المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تخصص اتصالات

أساسيات الاتصالات الرقمية

(عملي)

٢٣١ تصل

طبعة ١٤٢٩ هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي؛ لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " **أساسيات الاتصالات الرقمية (عملي)** " لمتدربي تخصص "**الاتصالات**" في الكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه؛ إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد

الحمدلله رب العالمين والصلاة والسلام على سيد الأنبياء والمرسلين وبعد :

فهذا هو مقرر أساسيات الاتصالات الرقمية في جزئه العملي والذي يعتمد في تنفيذه على المختبرات التي تتم فيها دراسة أنظمة الاتصالات الرقمية وتحليلها ودراسة المؤثرات الخارجية على أدائها ، وذلك باستخدام اللوحات الإلكترونية التي تحتوي على كل ما يحتاج إليه المتدرب من موضوعات تدعم تحصيله النظري للمادة .

ومن خلال سير خطوات التجربة وتدرجها في خطوات متتابعة يتم فيها توصيل الدوائر ثم تشغيلها ثم توصيل أجهزة القياس اللازمة لمتابعة الإشارات وقياسها ثم إدخال التغييرات التي تحاكي ما يمكن أن يحدث للإشارة من تعديل سواء من قبل مدخلات النظام أو من قبل البيئة المحيطة بالنظام والوسط الناقل .

هذا وينبغي على المتدرب التحضير للتجربة جيداً قبل الدخول للمختبر من خلال ما يتلقاه أثناء الجزء النظري للمادة، حيث إن الجزء العملي ما هو إلا تطبيق مباشر لما تعلمه المتدرب أثناء المحاضرات النظرية ،كما نقترح على مدرب العملي إعطاء المتدربين شرحاً موجزاً ومبسطاً للتجربة قبل البداية ومن ثم إعطاؤهم الفرصة كاملة للتحقق من محصلتهم العلمية المسبقة ومتابعتهم خطوة بخطوة مع التأكد من تنفيذ المتدرب للتجربة كاملة ،ثم بعد نهاية التجربة يمكن للمدرب طرح الأسئلة التي يربط من خلالها بين ما شاهده المتدرب من نتائج عمليه وما سبق أن تعلمه بشكل نظري مجرد

وبذلك تتحقق الفائدة المرجوة من التجربة كما يتحقق المدرب من خلال هذه الأسئلة والمناقشات من تحصيل المتدرب وقياس قدراته واكتشاف نقاط الضعف لديه ومحاولة التركيز عليها في التجارب القادمة ودعم نقاط التفوق لديه وصقل مهاراته المكتسبة.

هذا ونسأل الله عز وجل التوفيق والسداد

أساسيات الاتصالات الرقمية - عملي

تعديل سعة النبضات

الوحدة الأولى : تعديل سعة النبضات

Pulse Amplitude Modulation
(PAM)

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

- التجربة الأولى: توليد إشارة عينات تعديل سعة النبضات.
- التجربة الثانية: كشف عينات تعديل سعة النبضات.

يتعرف المتدرب في التجربة الأولى على:

١. الطريقة والدوائر الخاصة بتوليد إشارة (PAM).
٢. شرح خصائص إشارات (PAM) .
٣. التدليل على تأثير معدلات ترددأخذالعينات (Sampling Pulses)على إشارات(PAM)
٤. حساب طاقة إشارة (PAM)

أما في التجربة الثانية فيتعرف على:

١. كيفية كشف عينات الإشارة المعدلة (PAM).
٢. تأثير معدل أخذ العينات لـ (PAM) على الإشارة المستلمة.
٣. تأثير تردد القطع للمرشح المنخفض (LPF) على الإشارة المستلمة. .

الأهداف: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪ بإذن الله.

الوقت المتوقع: ٤ ساعات

الوسائل المساعدة: معمل أساسيات الاتصالات الرقمية. كتب ومراجع في الميدان.

متطلبات الجدارة: أن يكون المتدرب قد اجتاز مقرر الدوائر الكهربائية.

التجربة الأولى

توليد إشارة عينات تعديل سعة النبضة

PAM Signal Generation

الأهداف:

١. التعرف على كيفية توليد إشارة (PAM)
٢. التعرف على خصائص إشارات (PAM) وشرحها
٣. التدليل على تأثير معدل تردد أخذ العينات (Sampling Pulses)على إشارات(PAM)
٤. حساب طاقة إشارة (PAM)

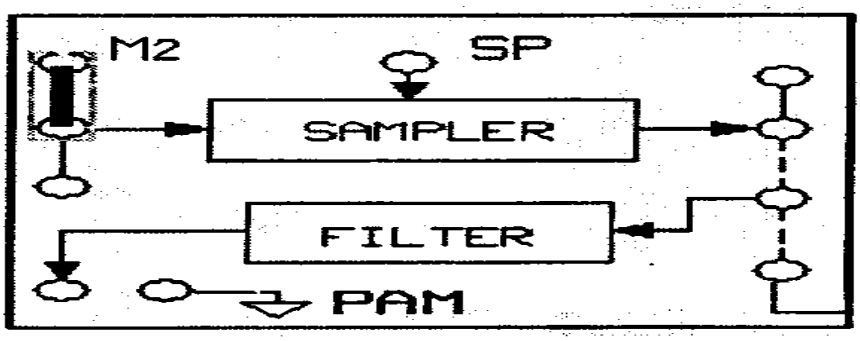
الشرح:

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

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:Fs>2Fm

الأجهزة المطلوبة:

١. وحدة تمارين الاتصالات الرقمية (Digital Communications Unit)
٢. جهاز راسم الذبذبات ذو القناتين(Oscilloscope)
٣. جهاز مولد الدوال(Function Generator)



الشكل (1-1)

خطوات التجربة :

- على دائرة تعديل سعة النبضة (PAM) (شكل1-1) قم بإجراء الخطوات التالية:

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

٢- اضبط راسم القناة (١) على (2V/DIV) واضبط مفتاح الزمن على (0.1ms/DIV) والقادح(TRIGGER) على القناة (١) ثم قم بتوصيل القناة (١) بين مدخل دائرة (SAMPLE) و (M2)

٣- ارسم الإشارة المرسلة (M2) وحدد سعتها (Vp.p) وترددها (Fm)

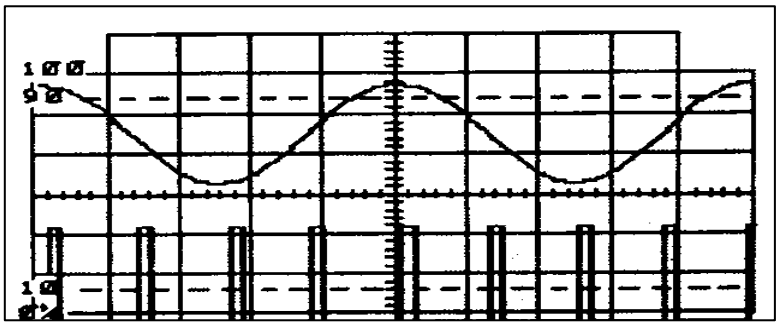
M2 = Vp.p M2 = KHZ

٤- بالنسبة للإشارة المرسلة (M2) (2KHZ) ماهي الـ(Nyquist rate) الخاصة بإشارة أخذ العينات (SP)؟ KHZ =Nyquist rate

٥- اضبط الراسم القناة (٢) على (2V/DIV) واضبط الوضع الرأسي للراسم على الوضع (الثنائي) و قم بتوصيل طرف القناة (٢) مع تردد أخذ العينات (SP).

٦- ارسم الإشارة (SP) التي تظهر على القناة(٢) وحدد الزمن الدوري لها ثم حدد من خلال هذه القيمة للزمن تردد أخذ العينات (Fs) (ستكون الإشارات (M2 وSP) كما بالشكل (1-2))

T = ms Fs = KHZ

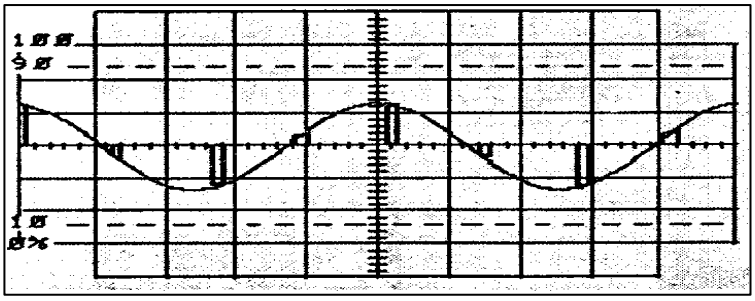


شكل (1-2)

٧- هل يمكن اعتبار هذا التردد (Fs) مناسبا لتشكيل إشارة (PAM) ولماذا ؟

٨- قم بتوصيل القناة (٢) مع مخرج دائرة أخذ العينات (SAMPLER) ارسم وحدد اسم الإشارة التي تظهر أمامك على القناة (٢) (الإشارة ستكون كما في الشكل(1-3))

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



شكل (1-3)

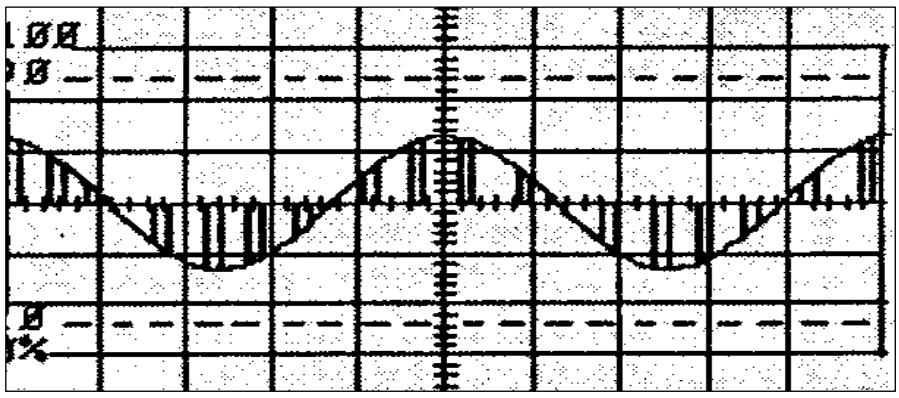
٩- اضبط قناتي جهاز الراسم على الوضع الأرضي(GND) وضعهما على خط الصفر الأفقي . ثم حول الوضع للقناتين على الوضع(AC) لاحظ مدى الارتباط بين الإشارتين حيث تنطبقان على بعضهما البعض

- ارسم شكل الإشارتين(M2) (PAM)وسيكون شكل الإشارتين كما في الشكل السابق (1-3)

١٠- ستقوم (CM)(CIRCUIT MODIVATION)(وهى الطريقة المستخدمة لتعديل قيم التردد والتغيير في أداء الدوائر عمومًا) بزيادة التردد(Fs) إلى (16 KHZ) لاحظ ماهو التغيير الذي طرأ على إشارة (PAM) وهل أصبح تمثيل الإشارة المرسلة الآن أفضل ولماذا؟

.....

- ارسم شكل الإشارتين (M2) و(PAM) وسيكون شكل الإشارتين كما في الشكل(1-4)



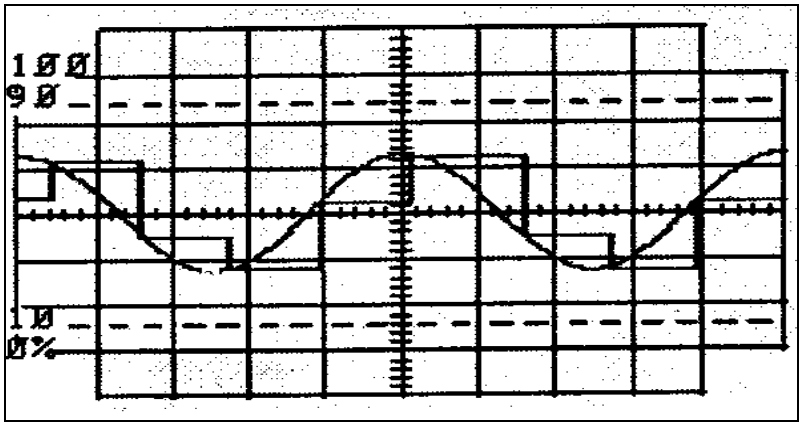
الشكل (1-4)

١١- ستقوم (CM) بتخفيض التردد (Fs)إلى (4 KHZ) ولاحظ الفرق بين الحالتين الأخيرتين وهل تمثيل الإشارة المرسلة (M2) الآن أفضل ولماذا؟

.....

