (Digital signal processing). وكمثال على المعالجة الرقمية للإشارات؛ عملية كشف وتصحيح الخطأ.

وفي هذا الجزء من المقرر سوف نتناول الشق العملي للاتصالات الرقمية وتحليلها ودراسة المؤثرات الخارجية على أدائها. وسيتم بمشيئة الله التدريب على كافة الموضوعات ذات الصلة بالاتصالات الرقمية والتي يمكن من خلالها بناء المعارف والمهارات لدى المتدربين والتي تمكنهم من التعامل بحرفية مع هذه التقنيات الرقمية. وتشمل التجارب والتمارين العملية شرح وتدريب عملي وأسئلة تطبيقية ومناقشات حول كافة الموضوعات التالية:

- تعديل وكشف التعديل لنظام تعديل سعة (اتساع) النبضات (PAM).
- التجميع بتقسيم الزمن (TDM).
- إرسال PAM-TDM.
- استقبال PAM-TDM.
- تعديل شفرة النبضة PCM.
- إرسال وكشف إشارة تعديل PCM.
- التشفير وفك التشفير Coding and decoding.
- إرسال الإشارات بإزاحة التردد FSK.
- كشف الإشارات المرسله بإزاحة التردد (المتزامن).
- إرسال الإشارات بإزاحة الطور PSK.
- كشف الإشارات المرسله بإزاحة الطور (المتزامن).

تعديل النبضات (PM) Pulse Modulation

مقدمة عن تعديل النبضات

• يشتمل هذا النوع من التعديل على ثلاثة أنواع وهي:

1- تعديل سعة (اتساع) النبضات (PAM) Pulse Amplitude Modulation في هذا النوع

من التعديل يتغير اتساع (سعة) النبضة تبعاً لسعة (اتساع) إشارة المعلومة.

2- تعديل عرض النبضات (PWM) Pulse Width Modulation في هذا النوع من التعديل

يتغير عرض النبضة تبعاً لإشارة المعلومة.

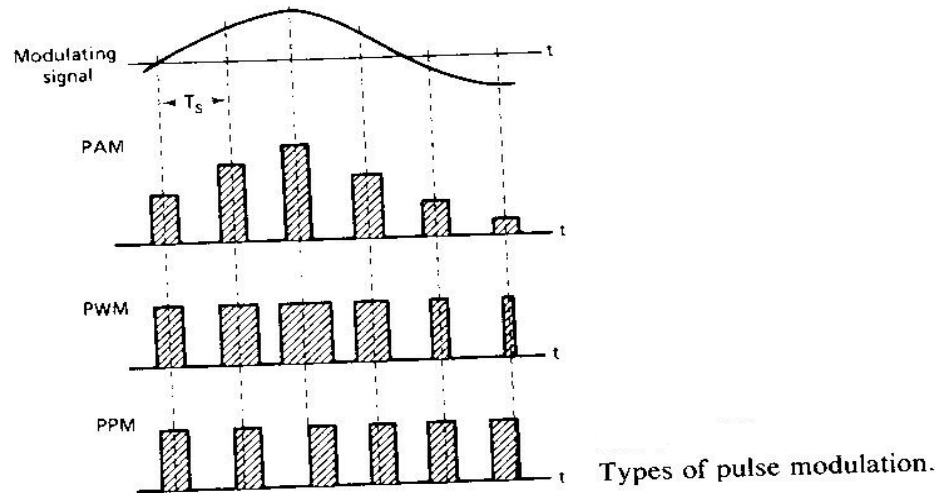
3- تعديل موضع النبضات (PPM) Pulse Position Modulation يشبه هذا النوع من التعديل تعديل

PWM حيث يتم توليد PPM من الـ PWM. ونظراً لأن PPM يتميز بخواص فائقة بالنسبة

للموضاء، لذلك أصبح الدور الأساسي لتعديل عرض النبضة PWM هو استخدامه لتوليد

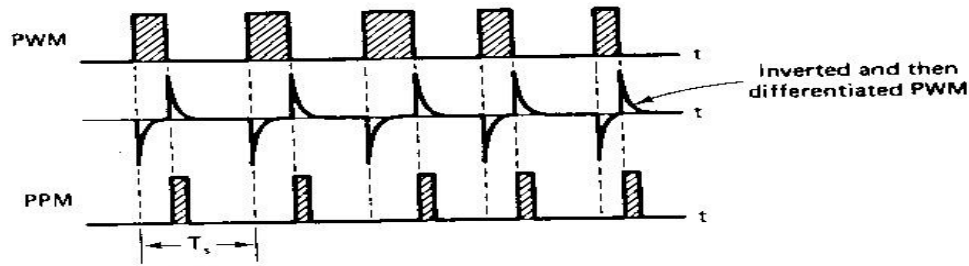
تعديل موضع النبضة PPM.