١٢- ستقوم (CM) بزيادة التردد(Fs)إلى (8 KHZ) وستدخل (CM) دائرة (Sample/hold) قبل المرشح ولاحظ التغيير . ماالفرق 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 (1-5))

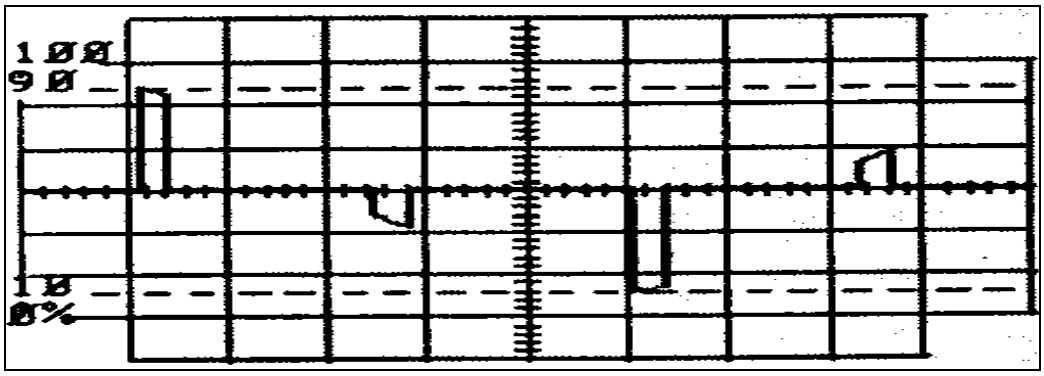
.....



الشكل (1-5)

١٣- اضبط الوضع الرأسي على القناة (٢) بحيث تظهر إشارة (PAM) فقط ثم اضبط القناة (٢)على(١ V/DIV) ومفتاح الزمن للراسم على (50 ms/DIV) بحيث تظهر إشارة (PAM) كما في الشكل (1-6)

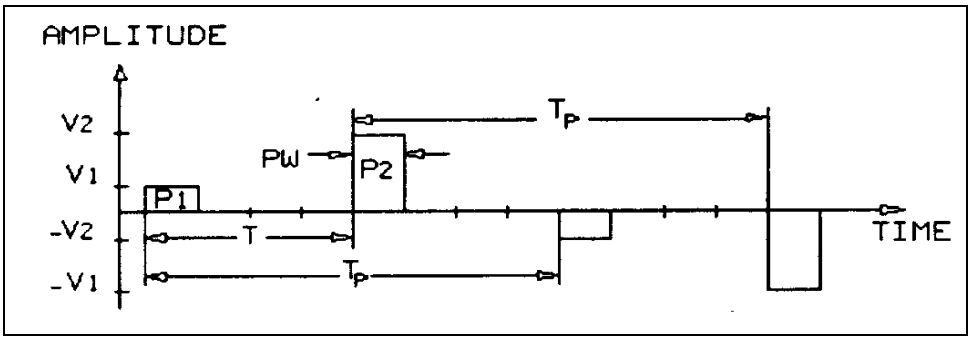
وقس الزمن الدوري للنبضة (Tp). Tp = ms



الشكل (1-6)

١٤- اغضبط مفتاح الزمن للراسم على (20μs/DIV) . يجب أن تتمكن من قياس عرض النبضة (PW)

الشكل(1-7) يوضح القياسات المطلوبة. Pw = ms



الشكل (1-7)

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

PW/Tp = (/) ms (ستكون متساوية للنبضتين)

١٦- قم بقياس سعة النبضة (P1) و (P2)

V1= V V2= V

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

$$= \sqrt{PW/TpX(v1^2 + v2^2}\ \text{Vrms(p)}$$

= Vrms

١٨- قم بحساب قدرة إشارة (PAM) عبر معاوقة مقدارها (١K Ω)

$$Pp = \frac{v^2 rms(p)}{Z}$$

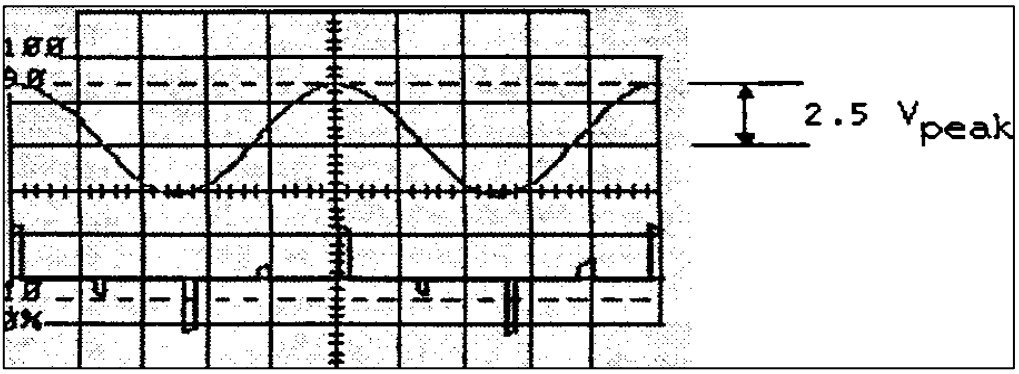
= mw

١٩- اضبط القناة (١) على (٢V/DIV) والوضع على الثنائي الزمن (0.1ms/DIV) إن أعلى جهد للموجة الجيبية للإشارة المرسلة (M 2) هو (٢,٥Vp) (كحد أعلى. كما تشاهد في الشكل (1-8))

- قم بحساب قدرة الإشارة المرسلة(M 2) عبر المعاوقة (١K Ω)

$Ps = (0.707 \times V\ Peak)^2 / Z$

= mw



الشكل (1-8)

٢٠- احسب نسبة قدرة إشارة (PAM) إلى قدرة الإشارة المرسلة (M2) نسبة القدرة (قدرة (PAM)/ قدرة (M2))

Pp/Ps =

٢١- قم بحساب القدرة النظرية لإشارة (PAM) من خلال قدرة (M2) وهي(Ps). إن فترة إشارات (PAM) هي (T= 0.125ms) التي هي نصف الفترة الزمنية (Tp)

Pp=PW/T x PS = mw

٢٢- هل قدرة إشارة (PAM) التي قمت بحسابها نظرياً أقرب إلى مساواة قدرة إشارة (PAM) المحسوبة من اتساع النبضة الذي تم قياسه والـ (PW/Tp) ؟

التجربة الثانية

كشف تعديل سعة النبضات

PAM Signal Demodulation

الأهداف:

١- توضيح كيفية كشف الإشارة المعدلة (PAM)

٢- توضيح تأثير معدل أخذ العينات لـ (PAM) على الإشارة المستلمة.

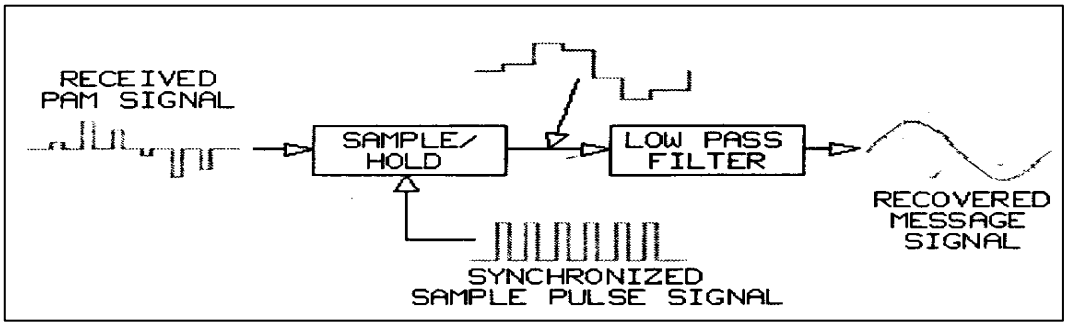
٣- توضيح تأثير تردد القطع للمرشح المنخفض (LPF) على الإشارة المستلمة.

الشرح:

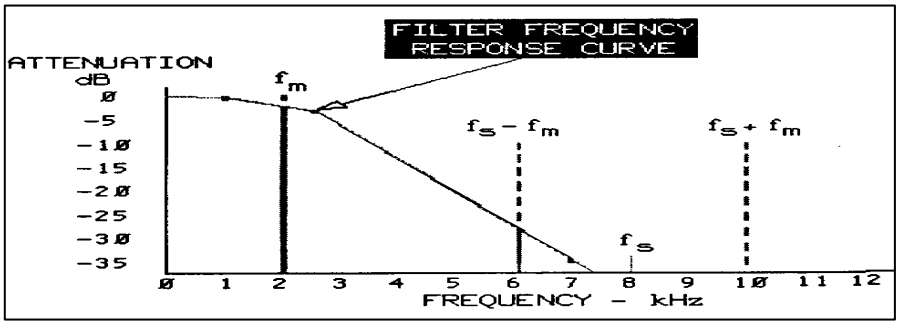
بعد أن تم إرسال عينات إشارة المعلومة، سوف تتعرف هنا كيف تستطيع استرجاع إشارة المعلومة من خلال المستقبل.

حيث 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 سلمي(STAIRCASE).كما هو موضح في الشكل(2-1)

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



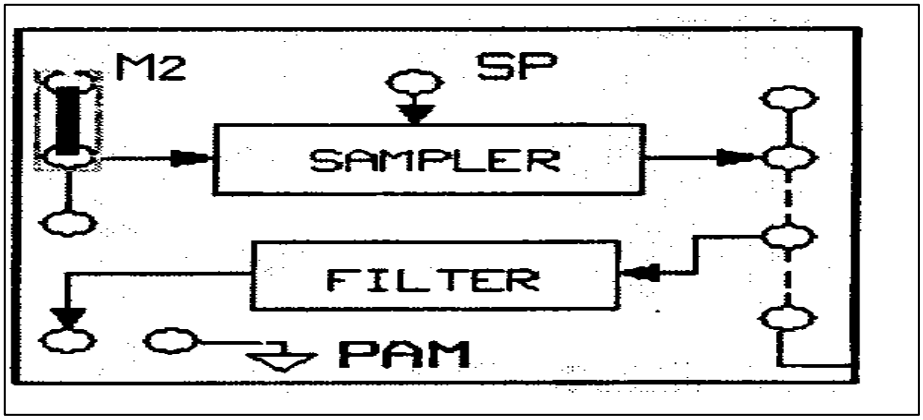
حيث يكون للمرشح نقطة قطع، فيمرر ما قبل هذه النقطة ويلغي ما بعده. لهذا كلما كانت قيمة (Fs) يعني أن المسافة بين المعلومة الأصلية والتكرر أكبر فيساعد المرشح على القطع بشكل سليم بدون وجود تشوهات، وسوف يتضح هذا أكثر من خلال خطوات التنفيذ.



(2-2)

الأجهزة المطلوبة :

١. وحدة تمارين الاتصالات الرقمية (Digital Communications Unit)
٢. جهاز راسم الذبذبات ذو قناتين(Oscilloscope)
٣. جهاز مولد الدوال (Signal Generator)



الشكل (2-3)

خطوات التجربة :

- على دائرة تعديل سعة النبضة (PAM) (شكل2-3)اجر الخطوات التالية:

١- قم بإدخال وصلة مزدوجة في دائرة (PAM)بين الإشارة المرسلة (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 .

٢- اضبط جهاز الراسم القناة (١)على(2V/DIV) ومفتاح الزمن على (0.1ms/DIV) والقادح (TRIGGER)على القناة (١) ثم وصل طرف القناة (١) مع (M2) وسوف تظهر لك الإشارة (M2) وهي إشارة جيبية ذات اتساع (٥V p.p) وتردد قدره (٢KHZ)

٣- اضبط جهاز الراسم القناة (٢) على(2V/DIV) ، واضبط الوضع الرأسي للراسم على الوضع (الثنائي) قم بتوصيل طرف القناة (٢) مع طرف تردد أخذ العينات (SP) إن تردد (SP) هو Fs = 8 KH

٤- مع إشارة (M2) ترددها (٢KHZ) هل تردد(SP) البالغ (8KHZ) أكبر من الـ (Nyquist rate) ؟

.....