ويوضح الشكل التالي هذه الأنواع الثلاثة لبيان الفرق بينها:



كما يوضح الشكل التالي كيف يستخدم تعديل عرض النبضة PWM لتوليد تعديل موضع النبضة

PPM.



PPM generation.

- يعتمد تعديل النبضة على إرسال عينات (Samples) من الإشارة بدلاً من إرسال الإشارة.
- وللتعرف على الفرق بين تعديل النبضة PM وتعديل السعة (الاتساع) AM وتعديل التردد FM ؛
- في حالة الـ AM & FM فإن أحد معاملات الإشارة المعدلة يتغير بشكل مستمر تبعاً لإشارة المعلومة. أما في حالة الـ PM فإن أحد معاملات النبضة يتم تعديلها طبقاً لقيمة كل عينة من إشارة المعلومة.

تعديل سعة (اتساع) النبضات (PAM) Pulse Amplitude Modulation

يحتوي هذا الجزء على أربعة تجارب: الزمن اللازم لهذه التجارب 6 ساعات
رقم التجربة: 14

اسم التجربة: تعديل سعة (اتساع) النبضات Pulse Amplitude Modulation(PAM)

الأهداف: التعرف على طرق أخذ عينات تعديل سعة النبضات. وتحتوي الوحدة على تجربتين هما:

- **التجربة الأولى:** توليد إشارة عينات تعديل سعة النبضات. 2 ساعتان
- **التجربة الثانية:** كشف عينات تعديل سعة النبضات. 1 ساعتان

يتعرف المتدرب في التجربة الأولى على:

1. الطريقة والدوائر الخاصة بتوليد إشارة (PAM).
2. شرح خصائص إشارات (PAM).
3. التدليل على تأثير معدلات تردد أخذ العينات (Sampling Pulses) على إشارات (PAM)
4. حساب طاقة إشارة (PAM)

أما في التجربة الثانية فيتعرف على:

1. كيفية كشف عينات الإشارة المعدلة (PAM).
2. تأثير معدل أخذ العينات لـ (PAM) على الإشارة المستلمة.
3. تأثير تردد القطع للمرشح المنخفض (LPF) على الإشارة المستلمة.

اسم التجربة: توليد إشارة عينات تعديل سعة (اتساع) النبضة (PAM Signal Generation)

الهدف من التجربة:

1. التعرف على كيفية توليد إشارة (PAM).
2. التعرف على خصائص إشارات (PAM) وشرحها.
3. التدليل على تأثير معدل أخذ العينات (Sampling Pulses) على إشارات (PAM).
4. حساب طاقة إشارة (PAM).

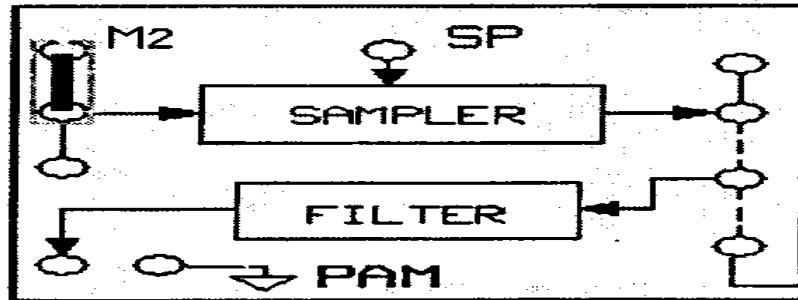
الشرح:

نسعى من خلال هذه التجربة إلى تحويل إشارة المعلومة التماثلية إلى عينات (Samples) من المعلومة، وذلك لكي نتمكن من تحويلها إلى إشارة رقمية، وهذه التجربة تمثل المرحلة الأولى من هذه العملية.

ودائرة أخذ العينات عبارة عن مفتاح إلكتروني، لن يمرر إشارة المعلومة المستمرة إلا بمقدار عرض إشارة أخذ العينات (Fs) وكذلك يكون عدد العينات تبعاً لـ (Fs). ويجب ملاحظة أن قيمة (Fs) تخضع لقانون: $F_s > 2F_m$

الأجهزة المطلوبة:

1. وحدة تمارين الاتصالات الرقمية (Digital Communications Unit).
2. جهاز راسم الذبذبات ذو القنوات (Dual Channel Oscilloscope).
3. جهاز مولد الدوال (Function Generator).



الشكل (14 - 1)

خطوات التجربة:

- مستخدماً دائرة تعديل سعة (اتساع) النبضة (PAM) شكل (14 - 1) قم بإجراء الخطوات التالية:

1- قم بإدخال وصلة مزدوجة بين الإشارة المرسل (M2) ومدخل دائرة أخذ العينة (SAMPLER).

2- اضبط راسم القناة (1) على (2V/DIV) واضبط مفتاح الزمن على (0.1ms/DIV)

والقاذ (TRIGGER) على القناة (1) ثم قم بتوصيل القناة (1) بين مدخل دائرة (SAMPLE) و (M2)

3- ارسم الإشارة المرسل (M2) وحدد سعتها (Vp.p) وترددها (Fm)

$$M2 = \frac{Vp.p}{KHZ} \quad M2 = \frac{Vp.p}{KHZ}$$

4- بالنسبة للإشارة المرسل (M2) (2KHZ) ما هو (Nyquist rate) الخاص بإشارة أخذ

العينات (SP)؟

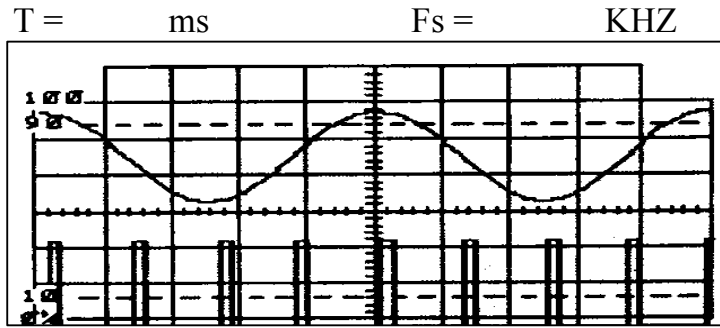
$$Nyquist\ rate = \frac{KHZ}{2}$$

5- اضبط راسم القناة (2) على (2V/DIV) واضبط الوضع الرأسي للرسم على الوضع (الثائي) وقم

بتوصيل طرف القناة (2) مع تردد أخذ العينات (SP).

6- ارسم الإشارة (SP) التي تظهر على القناة (2) وحدد الزمن الدوري لها ثم حدد من خلال هذه

القيمة للزمن تردد أخذ العينات (Fs) (ستكون الإشارات (M2 و SP) كما بالشكل (14-2)



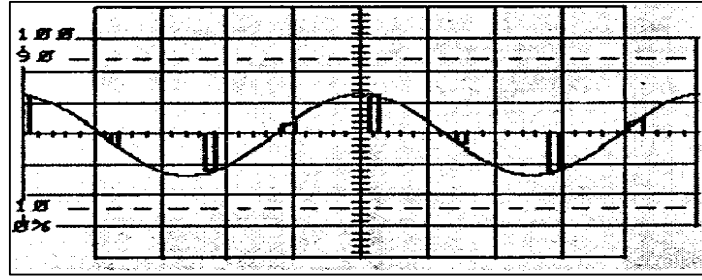
شكل (14-2)

7- هل يمكن اعتبار هذا التردد (Fs) مناسباً لتشكيل إشارة (PAM) ولماذا ؟

8- قم بتوصيل القناة (2) مع مخرج دائرة أخذ العينات (SAMPLER) ارسم وحدد اسم الإشارة التي

تظهر أمامك على القناة (2) (الإشارة ستكون كما في الشكل (14-3))

- وهل هي طبيعية (natural) أم أنها مسطحة الرأس (flat-top) ولماذا ؟



شكل (3-16)

9- اضبط قناتي جهاز الراسم على الوضع الأرضي (GND) وضعهما على خط الصفر الأفقي . ثم حول

الوضع للقناتين على الوضع () لاحظ مدى الارتباط بين الإشارتين حيث تنطبقان على بعضهما البعض.

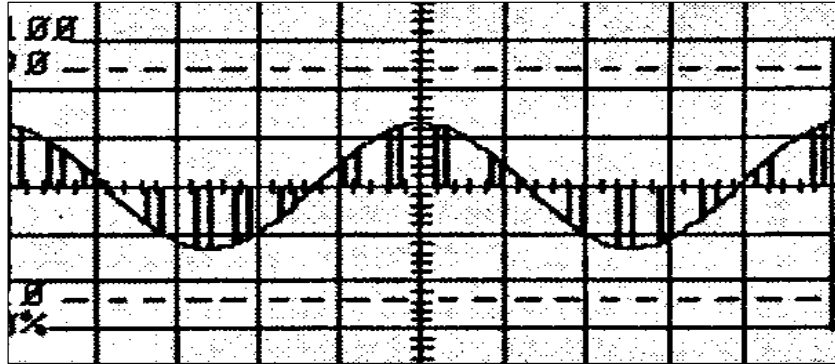
- ارسم شكل الإشارتين (M2) (PAM) وسيكون شكل الإشارتين كما في الشكل السابق (3-16)