٥- قم بتوصيل طرف القناة (٢) مع مخرج دائرة أخذ العينات (SAMPLER) هل يمثل غلاف الإشارة (PAM) الشكل المتموج للإشارة المرسلة (M2) ؟

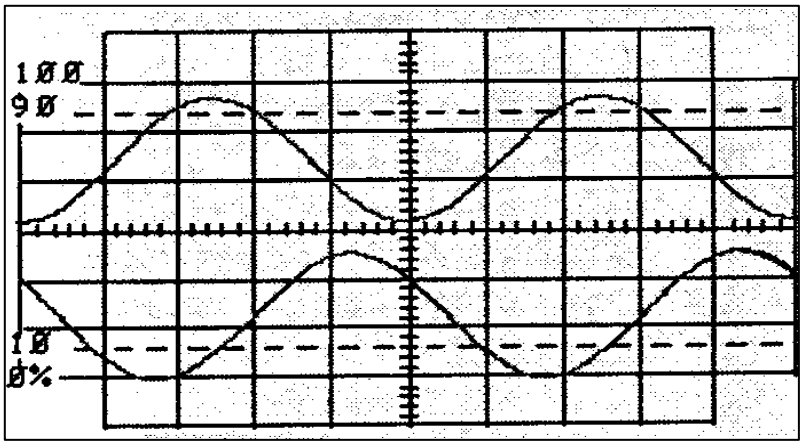
.....

٦- قم بإزالة الوصلة المزدوجة (TOW-POST CONNECTOR)المزدوجة التي تربط (M2) مع دائرة أخذ العينات (SAMPLER) ثم أزل طرف القناة (٢) من مخرج دائرة أخذ العينات وقم بتوصيل طرف جهاز(SIGNAL GENERATOR) مولد الدوال مع مدخل دائرة أخذ العينات (SAMPLER) وذلك للحصول على إشارة رسالة جيبية يمكن تغيير سعتها وترددها لكي نتمكن من دراسة تأثير التغير في تردد وسعة إشارة الرسالة على الإشارة المستقبلة .

٧- اضبط جهاز مولد الدوال بحيث تحصل على إشارة جيبية سعتها (5Vp.p) وترددها (2KHZ) وتأكد منها على القناة(١) بعد توصيل القناة(١) مع مدخل (SAMPLER) واضبطها على (2V /DIV)

٨- وصل القناة(٢) مع مخرج دائرة المرشح (FILTER) اضبط القناة (٢) على (200 mv/DIV)
هل تعتبر الإشارة المعاد تكوينها بواسطة المرشح والتي تراها على القناة (٢) تمثيلاً جيداً للإشارة المرسلة التي تراها على القناة (١) ؟(الشكل 2-4) يوضح الإشارات على القناتين)

.....



شكل (2-4)

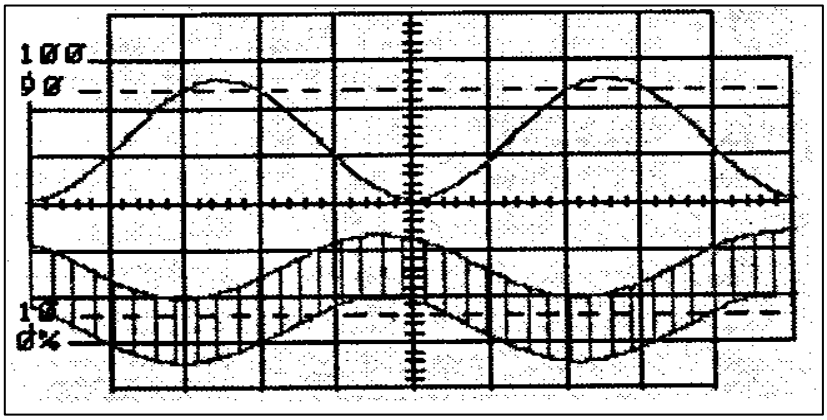
٩- قم بتغيير تردد الاشاره بمقدار(±0.5KHZ) وكذلك السعة بمقدار(0.5VP.P) وصف التغيير في إشارة ؟ المعلومات المستعادة من خرج المرشح على القناة (٢)

.....

- بعد دراسة تأثير زيادة تردد إشارة ؟ المعلومات (Fm) عند تثبيت تردد العينات (Fs) الآن سوف ندرس تأثير التغير في تردد إشارة ؟ العينات عند تثبيت تردد إشارة ؟ المعلومات.

١٠- أعد ضبط مولد الإشارة على الوضع الأول (5VP.P) و (٢KHZ)

١١- (CM) ستخفض تردد(Fs) من (8KHZإلى 4KHZ) لاحظ التغير على الإشارة المعاد تكوينها بواسطة المرشح (L P F) على القناة (٢) وشاهد الإشارة على الراسم في هذه الحالة حيث إنه كلما تناقص تردد العينات(Fs) كلما حدث التداخل بين (Fm) و(Fs-Fm) كما في الشكل (2-5) وفي هذه الحالة يكون تردد العينات (Fs= 2Fm)

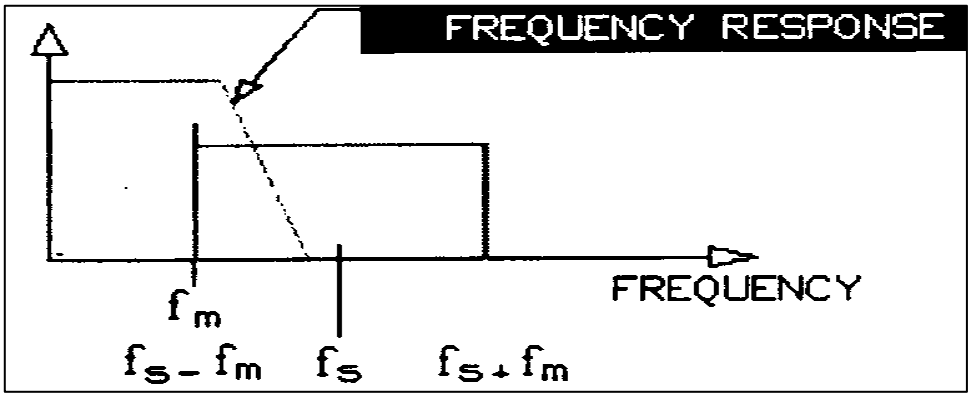


الشكل (2-5)

١٢- لماذا أصبحت الإشارة المعاد تكوينها مشوشة ؟

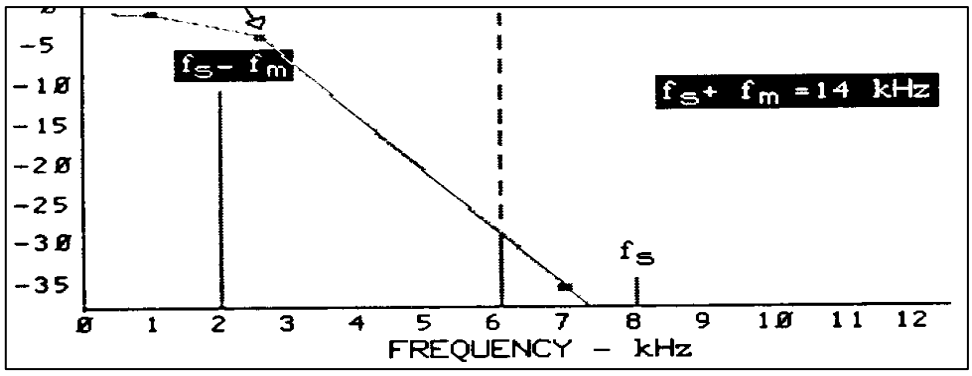
.....

الشكل (2-6) يشرح الحالة السابقة



شكل (2-6)

١٣- ستعيد(CM) التردد (Fs) إلى قيمته الأصلية (8KHZ) ثم قم بزيادة التردد(Fm)
إلى(6KHZ)من خلال مولد الاشارة ولاحظ التغير في الإشارة المعاد تكوينها وما طرأ عليها من تغير (في هذه الحالة Fs<2 Fm) (Fs<Nyquist rate) فتكون الإشارة التي نحصل عليها من (المرشح هي المركبة (Fs-Fm)
والشكل (2-7) يوضح عمل المرشح في هذه الحالة.
- وهنا يحدث تشويه أكثر من المسموح به (aliasing or fold-over distortion)



الشكل (2-7)

١٤- قم بخفض التردد (Fm) إلى (3.5KHZ) ورفع التردد(Fs) إلى(16KHZ) وذلك من خلال (CM)

الآن ستشاهد الإشارة المعاد تكوينها من خلال المرشح واضحة وتمثل الإشارة الأصلية لأن (Fs>2 Fm)
والشكل (2-8) يوضح الإشارات على الراسم .
١٥- عندما يكون(Fs>2 Fm) بكثير فإن ذلك يعني أن الإشارة المعاد تكوينها ستكون أكثر وضوحاً وذلك لأن المرشح يستطيع الحصول على (Fm) بدون تداخل مع (Fs-Fm)
والشكل(2-9) يوضح ذلك.
١٦- هل يقوم المرشح بإنتاج إشارة واضحة عندما يكون تردد القطع له (3.8KHZ) وFs=16KHZ و Fm=3.5KHZ

.....

أساسيات الاتصالات الرقمية - عملي

التجميع بالتقسيم الزمني

الوحدة الثانية : التجميع بالتقسيم الزمني

تعديل سعة النبضات -التجميع بالتقسيم الزمني

PAM – Time Division Multiplexing
(PAM-TDM)

الجدارة: التعرف على طرق التجميع بالتقسيم الزمني لتعديل سعة النبضات. تحتوي الوحدة على تجربتين هما:

- التجربة الأولى: إرسال إشارة (PAM) بطريقة التجميع بالتقسيم الزمني
- التجربة الثانية: استقبال إشارة (PAM) بطريقة التجميع بالتقسيم الزمني

يتعرف المتدرب في التجربة الأولى على:

١- كيف يمكن أن تكون إشارة (PAM) متعددة الإرسال.؟
٢- التزامن المستخدم في دائرة (PAM- TDM) .
٣- العلاقات الزمنية لترددات أخذ العينات (S1-S2).

أما في التجربة الثانية فيتعرف على:

١. كيفية تلقي إشارات التزامن من (PAM-TDM).
٢. التزامن بين المقاطع الزمنية (time slots) لمرحلة الإرسال والاستقبال.
٣. كيفية الكشف عن إشارة (PAM-TDM) وكيفية تلقي الإشارة المرسلة .

الأهداف: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪ بإذن الله.

الوقت المتوقع: ٢ ساعات

الوسائل المساعدة: معمل أساسيات الاتصالات الرقمية. كتب ومراجع في الميدان.

متطلبات الجدارة: أن يكون المتدرب قد اجتاز مقرر الدوائر الكهربائية.

التجربة الأولى

إرسال إشارة (PAM) بطريقة التجميع بالتقسيم الزمني

PAM – TDM (Transmission)

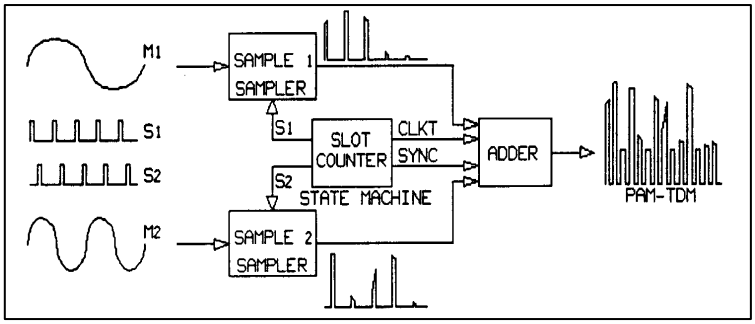
الأهداف:

١. معرفة إرسال أكثر من إشارة (PAM) على نفس القناة.
٢. معرفة التزامن المستخدم في دائرة (PAM- TDM)
٣. معرفة العلاقات الزمنية لترددات أخذ العينات (S1-S2)

الشرح:

لإرسال أكثر من معلومة على نفس القناة يجب توفر ثلاثة أشياء كما هو موضح في الشكل (٣- ١- a)

١- (SAMPELR) بعدد المعلومات المراد إرسالها.
٢- منظم للشرائح من العينات المرسلة.
٣- جامع.