10- ستقوم (CM) (CIRCUIT MODIVATION) (وهي الطريقة المستخدمة لتعديل قيم التردد والتغيير

في أداء الدوائر عموماً) بزيادة التردد (F_s) إلى (16 KHZ) لاحظ ماهو التغيير الذي طرأ على إشارة

(PAM) وهل أصبح تمثيل الإشارة المرسله الآن أفضل ولماذا؟

- ارسم شكل الإشارتين (M2) و (PAM) وسيكون شكل الإشارتين كما في الشكل (4-14)



الشكل (4-14)

11- ستقوم (CM) بتخفيض التردد (F_s) إلى (4 KHZ) ولاحظ الفرق بين الحالتين الأخيرتين وهل

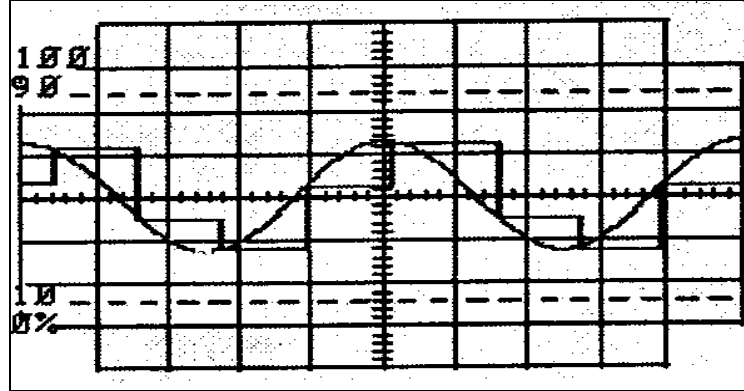
تمثيل الإشارة المرسله (M2) الآن أفضل ولماذا؟

12- ستقوم (CM) بزيادة التردد (F_s) إلى (8 KHZ) وستدخل (CM) دائرة (Sample/hold) قبل

المرشح ولاحظ التغيير . ما الفرق بين الحالتين استخدام دائرة مرشح مع دائرة (Sample/hold) ؟

استخدام دائرة مرشح بدون دائرة (Sample/hold) ؟

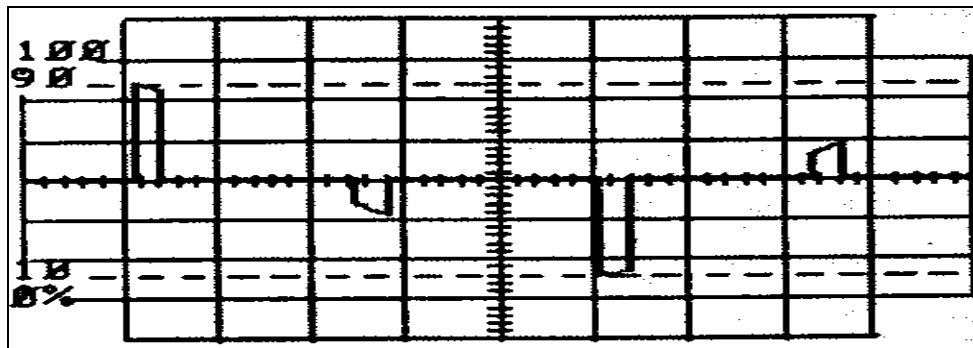
والحالة الثانية بعد إدخال دائرة (Sample/hold) (الإشارات ستكون كما في الشكل (5-14))



الشكل (5-14)

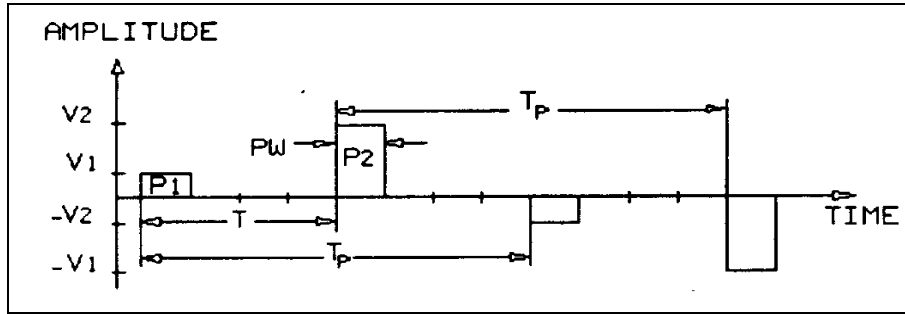
- 13- اضبط الوضع الرأسي على القناة (2) بحيث تظهر إشارة (PAM) فقط ثم اضبط القناة (2) على (1 V/DIV) ومفتاح الزمن للرأس على (50 ms/DIV) بحيث تظهر إشارة (PAM) كما في الشكل (6-14)