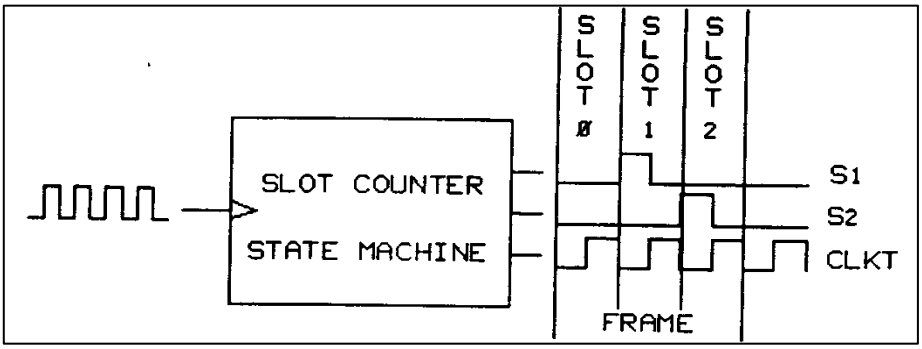


الشكل(3-1-a)

حيث يقوم المنظم للشرائح بإرسال (fs) لكل (SAMPELR) شريطة مراعاة أن يكون كل (fs) لكل (SAMPELR)بينه وبين (fs) الآخر فاصلاً زمنياً حتى لا تكون الشرائح للمعلومات في نفس الوقت، فكأنه يقوم بوظيفة إشارة المرور فمرة يسمح بمرور عينة من المعلومة الأولى وبعدة عينة من المعلومة الثانية وهكذا.

بحيث يقوم الجامع في النهاية بجمع هذه العينات من المعلومات ويسمى مجموعها (frame) حيث يمثل عدد عينات المعومات المرسلة يضاف إليها مقطع للتزامن ثم يرسل (frame) آخر وهكذا.

- كما تلاحظ من الشكل (3-5) فإن عداد المقاطع (SLOT COUNTER) هي الدائرة التي تقوم بتوليد ترددات أخذ العينات (S1) و (S2) وفق تزامن معين بحيث يبقى هناك فاصل زمني بين العينات.

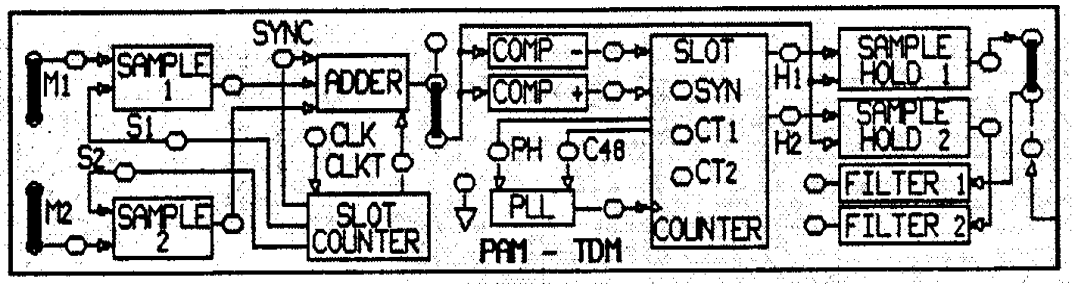


الشكل (3-1-b)

المسافة التي تفصل بين نبضات الـ (PAM – TDM) في الشكل(3-1-b) تسمى زمن الحراسة (Guard time) وتقوم بالحيلولة دون تداخل العينات المتجاورة وهذا بسبب التزامن الذي سبق التنويه عنه بين(S1)و (S2)

الأجهزة المطلوبة:

١. وحدة تمارين الاتصالات الرقمية (Digital Communications Unit)
٢. جهاز راسم الذبذبات ذو قناتين (Oscilloscope)



شكل(3-1-c)

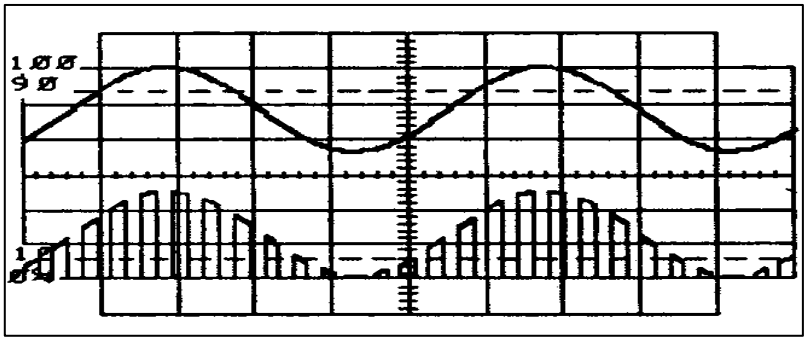
خطوات التجربة :

١- على الدائرة (PAM-TDM) الموضحة في الشكل (3-1-c)أدخل وصلتين مزدوجتين بين كل من الإشارة (M1) و(SAMPLER1) و(M2) و (SAMPLER2)

٢- وصل القناة(١) مع (M1) والقناة(٢) مع مخرج (SAMPLER1) واضبط جهاز الراسم على الوضع التالي القناة (١) و(٢) (2V/DIV) والزمن (0.2 ms/DIV) والقادح على القناة (١)

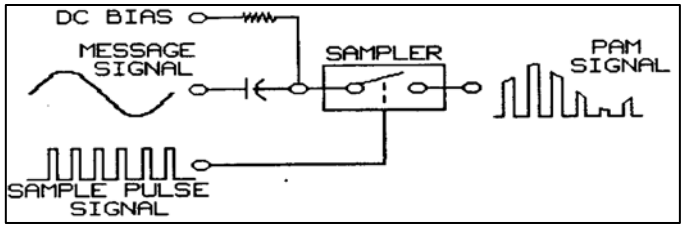
٣- بعد مشاهدتك للإشارات على القناتين الموضحة في الشكل (3-2)هل تعتبر الإشارة (PAM) التي على القناة (٢) تمثيلاً جيداً للإشارة المرسلة (M1) ثم ارسم شكل الإشارتين

.....



الشكل(٣- ٢)

٤- لاحظ هنا أن إشارة (PAM) على القناة (٢) دائماً موجبه وسبب ذلك أننا نستخدم جهداً ثابتاً (DC) وندخله على الإشارة(M1) قبل دخولها على دائرة (SAMPLER1) وكذلك الأمر مع (M2) وهذا يجعلهما دائما فوق خط الأرضي والشكل (3-3) يوضح هذه العملية.



الشكل(٣- ٣)

٥- قم بإزالة الوصلة المزدوجة التي بين (M1) و(SAMPLER1) واحسب الجهد(DC) عند مدخل(SAMPLER1)

DC = V

٦- أعد الوصلة المزدوجة التي بين (M1) و(SAMPLER1) و اضبط مفتاح الزمن للراسم على (10 µS/DIV) وقم بقياس الفترة الزمنية (Tp) للإشارة (PAM) على القناة (٢)

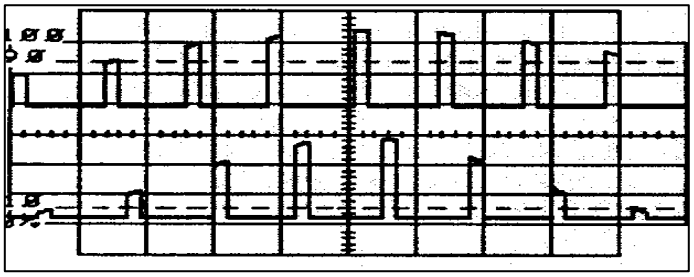
Tp = µS

٧- اعتماداً على الناتج احسب تردد أخذ العينات للدائرة (SAMPLER1)

Fs = - مستخدماً نظرية الـ Nyquist (fs=2 x fm) ومعدل أخذ العينات KHZ

الذي حسبته ماهو التردد الأقصى للرسالة (M1) Fm =.....KHZ

٨- قم بتوصيل القناة (١) مع مخرج (SAMPLER1) والقناة (٢) مع مخرج (SAMPLER2) واضبط زمن الراسم على (50 ms/DIV) والقادح على القناة(١) ولاحظ شكل إشارتي (PAM) اللتين تظهران كما في الشكل (3-4) وماهي ملحوظاتك على تزامنهما ؟



الشكل (3-4)

٩- هل تحدث عينات (PAM) من (M1) و (M2) في نفس الوقت ولماذا؟

.....

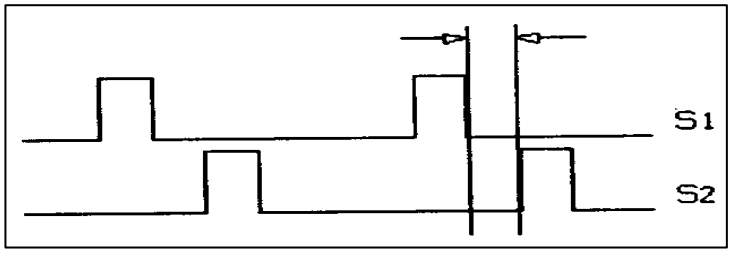
١٠- وصل القناة (٢) مع تردد أخذ العينات (S1) واضبط الزمن على (50 ms/DIV) هل التردد (S1) يتحكم في (SAMPLER1) ؟

.....

- وهل ينطبق الوضع نفسه على (S2) و(SAMPLER2) ؟

.....

١١- وصل القناة (١) مع (S1) والقناة (٢)مع (S2) ولاحظ التزامن بين(S1) و(S2) كما في الشكل (احسب الزمن الفاصل بين(S1 وS2)؟ µS =



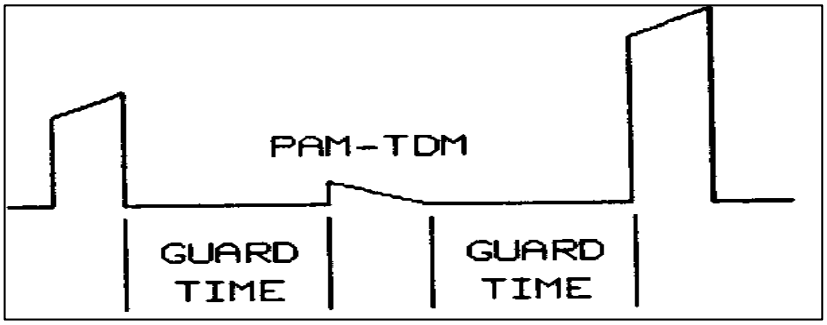
١٢- يقوم عداد المقاطع بتقسيم الزمن إلى ثلاثة مقاطع لكل إطار إرسال (frame)المقطع الأول (slot 0) التزامن (Sync. Pulse) التي تكون دائماً في بداية الإطار والمقطع الثاني(Slot 1)يخصص للعينة

(PAM 1) والمقطع الثالث (Slot 2) يخصص للعينة (PAM 2) والشكل (3-7) يوضح ذلك .

- ما الحد الأدنى للخانات(bits)المطلوبة للعد لإنتاج حالات العد الثلاث ؟

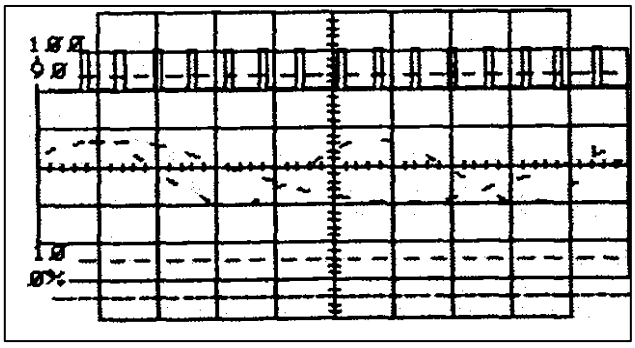
ا) ١ ب) ٢ ج) ٣ د) ٤

١٣- الفترة الزمنية التي تفصل (S1) عن (S2) هي (Guard time)والشكل (3-6) يبين هذا الزمن.