وقس الزمن الدوري للنبضة (T_p) ms $T_p =$



الشكل (6-14)

- 14- اضبط مفتاح الزمن للرأس على (20 μ s/DIV). يجب أن تتمكن من قياس عرض النبضة (PW) الشك (14 - 7) يوضح القياسات المطلوبة. $P_w =$ ms



الشكل (14 - 7)

15- قم بحساب كسر دورة العمل للنبضة (PW/Tp) للنبضات (P1) أو (P2) (PW/Tp)

$$PW/Tp = (\quad / \quad) \text{ ms} \quad (\text{ستكون متساوية للنبضتين})$$

16- قم بقياس سعة النبضة (P1) و (P2)

$$V1 = \quad V \quad V2 = \quad V$$

17- احسب من خلال العلاقة الرياضية التالية الجهد الفعال لإشارة (PAM)

$$V_{rms(p)} = \sqrt{PW/Tp \times (V1^2 + V2^2)} \quad V_{rms}$$

18- قم بحساب قدرة إشارة (PAM) عبر معاوقة مقدارها (1K Ω)

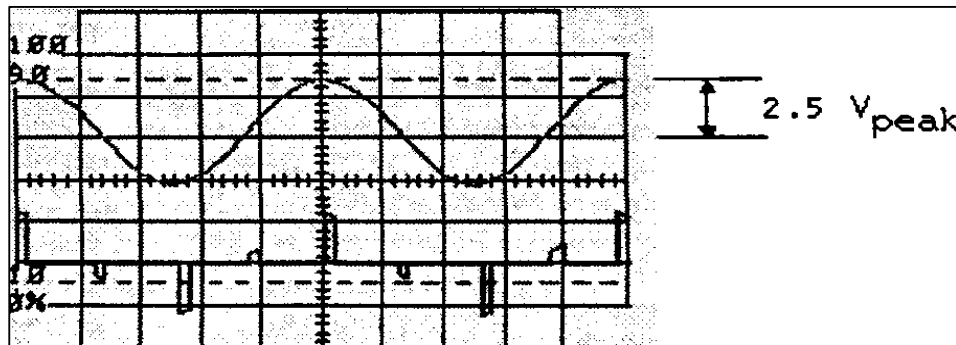
$$Pp = \frac{V_{rms(p)}^2}{Z} = \quad \text{mw}$$

19- اضبط القناة (1) على (2V/DIV) والوضع على الشأني الزمن (0.1ms/DIV) إن أعلى جهد للموجة

الجيبية للإشارة المرسل (M 2) هو (2.5 Vp) كحد أعلى. كما تشاهد في الشكل (14 - 8)

- قم بحساب قدرة الإشارة المرسل (M 2) عبر المعاوقة (1 K Ω)

$$Ps = (0.707 \times V \text{ Peak})^2 / Z = \quad \text{mw}$$



شكل (14 - 8)

20- احسب نسبة قدرة إشارة (PAM) إلى قدرة الإشارة المرسل (M2) نسبة القدرة
(قدرة (PAM) / قدرة (M2))

$$P_p/P_s =$$

21- قم بحساب القدرة النظرية لإشارة (PAM) من خلال قدرة (M2) وهي (P_s). إن فترة إشارات

(PAM) هي (T= 0.125ms) التي هي نصف الفترة الزمنية (T_p)

$$P_p = P_w / T \times P_s = \text{mw}$$

22- هل قدرة إشارة (PAM) التي قمت بحسابها نظرياً أقرب إلى مساواة قدرة إشارة

(PAM) المحسوبة من اتساع النبضة الذي تم قياسه وال (P_w/T_p) ؟

15

التجربة الثانية: رقم التجربة

اسم التجربة: كشف تعديل سعة (اتساع) النبضات PAM Signal Demodulation

الهدف من التجربة:

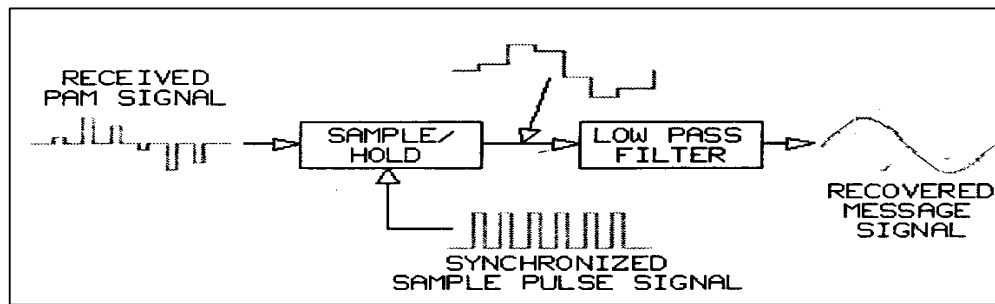
- 1- توضيح كيفية كشف التعديل لإشارة المعدلة (PAM).
- 2- توضيح تأثير معدل أخذ العينات لـ (PAM) على الإشارة المستقبلية.
- 3- توضيح تأثير تردد القطع لمرشح إمرار الترددات المنخفضة (LPF) على الإشارة المستقبلية.

الشرح:

بعد أن تم إرسال عينات إشارة المعلومة، المطلوب التعرف على كيفية استرجاع إشارة المعلومة من خلال المستقبل.

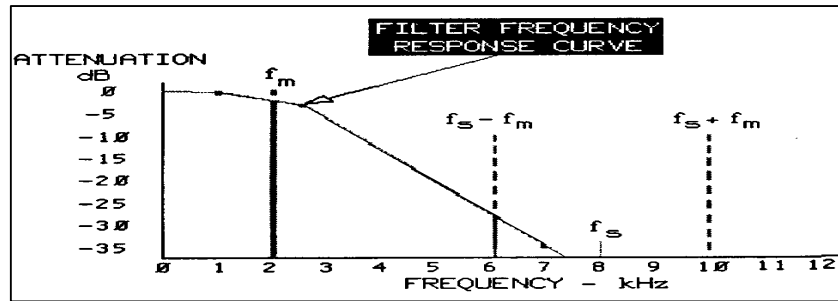
بما أن إشارة أخذ العينات (SAMPLE/HOLD) في المستقبل تكون متزامنة مع (SAMPLER) بحيث يعطي النبضة بنفس الوقت وعند أخذ العينة هنا مرة أخرى يقوم بعملية الإمساك لها بحيث يجعل السعة لها تستمر على نفس القيمة المأخوذة بالعينة إلى أن تأتي عينة أخرى - أي لا يعود لصفر - أي على شكل سلطي (STAIRCASE). كما هو موضح في الشكل (1 - 15)

وبعد هذا تجد الإشارة أصبحت أقرب إلى شكلها الأصلي مما يسهل على المرشح عملية استعادة المعلومة الأصلية وتعيمها



شكل (1 - 15)

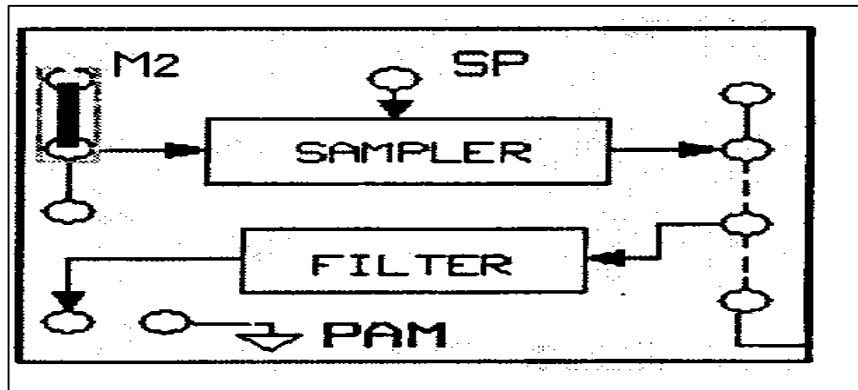
حيث يكون للمرشح نقطة قطع، فيمرر ما قبل هذه النقطة ويلغي ما بعده. لهذا كلما كانت قيمة (F_s) يعني أن المسافة بين المعلومة الأصلية والتكرار أكبر فيساعد المرشح على القطع بشكل سليم بدون وجود تشوهات، وسوف يتضح هذا أكثر من خلال خطوات التنفيذ.



(2 -15)

الأجهزة المطلوبة:

1. وحدة تمارين الاتصالات الرقمية (Digital Communications Unit)
2. جهاز راسم الذبذبات ذو قناتين (Dual Channel Oscilloscope)
3. جهاز مولد الدوال (Signal Generator)



الشكل (3 -15)

خطوات التجربة:

- مستخدماً دائرة تعديل سعة (اتساع) النبضة (PAM) شكل (3 -15) قم بالخطوات التالية:
- 1- إدخال وصلة مزدوجة في دائرة (PAM) بين الإشارة المرسل (M2) ومدخل دائرة أخذ العينة (SAMPLER) ثم أدخل وصلة مزدوجة بين مخرج دائرة أخذ العينات (SAMPLER) ومدخل دائرة المرشح (FILTER) وهذا المرشح من نوع (L P F) مرشح إمرار منخفض.
- 2- اضبط جهاز الراسم القناة (1) على (2V/DIV) ومفتاح الزمن على (0.1ms/DIV) والقادح

(TRIGGER) على القناة (1) ثم وصل طرف القناة (1) مع (M2) وسوف تظهر لك الإشارة (M2) وهي

إشارة جيبيية ذات اتساع (5V p.p) وتردد قدره (2KHZ)

3- اضبط جهاز الراسم القناة (2) على (2V/DIV) ، واضبط الوضع الرأسي للراسم على الوضع

(الثنائي) قم بتوصيل طرف القناة (2) مع طرف تردد أخذ العينات (SP) إن تردد

(SP) هو $F_s = 8 \text{ KH}$

4- مع إشارة (M2) ترددها (2KHZ) هل تردد (SP) البالغ (8KHZ) أكبر من الـ (Nyquist rate) ؟

5- قم بتوصيل طرف القناة (2) مع مخرج دائرة أخذ العينات (SAMPLER) هل يمثل غلاف الإشارة

(PAM) الشكل المتموج للإشارة المرسله (M2) ؟

6- قم بإزالة الوصلة المزدوجة (TOW-POST CONNECTOR) المزدوجة التي تربط (M2) مع دائرة

أخذ العينات (SAMPLER) ثم أزل طرف القناة (2) من مخرج دائرة أخذ العينات وقم بتوصيل طرف

جهاز (SIGNAL GENERATOR) مولد الدوال مع مدخل دائرة أخذ العينات (SAMPLER) وذلك

للحصول على إشارة رسالة جيبيية يمكن تغيير سعتها وتردد لها لكي نتمكن من دراسة تأثير التغير في

تردد وسعة إشارة الرسالة على الإشارة المستقبلية .

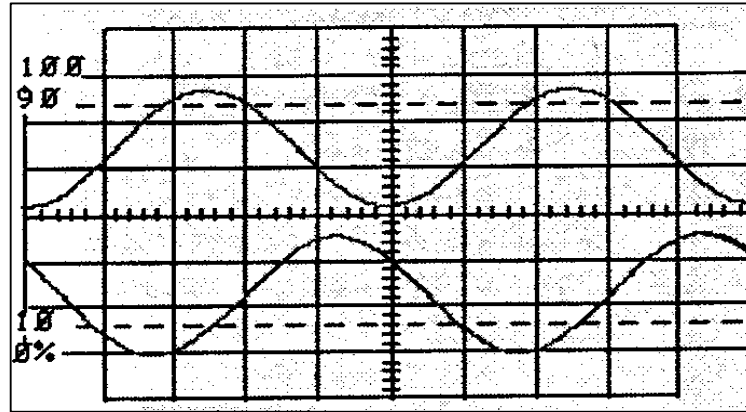
7- اضبط جهاز مولد الدوال بحيث تحصل على إشارة جيبيية سعتها (5Vp.p) وتردد لها (2KHZ) وتأكد

منها على القناة (1) بعد توصيل القناة (1) مع مدخل (SAMPLER) واضبطها على (2V /DIV)

8- وصل القناة (2) مع مخرج دائرة المرشح (FILTER) اضبط القناة (2) على (200 mv/DIV)

هل تعتبر الإشارة المعاد تكوينها بواسطة المرشح والتي تراها على القناة (2) تمثيلاً جيداً للإشارة المرسله

التي تراها على القناة (1) ؟ الشكل (15 - 4) يوضح الإشارات على القناتين



شكل (15 - 4)

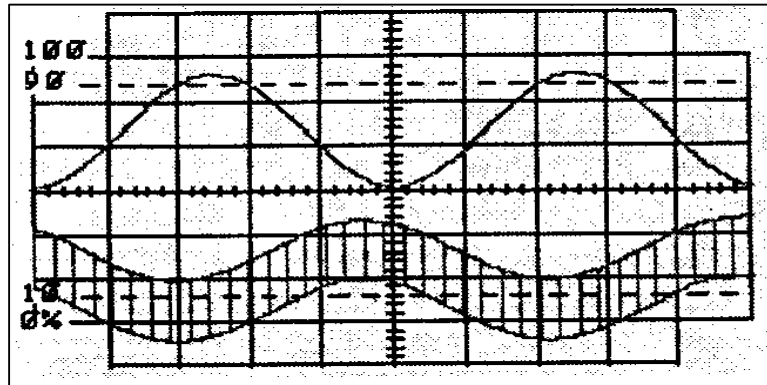
9- قم بتغيير تردد الاشارة بمقدار ($\pm 0.5\text{KHZ}$) وكذلك السعة بمقدار (0.5VP.P) وصف التغيير في

إشارة 9 المعلومات المستعادة من خرج المرشح على القناة (2)

- بعد دراسة تأثير زيادة تردد إشارة المعلومة (F_m) عند تثبيت تردد العينات (F_s) الآن سوف ندرس تأثير التغيير في تردد إشارة العينات عند تثبيت تردد إشارة المعلومات.