الشكل (3-6

١٤- قم بتوصيل القادح الخارجي للراسم (.EXT.TRIG) مع مخرج (SAMPLER1) ثم وصل القناة (١) مع (S1) والقناة (٢) مع مخرج دائرة الجامع (ADDER) اضبط وضع القادح للراسم على (EXT.TRIG) واضبط الزمن على (0.1 ms/DIV) واضبط القناة (١) على (5V/DIV) ثم لاحظ الشكل الموجي للإشارات حيث تظهر لك موجتان متباينتان تستطيع إدراك الفرق بينهما وهو يكمن في أن إحداهما ترددها أعلى من الأخرى ولذلك تلاحظ أن إحدى الموجتين أكثر كثافة وهي الأعلى ترددا كما بالشكل (3-7)اتان الموجتان هما عينات من(M1 وM2) حيث إن تردد إحداهما ضعف تردد الأخرى .



شكل(3-7)

١٥- هل هناك شكل موجي يمثل عملية (PAM – TDM) يظهر على القناة (٢) ؟

.....

١٦- اضبط وضع الزمن للراسم على (10 µs/DIV) وقم بقياس زمن الحراسة (Guard time) من خلال إشارة الـ (PAM – TDM) Guard time =.....ms

هل للقيمة التي حصلت عليها صلة بالقيمة التي قستها بين (S1)و (S2) ؟

.....

١٧- اضبط مفتاح الزمن للراسم على (20 µs/DIV) و راقب مخرج الجامع الذي تشاهد عليه إشارة الـ(PAM – TDM) ثم قم بالتعديل في أداء الدائرة عن طريق (CM) وستلاحظ ظهور نبضة موجبة في أحد المقاطع الزمنية حدد ترتيب هذا المقطع في الإطار

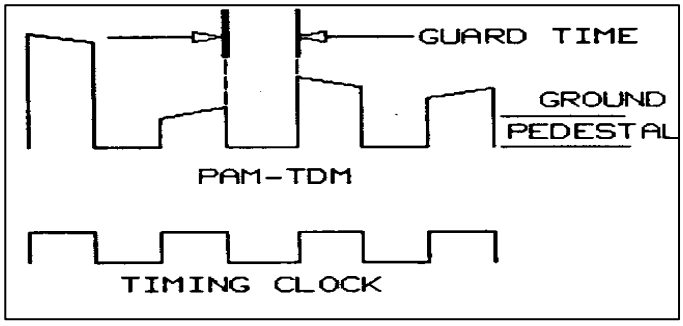
.....

١٨- هذا المقطع الذي تشاهد عليه نبضة موجبة عند تفعيل (CM) هو الذي يحتوي على نبضة التزامن والتي يكون مستواها تحت الصفر تمييزاً لها عن عينات (PAM) وهذه النبضة مهمتها تعريف جهاز الاستقبال ببداية الإطار حتى يكون هناك تزامن بين الإرسال والاستقبال.

١٩- قم بتوصيل القناة (١) مع مدخل الجامع لنبضة التزامن (SYNC. PULS) ثم أعد تفعيل (CM) ثم الغ تأثيره عدة مرات وصف ماذا يحدث للإشارة على القناة

(١).....

٢٠- يمكن استعادة ساعة التوقيت باستخدام نبضات الـ(PAM) وفترات الحراسة (Guard time) ويضمن ارتفاع النبضة الأدنى(PEDESTAL) إن ساعة ثابتة يمكن استعادتها من نظام الـ(PAM – TDM) ويكون في هذا النظام قمة الـ(PEDESTAL) على السطح (الأرضي) وساعة التوقيت (CLCKT) تحت السطح(الأرضي) والشكل (3-8) يوضح هذا الجانب .

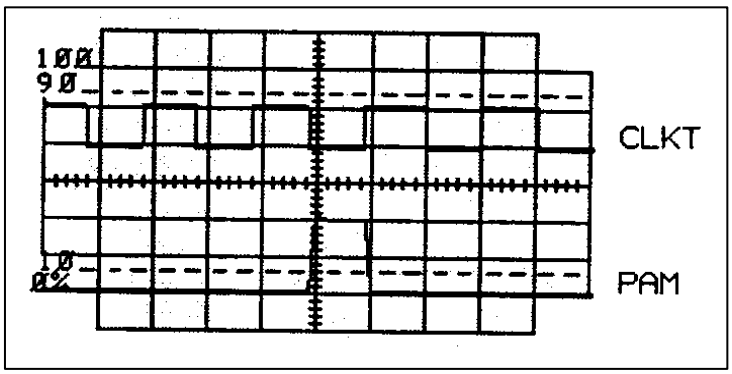


شكل (٣-١٠)

٢١- قم بتوصيل القناة (١) إلى ساعة التوقيت (CLCKT) الداخلة إلى الجامع ثم قم بتوصيل القناة (٢) إلى مخرج (SAMPLER1) واضبط مفتاح الزمن للراسم على (10µs/DIV) راقب العلاقة بين (CLCKT) والـ (PAM) وصف التزامن بينهما وهل تحدث نبضات(CLCKT) الموجبة في نفس الوقت الذي تحدث فيه نبضات الـ(PAM)؟

.....

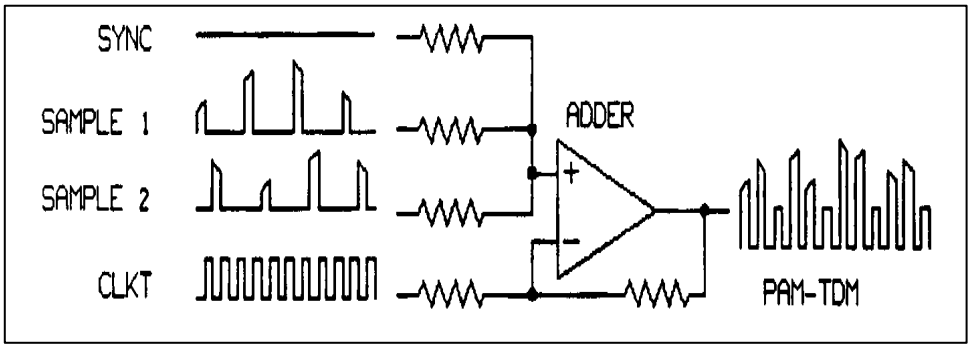
الشكل (3-9) الإشارتين ويمكنك تتبع علاقات التزامن بين مختلف الإشارات باستخدام الراسم



الشكل(٣- ٩)

٢٢- يقوم الجامع (ADDER) بدمج إشارة (PAM) من كلي المصدرين (M1وM2)لتشكيل إشارة الـ(PA)

M-TDM) كما يقوم الجامع بطرح إشارة (CLCKT) من المداخل الأخرى فعندما تكون (CLCKT) مرتفعة تكون كافة المداخل عند الصفر و يكون إنتاج الجامع تحت السطح(الصفر) وتكون نبضات (PAM) موجودة عندما تكون (CLCKT) عند الصفر و يقوم هنا الجامع بإنتاج نبضات موجبه هي عينات الـ(PAM) ويكون الحد الأدنى لارتفاع النبضات هو الـ(PEDESTAL) عند (0 Vdc) والشكل(3-10) يبين عمل الجامع (ADDER)



الشكل(3-10)

٢٣- قم بتوصيل القناة (١) مع (CLCKT)الداخلة إلى الجامع وقم بتوصيل القناة (٢) مع مخرج الجامع وقم بتوصيل طرف القادح الخارجي للراسم مع مخرج (SAMPLER1) ثم اضبط مفتاح الزمن للراسم على (10µs/DIV) والقناتين(١و٢) على(2V/DIVو5V/DIV) والقادح على (EXT.TRIG) قدح خارجي

- لماذا تظهر نبضات (CLCKT) تحت الصفر عند مخرج الجامع (ADDER)؟

.....

٢٤- احسب الكسب (Av) للجامع الممثل بالشكل (3-12) إذا كانت جميع المقاومات = (10kΩ)

١- عبر مداخل العينات

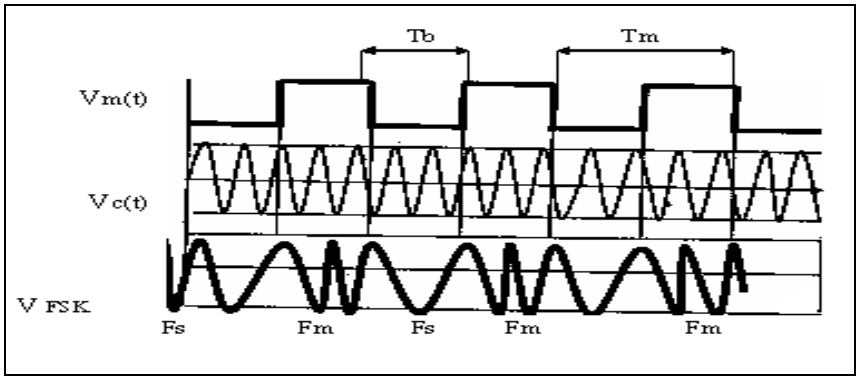
٢- عبر مدخل (CLCKT)

Av = ?

Av= ?

٢٥- اضبط مفتاح الزمن للراسم على(50 µs/DIV) ووصل القناة(1)مع مخرج (SAMPLER1) والقناة (٢) مع خرج الجامع قم بقياس سعة أعلى نبضه في إشارة (PAM) على القناة (1) الشكل(3-13)

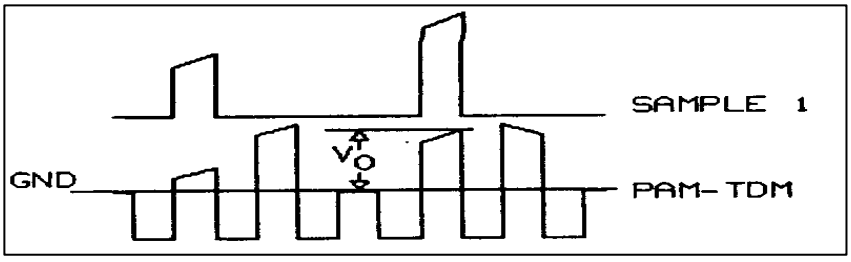
Vi = V



الشكل (3-11)

- ثم قس سعة نفس النبضة الجزء الذي فوق الصفر على القناة (٢) على مخرج الجامع الشكل(3-14)

Vo =



الشكل(3-12)

٢٦- احسب معامل الكسب (Av) من خلال قيم (Vo, Vi) التي حصلت عليها

Av= ?

التجربة الثانية

استقبال إشارة PAM بطريقة التجميع بالتقسيم الزمني

PAM – TDM (Reception)

الأهداف:

١. معرفة كيفية تلقي إشارات التزامن من (PAM-TDM).
٢. معرفة التزامن بين المقاطع الزمنية (time slots) لمرحلة الإرسال والاستقبال.
٣. معرفة كيفية الكشف عن إشارة (PAM-TDM) وكيفية تلقي الإشارة المرسلة .

الشرح:

في دائرة الاستقبال نسعى أولاً لفرز شرائح الـ (frame) ثم استرجاع كل معلومة لوحدها مرة أخرى. حيث نلاحظ كما في الشكل (٤- ١):

وجود مقارن موجب وسالب ووظيفة هذين المقارنين هو إعطاء إشارة خاصة لـ slot) (counter عند بداية كل (frame) فإذا تعرف على بداية (frame) جديد قام بعمله- وقد مر معنا في الدرس السابق – فيبدأ (slot counter) بإرسال إشارات أخذ العينات على الترتيب (H1)و (H2) على أن يكون هناك فاصل زمني بعدها ، ويكون متزامناً مع الإشارة المستقبلة فيكون (H1) متزامناً مع (S1) الذي في دائرة الإرسال و (H2) مع (H2).

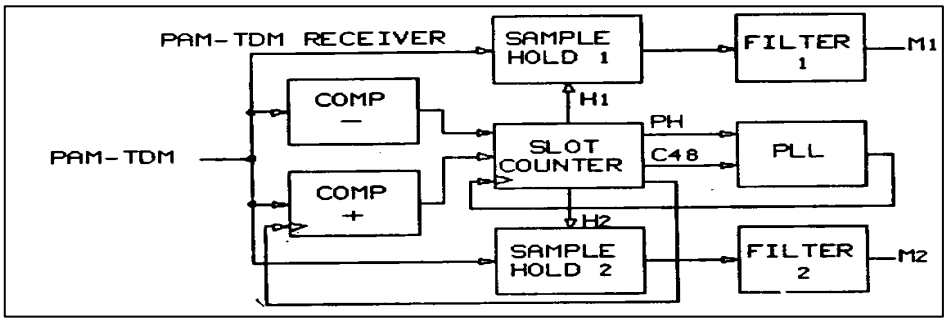
و بعدها يقوم (SAMBELR1) باسترجاع المعلومة الأولى، و يقوم (SAMBELR2) باسترجاع المعلومة الثانية، و هكذا.

و دائرة (PLL) وظيفتها المراقبة وفي حالة وجود أي تأخير زمني تقوم بعملية إزاحة حتى تعيد عملية التزامن.

الأجهزة المطلوبة :

١. وحدة تمارين الاتصالات الرقمية (Digital Communications Unit)

٢. جهاز راسم الذبذبات ذو قناتين (Oscilloscope)

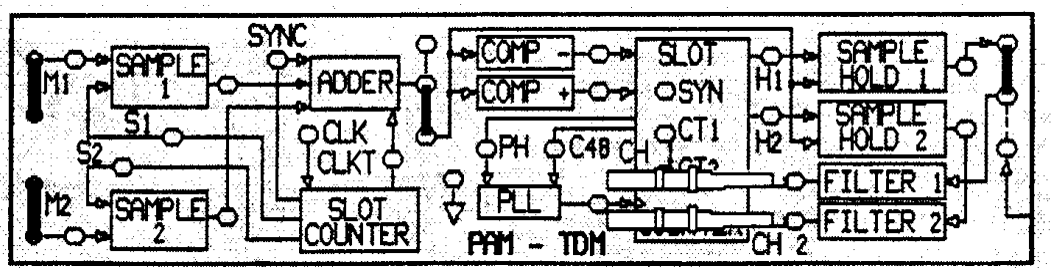


الشكل (4-1) (PAM-TDM RECEIVER)

خطوات التجربة :

- الشكل (4-1) يمثل الأجزاء المكونة لعملية (PAM-TDM) لمرحلة الاستقبال وسوف ندرس في هذه التجربة العمليات التي تتم على الإشارات المستقبلة وتزامنها مع بعضها البعض وتزامن مرحلة الاستقبال مع مرحلة الإرسال السابقة لها.

١- على دائرة (PAM-TDM) الموضحة في الشكل (4-2)قم بإدخال أربع وصلات مزدوجة بين كل من(M1-SAMPLER1) (M2-SAMPLER 2) (ADEER- COMP) (SAMPLE&HOLD 1- FILTER 1) وقم بتوصيل القناة (١) للراسم مع مخرج المرشح (١) والقناة (٢) مع مخرج المرشح (٢) واضبط القناتين على (2V/DIV) ومفتاح الزمن على(0.5ms/DIV) والقادح على القناة (١)



الشكل(4-2)

٢- أثناء مراقبتك للراسم قم بإزالة الوصلة التي تربط (M2)في دائرة الإرسال ثم أعدها مرة أخرى.

اضبط قادح الراسم على القناة(٢) ثم كرر العملية مع (M1) هل تتم إعادة تشكيل الإشارة (M١) بواسطة المرشح(١) والإشارة (M٢) بواسطة المرشح (٢)ولماذا؟

.....

.....

٣- قم بتوصيل القناة (٢) مع الإشارة (M١) في دائرة الإرسال والقناة (١) تبقى كما هي عند مخرج المرشح (١) وقس سعة الإشارة(M١) على القناة (٢) وسعة الإشارة المعاد تكوينها بواسطة المرشح (١)

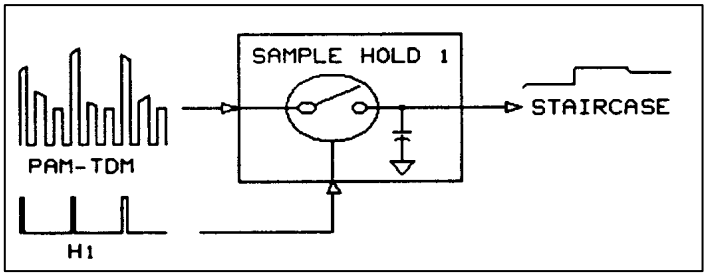
Vi = V

Vo = V

٤- احسب كسب الجهد الكلي لنظام (PAM-TDM) السابقة

AV =

٥- وصل القناة(٢) مع مخرج الجامع لترى الإشارة (PAM-TDM) والقناة (١) مع مخرج ماسك العينة(SAMPLE & HOLD1) واضبط مفتاح الزمن على (50ms/DIV)والقادح على القناة(١) واضبط القناتين على الوضع(GND) وضعهما على خط الصفر لشاشة الراسم وراقب الإشارة التي تظهر على القناة (١) وهي عبارة عن إشارة متدرجة مولدة من عينات إشارات (PAM) (M1) وتسمى هذه الحالة للإشارة (السلمية) (Staircase) وسوف يتغير مخرج ماسك العينة (SAMPLE & HOLD1) فقط عندما يكون(H1) (وهو تردد أخذ العينات لهذه الدائرة) مرتفعاً (مفتاح التشغيل مغلق) وعندما يكون (H1)منخفضاً (مفتاح التشغيل مفتوح) يقوم المكثف بالاحتفاظ بقيمة العينة حتى يأتي الدور للعينة التالية الشكل (4-3) يوضح هذه الدائرة.



شكل (4-3)

تحدث نبضة أخذ العينات (H1) في المقطع الزمني (١)(Time slot 1) ويقوم بتلقي عينات الإشارة(M1) التي أخذت بواسطة نبضة أخذ العينات (S1) في مرحلة الإرسال.

تحدث نبضة أخذ العينات (H2) في المقطع الزمني (2)(Time slot 2) ويقوم بتلقي عينات الإشارة(M2) التي أخذت بواسطة نبضة أخذ العينات (S2) في مرحلة الإرسال.

٦- وصل القناة(٢) مع (H1) واضبطها على (2V/DIV) والزمن على (20μs/DIV) هل تتغير حالة خرج ماسك العينة(SAMPLE&HOLD1) عندما يصبح(H1) مرتفعاً (HIGH) ؟

.....

.....

٧- قم بقياس عرض النبضة (H1) TH1 = μs

٨- اضبط القناة(١) على خط الأرضي للشاشة مع القناة (٢) للمقارنه بين الإشارتين ووصل القناة (١) مع (S1) واضبطها على (5V/DIV) ولاحظ التزامن بين (S1) و(H1) حيث يبدأ (H1) مع بداية (S1).

٩- قم بقياس عرض النبضة (S1) TS1 = μs

١٠- يتضح من القياسات السابقة أن عرض (H1) يساوي نصف عرض (S1) وذلك لكي نضمن أن العينات التي نأخذها بواسطة (H1) تكون صحيحة لأن (H1) يأخذ العينة من عينة أيضاً من الـ(PAM) والخروج عن حدود عينة الـ(PAM) يعني أننا نحصل على قيمة غير صحيحة .

١١ –سوف يتم تمكين (CM) الآن ولاحظ التغير الذي يحدثه على (H1)

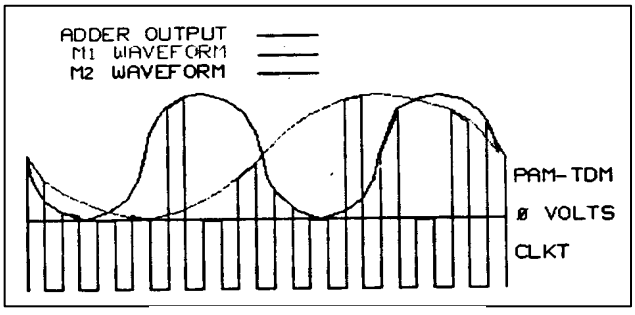
.....

١٢- وصل القناة (١) مع مخرج ماسك العينة(١)والقناة (٢) مع خرج المرشح (١) سوف تقوم (CM) الآن بتغيير تردد القطع للمرشح(١) من (2.6KHZ) إلى(7.7KHZ) كرر تفعيل (CM) وإلغاءه

- لماذا أصبح خرج المرشح (١) مشوشاً بعد هذا التغيير ؟

.....

و يقوم جهاز الإرسال بوضع ساعة التوقيت (CLKT) تحت السطح(الصفر) وأثناء كل مقطع زمني (Time slot) يرتفع الشكل المتموج لـ(PAM-TDM)على الأقل إلى الصفر(فولت) أو مايسمى بـ (PEDESTAL) والشكل (4-6) يوضح هذا



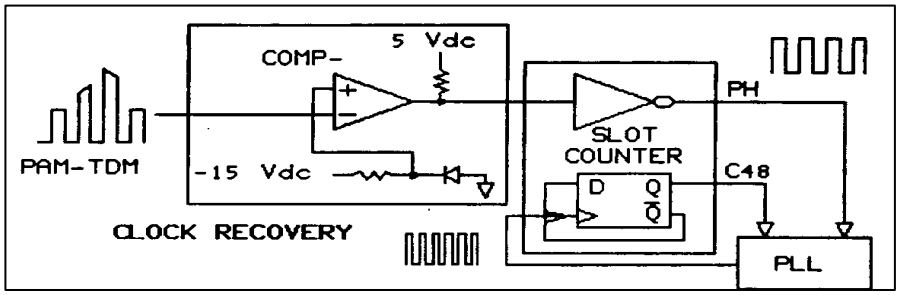
الشكل(4-4)

- كم دورة (CLKT)ترسل خلال كل مقطع زمني ؟

.....

١٣- كيف نحصل على إشارة الساعة من البيانات المرسلة (PAM-TDM) ؟

- يقوم المقارن(-COMP) بمقارنة إشارة الـ(PAM-TDM) مع جهد مرجعي مقداره(0.7V-) ونتيجة المقارنة تحدد وضع مخرج المقارن فعندما تزيد قيمة إشارة الـ(PAM-TDM) عن الجهد المرجعي للمقارن تتحول حالة المخرج من جهد منخفض (LOW) إلى جهد عال(HIGH) وبالتالي فإن كل نبضات الـ(PAM-TDM) سوف تتسبب في إحداث تحول لحالة مخرج المقارن وبالتالي نحصل على تردد مساوٍ لتردد إشارة الـ(PAM-TDM) والتي ترددها يساوي تردد ساعة الإرسال وبذلك نكون قد حصلنا على الساعة (CLKT) والشكل (4-7) يوضح هذه الدائرة



الشكل(4-5)

١٤- على دائرة (PAM-TDM) قم بإدخال أربع وصلات مزدوجة بين كل من(M1-SAMPLER1) (SAMPLE&HOLD 1- FILTER 1) (ADDER- COMP) (M2-SAMPLER 2) وقم بتوصيل القناة (١) مع مخرج الجامع والقناة (٢) مع مخرج(-COMP) واضبط كلتا القناتين على (5V/DIV) والزمن على (10µs/DIV)

- هل إشارة (PAM-TDM) ثابتة تحت السطح (الصفر) ؟

.....

- قم بقياس الفترة الزمنية لإشارة (PEDESTAL)(T) على القناة (١) ومنه احسب ترددها

T = ms Fpam = KHZ

١٥- هل تقوم الساعة التي يتم تلقيها على القناة (٢) بتغيير الأوضاع في كل مرة تعبر فيها إشارة الـ (PAM-TDM) الجهد المرجعي (0.7V-) ؟

.....