10- أعد ضبط مولد الإشارة على الوضع الأول (5VP.P) و (2KHZ)

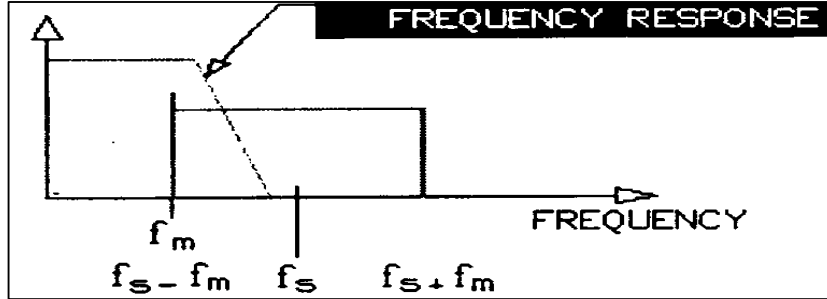
11- (CM) ستخفض تردد (F_s) من (4KHZ إلى 8KHZ) لاحظ التغيير على الإشارة المعاد تكوينها بواسطة المرشح (LPF) على القناة (2) وشاهد الإشارة على الراسم في هذه الحالة حيث إنه كلما تناقص تردد العينات (F_s) كلما حدث التداخل بين (F_m) و ($F_s - F_m$) كما في الشكل (15 - 5) وفي هذه الحالة يكون تردد العينات ($F_s = 2F_m$)



الشكل (15 - 5)

12- لماذا أصبحت الإشارة المعاد تكوينها مشوشة ؟

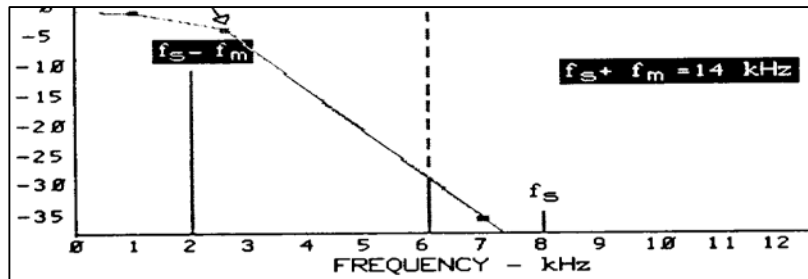
الشكل (15- 6) يشرح الحالة السابقة



شكا، (15- 6)

13- ستعيد (CM) التردد (f_s) إلى قيمته الأصلية (8KHZ) ثم قم بزيادة التردد (f_m) إلى (16KHZ) من خلال مولد الإشارة ولاحظ التغير في الإشارة المعاد تكوينها وما طرأ عليها من تغير (في هذه الحالة $f_s < 2f_m$) ($f_m < \text{Nyquist rate}$) فتكون الإشارة التي نحصل عليها من المرشح هي المركبة ($f_s - f_m$) والشكل (15- 7) يوضح عمل المرشح في هذه الحالة.

- وهنا يحدث تشويه أكثر من المسموح به (aliasing or fold-over distortion)



الشكا، (15- 7)

14- قم بخفض التردد (f_m) إلى (3.5KHZ) ورفع التردد (f_s) إلى (16KHZ) وذلك من خلال (CM)

الآن ستشاهد الإشارة المعاد تكوينها من خلال المرشح واضحة وتمثل الإشارة الأصلية لأن ($f_s > 2f_m$) والشكل (15- 8) يوضح الإشارات على الراسم .

15- عندما يكون ($F_s > 2 F_m$) بكثير فإن ذلك يعني أن الإشارة المعاد تكوينها ستكون أكثر وضوحاً وذلك لأن المرشح يستطيع الحصول على (F_m) بدون تداخل مع ($F_s - F_m$) والشكل (15 - 9) يوضح ذلك.

16- هل يقوم المرشح بإنتاج إشارة واضحة عندما يكون تردد القطع له (3.8 KHZ) و $F_s = 16 \text{ KHZ}$ و $F_m = 3.5 \text{ KHZ}$