- قم بقياس الفترة الزمنية لإشارة الساعة المعاد اكتشافها عند مخرج المقارن(السالب) على القناة (٢) ومنه احسب ترددها

T = ms Fcomp = KHZ

- ما العلاقة بين إشارة الـ (PAM-TDM) وإشارة مخرج الـ (COMP-) ؟

١٥- قم بتوصيل القناة (١) إلى مدخل ساعة التوقيت (CLKT)في دائرة الجامع الموجود في جهاز إرسال الـ (PAM-TDM) ولاحظ العلاقة بين إشارة (CLKT) ومخرج الـ (COMP-)

.....

- كما لاحظت من الشكل(4-6) المقارن(السالب) يقود عاكس في دائرة عداد المقاطع لمرحلة الاستقبال وهو يعمل كعازل ويقوم هذا العاكس أيضا بعكس إشارة الساعة التي حصلنا عليها بواسطة التنسيق (COMP-) وذلك لخلق مرجع للطور(PH) لدائرة الـ(PLL) .

- هل ستكون (PH) في نفس الطور مع ساعة المرسل (CLKT)؟

.....

١٦- وصل القناة (١) مع خرج المقارن(السالب) والقناة(٢) مع الطرف (PH) واضبط القادح على القناة(٢)ثم لاحظ التردد(PH) على القناة (٢) وقم بلمس المقارن (السالب) (COMP-) بإصبعك وصف ماذا يحدث لإشارة (PH) عند لمس مخرج المقارن

.....

- تقوم دائرة(PLL)بالمقارنة بين الإشارة (PH) وبين ساعة المستقبل (48KHZ) (C48) وتضبط التردد الناتج منها بحيث توائم بين دخليها(PH) و(C48) .

١٧- وصل القناة(١) إلى الطرف (C48) والقناة (٢) إلى الطرف (PH) المس خرج المقارن (السالب)

- هل تأثرت إشارة (C48) وهل هماً معا في نفس الطور ولهما نفس التردد ؟

.....

١٨- دائرة (PLL) تغذي عداد المقاطع في مرحلة الاستقبال بالساعة (CLOCK) وهو بدوره يجزئ هذا التردد لكي ينتج إشارة (C48) ودائرة (PLL) تضبط ترددها بحيث تبقي (C48) و (PH) معاً في نفس الطور ويكون تردد(PLL) ضعف تردد (PH).

١٩- أزل إشارة (PAM-TDM) من المستقبل وذلك بنزع الوصلة المزدوجة التي في خرج الجامع

- لماذا تغير خرج (PLL) ؟

.....

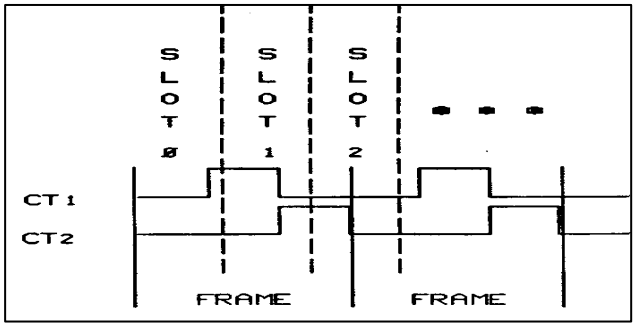
- في الجزء القادم من التجربة سوف نراقب كيف يولد عداد المقاطع (H1) و(H2) بالتزامن مع (S1) و(S2) وكيف يحدد جهاز الاستقبال المقطع رقم صفر(SLOT 0) الذي يحمل نبضة التزامن (SYNC PULS) والتي يتم عن طريقها التزامن بين الإرسال والاستقبال .
- حيث يواجه عداد المقاطع في مرحلة الاستقبال إشارة (PAM-TDM) من خلال المقارنين السالب (-COMP) والموجب(+COMP)

٢٠- على دائرة (PAM-TDM) الموضحة في الشكل (4-2)قم بإدخال أربع وصلات مزدوجة بين كل من(M1-SAMPLER1) (M2-SAMPLER 2) (ADEER- COMP) (-1 SAMPLE&HOLD FILTER 1) ثم وصل القناة (١) إلى الطرف (S1) في مرحلة الإرسال والقناة(٢) إلى (H1) في مرحلة الاستقبال واضبط الراسم للقناتين على (5V/DIV) والزمن على(20µS/DIV) والقادح على القناة (٢) -هل يحدث(H1) عندما يكون (S1) فعالاً؟

.....

٢١- يقوم العداد الداخلي لجهاز الاستقبال بتوليد اثنين من القواطع المشفرة (CT2&CT1) والتي تقوم بتقسيم الإطار(Frame) إلى ثلاثة مقاطع زمنية.

فعندما تكون(CT2&CT1) منخفضتين (٠,٠) يكون المقطع هو(SLOT 0) وعند(٠,١)يكون المقطع هو(SLOT 1) والذي يحمل عينة من (M1) وعند(1,0) يكون المقطع هو (SLOT 2) والذي يحمل عينة من (M2) والشكل(4-6) يوضح هذا التقسيم



الشكل (٤- ٦)

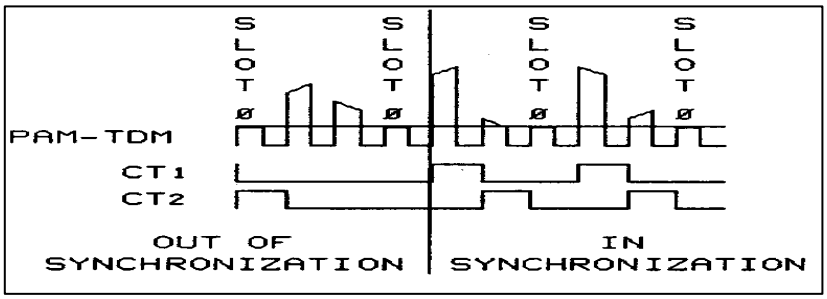
٢٢- وصل القناة (١) إلى الطرف خرج عداد المقاطع (SYN) في دائرة المستقبل والقناة (٢) إلى الطرف (CT2) واضبط قادح الراسم على القناة(١)
- هل (CT2) منخفضة (LOW) خلال تواجد نبضة (SYN) ؟

.....

٢٣- حرك القناة (٢) إلى الطرف (CT1) هل(CT1) و(CT2) منخفضان عندما يكون (SYN) موجوداً؟

.....

الشكل (4-7) يوضح التزامن بين هذه الإشارات في الحالتين التزامن وعدم التزامن



الشكل(4-7)

٢٤- أزل الوصلتين المزدوجتين اللتين تربطان(M1 وM2) بالدائرة .وسوف تفعل الآن (CM) هل نبضة (SYN) موجودة عندما يفعل (CM)؟

.....

٢٥- استخدم القناة (٢) لمتابعة (CT1) و(CT2) وماهو المقطع (TIME SLOT) الذي تقوم بعده (CT1) و(CT2) عندما تكون (CM) نشطة ؟

.....

٢٦- عندما يلغى (CM) ويصبح غير فعال (يمكنSYN) هل يعاود (CT1) و(CT2) العد ؟

.....

٢٧- يواجه المقارن الموجب (COMP+) قناة الـ(PAM-TDM) ويولد هذا المقارن خانة واحدة عندما تكون إشارة (PAM-TDM) فوق الـ(PEDESTAL) وعداد المقاطع للمستقبل يستخدم هذا المقارن لكي يحدد متى يقوم المرسل بإرسال المقطع رقم(٠) ويولد نبضة التزامن (SYN).

- المقارن الموجب يقارن بقيمة مرجعية مقداره (1.5V+) وبالتالي سوف ينتج إشارة مع كل عينة تتعدى هذه القيمة من عينات الـ(PAM-TDM) وهما فقط عينات(M1و M2) أما نبضة (SYNC) فلن تتعدى الصفر وبذلك يتم تحديد المقطع الخاص بها بهذه الطريقة وهو المقطع (SLOT 0) .

٢٨- وصل القناة (١) إلى خرج الجامع والقناة (٢) إلى خرج المقارن(COMP+) واضبط القادح للراسم على القناة (٢) وهل هناك نبضات على مخرج المقارن عندما تعبر إشارة الـ(PAM-TDM) القيمة(1.5V) ؟

.....

٢٩- أعد توصيل (M2) إلى الدائرة في المرسل ووصل القناة (١) مع مخرج الجامع واضبط زمن الراسم على (20μS/DIV) وسوف تلاحظ أن العينة التي في (SLOT 2) يتغير طولها باستمرار وذلك لأنها هي الوحيدة الموصلة بينما (M1) غير موصلة حتى الآن

٣٠- ماهو المقطع الذي لايمكن أن يوجد عليه نبضة تتعدى (1.5V) ولماذا ؟

.....

٣١- وصل القناة (١) إلى الطرف (SYN) للمستقبل والقناة (٢) إلى مخرج الجامع واضبط قادح الراسم على القناة (٢) إن التغير الذي تشاهده الآن على القناة(٢) هو بسبب اختلاف أطوال العينات المأخوذة من (M2) ثم لاحظ أن نبضة(SYN) تحدث في نهاية المقطع (SLOT 0).

٣٢- وصل القناة(٢) إلى (S1) في المرسل والقناة (١) إلى (H1) في المستقبل ثم حدد متى يكون (H1) مرتفعاً (HIGH) بالنسبة لـ(S1)

.....

٣٣- أزل وأعد الوصلة المزدوجة التي في مخرج الجامع حتى تقطع الإرسال ثم تعيده أكثر من مرة

- هل يبقى المستقبل متزامناً عندما نقطع الإرسال ؟

.....

٣٤- وصل القناة (٢) مع مخرج المرشح (٢) ولاحظ الإشارة الناتجة وكرر العملية مع المرشح(١)

أساسيات الاتصالات الرقمية - عملي

تعديل شفرة النبضات

الوحدة الثالثة : تعديل شفرة النبضات

Pulse Code Modulation
(PCM)

الجدارة: التعرف على طرق تعديل سعة النبضات. تحتوي الوحدة على تجربتين هما :

- التجربة الأولى: توليد وكشف إشارة تعديل شفرة النبضات.
- التجربة الثانية: إرسال إشارة الـ(PCM)بطريقة (TDM).

يتعرف المتدرب في التجربة الأولى على:

- تحويل الإشارة التماثلية إلى إشارة رقمية خلال الـ(PCM).
- كيفية كشف إشارات الـ(PCM).
- قراءة وحل شفرات إشارات الـ(PCM).

أما في التجربة الثانية فيتعرف على:

- عملية إرسال إشارات الـ(PCM)بطريقة (TDM).
- علاقات التزامن بين الترددات المستخدمة في الدوائر.
- عملية الإرسال المزدوج (FULL DUPLEX) في الـ(PCM).

الأهداف: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪ بإذن الله.

الوقت المتوقع: ٦ ساعات

الوسائل المساعدة: معمل أساسيات الاتصالات الرقمية. كتب ومراجع في الميدان.

متطلبات الجدارة: أن يكون المتدرب قد اجتاز مقرر الدوائر الكهربائية.

التجربة الأولى

توليد وكشف إشارة تعديل شفرة النبضات

PCM Signal (Generation & Demodulation)

الأهداف:

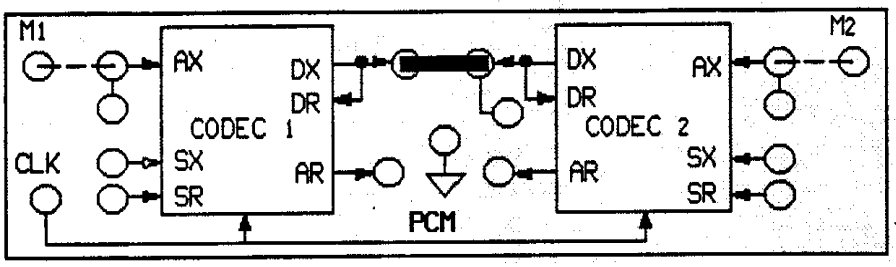
١. التعرف على تحويلات الإشارة التماثلية إلى إشارة رقمية خلال عملية الـ(PCM).

٢. التعرف على كيفية كشف إشارات الـ(PCM).

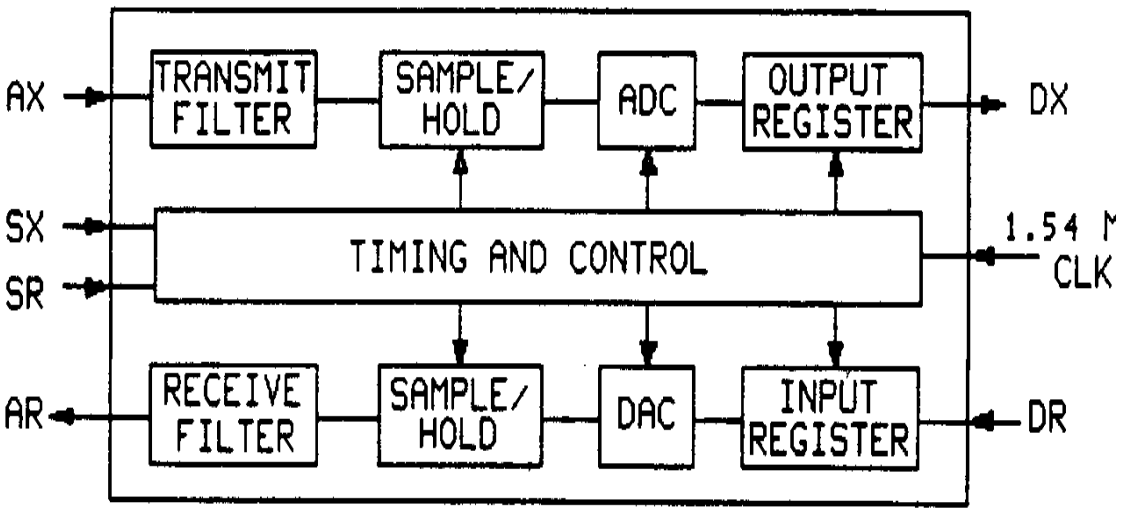
٣. معرفة قراءة وحل رموز إشارات الـ(PCM).

الشرح:

كما تشاهد في الشكل(٥- ١) فإن الدائرة التي تقوم بعملية التشفير تسمى (CODEC) و الشكل(٥- ٢) يبين التكوين الداخلي للدائرة، حيث عملية التحويل من الإشارة التماثلية(AX) إلى رقمية (DX) يتم من خلال أربع مراحل:

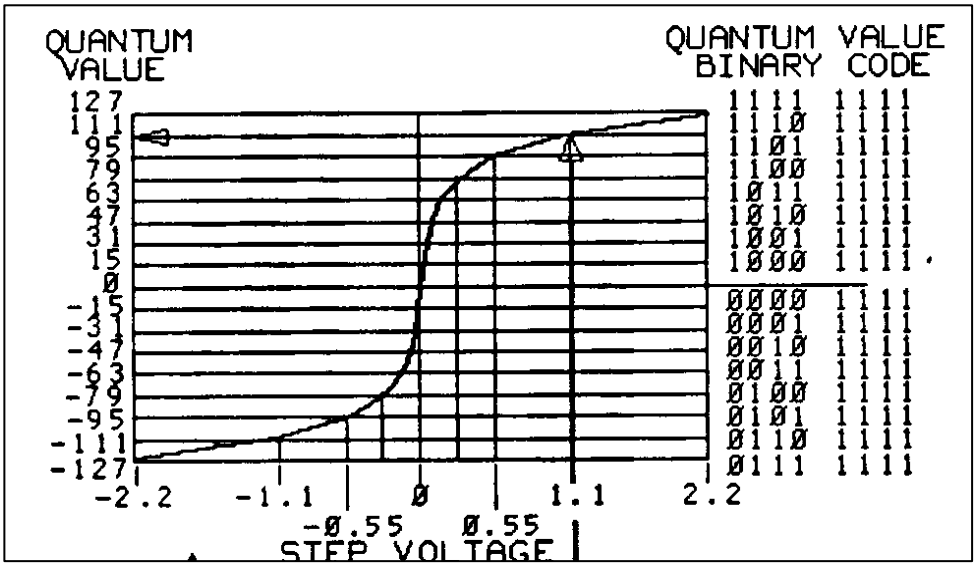


الشكل(5-1)



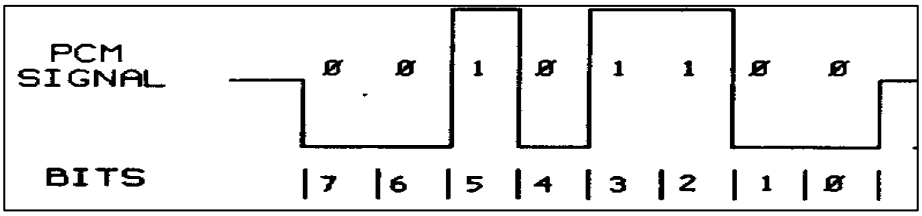
الشكل(5-2)

فأولا تدخل إشارة المعلومة على المرشح الذي يسمح بمرور إشارة المعلومة التي تكون متناسبة مع إشارة أخذ العينات (SX) والتي قيمتها هنا8KHz فإذا كانت الإشارة مناسبة تدخل على (SAMPLE&HOLD)- وقد سبق بيان كيفية عملة- حيث يقوم بتحويل الإشارة التماثلية إلى عينات. ثم يقوم محول الإشارة التماثلية إلى رقمية(ADC) بتحويل المستويات التماثلية والتي هي عبارة عن قيم جهد للإشارة المرسلة عند أزمنة متتالية ومستويات مختلفة لقيمتها فكل عينة يتم تحويلها إلى قيمة رقمية ثنائية مكونة من ثمان خانات(bit 8) تبدأ من(٠الى١٢٧+) للجزء الموجب من الإشارة الجيبية المرسلة ومن(٠الى127-) أي من (٠٠٠٠ ٠٠٠٠) إلى(١١١١ ١١١١) للجزء الموجب ومن (٠٠٠٠ ٠٠٠٠) إلى(٠١١١ ١١١١) وهذه العملية تسمى عملية(Quantization) والشكل (5-3) يشرح هذه العملية



الشكل (5-3)

- بعد ذلك يقوم مسجل الإزاحة بتحويل الإطارات الثنائية من حالة توازٍ إلى توالٍ (P/S) ويخرج بيانات الـ(PCM) كما في الشكل (5-4)



الشكل (5-4)

عملية الانضغاط والتمدد(COMPANDING):

هي العملية التي يتم فيها ضغط الإشارة في مناطق معينة وتمديدها في مناطق أخرى وتهدف هذه العملية إلى تحسين نسبة الإشارة إلى الضوضاء أثناء عملية الـ(PCM)

وفي هذه العملية تستخدم إحدى طريقتين :

ا- A-law وهي الطريقة المستخدمة في أوروبا وفي هذه الطريقة يتم عكس الخانات (6,4,2,0) للشفرة الثنائية للـ(PCM) مثلاً الشفرة الثنائية المقابلة للكمية (127-) هي (1111 0111) وباستخدام هذه الطريقة تصبح الشفرة (1010 0010).

ب- μ-law وهي المستخدمة في أمريكا الشمالية واليابان ويتم في هذه الطريقة عكس الخانات (6,5,4,3,2,1,0) للشفرة الثنائية للـ(PCM) مثلا الشفرة الثنائية المقابلة للكمية (127-) هي (0111 1111) وباستخدام هذه الطريقة تصبح الشفرة (0٠00 0٠00).

ويجب أن تتذكر أن الخانة الأخيرة يساراً (الخانة الأعلى أهمية) (MSB) تمثل إشارة القيمة فإذا كانت (٠) فهذا يعني أن القيمة سالبة والعكس صحيح والجدول في الشكل (5-5) يوضح الطريقتين

QUANTUM	QUANTUM BINARY CODE	μ-LAW BINARY CODE	A-LAW BINARY CODE
127	1111 1111	1000 0000	1010 1010
111	1110 1111	1001 0000	1011 1010
95	1101 1111	1010 0000	1000 1010
79	1100 1111	1011 0000	1001 1010
63	1011 1111	1100 0000	1110 1010
47	1010 1111	1101 0000	1111 1010
31	1001 1111	1110 0000	1100 1010
15	1000 1111	1111 0000	1101 1010
0			
-15	0000 1111	0111 0000	0101 1010
-31	0001 1111	0110 0000	0100 1010
-47	0010 1111	0101 0000	0111 1010
-63	0011 1111	0100 0000	0110 1010
-79	0100 1111	0011 0000	0001 1010
-95	0101 1111	0010 0000	0000 1010
-111	0110 1111	0001 0000	0011 1010
-127	0111 1111	0000 0000	0010 1010

الشكل (5-5)

أما عملية الاستقبال فيتم أولاً تحويل الرقم الثنائي المستقبل(DR) إلى إشارة تماثلية (AR) وذلك بالقيام بعملية عكسية لعملية الإرسال حيث يقوم مسجل الإزاحة بتحويل الإشارة من حالة توالٍ إلى توازٍ (S/ P) ثم يحولها من رقمية إلى تماثلية مرة أخرى باستخدام(DAC) ثم يتم أخذ العينات بواسطة (SAMPLE/HOLD) ثم يقوم المرشح باسترجاع الإشارة التماثلية الأصلية.

ويتضمن الشكل إضافة إلى ما تم تناوله في الخطوات السابقة دائرة هي الأهم في تنظيم العملية وهي دائرة المزامنة والتحكم (TIMING AND CONTROL) وهي تقوم بضبط تزامن جميع الخطوات التي تتم لجميع المراحل وتنتج إشارات التحكم في الدوائر الرقمية المكونة للمرحلتين وتعمل وفق تردد ساعة (CLK) مقداره (1.54 MHZ) وترددين (SR وSX) مقدارهما (8KHZ) .

الأجهزة المطلوبة :

١. وحدة تمارين الاتصالات الرقمية (Digital Communications Unit)
٢. جهاز راسم الذبذبات ذو القناتين(Oscilloscope)
٣. جهاز مولد الدوال(Function Generator)

خطوات التجربة :

١- على دائرة تعديل ترميز النبضه الـ(PCM) الموضحة في الشكل(5-1) **أدخل** وصلة مزدوجة بين المشفر (١) (codec 1) والمشفر(٢) (codec 2)

٢- وصل طرف مولد الإشارة (Signal Generator) إلى مدخل الإشارة التماثلية(AX)في(codec 1)

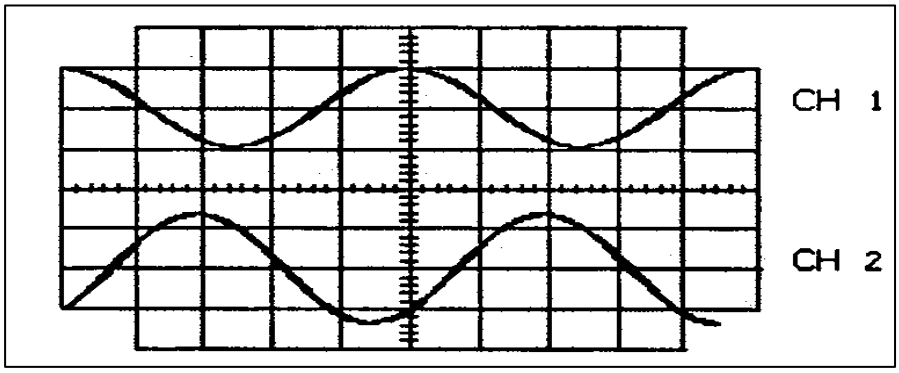
٣- اضبط مولد الإشارة بحيث يعطي الإشارة التالية (موجه جيبية سعتها (4Vp.p) وترددها(1KHZ)

٤- اضبط راسم الذبذبات على (2V/DIV)والزمن(0.2 ms/DIV) لكلتا القناتين ثم وصل القناة(١) مع (AX)على المشفر(codec 1) والقناة (٢) مع (AR)على المشفر (codec 2)

٥- شاهد الإشارتين على القناتين كما في الشكل(5-6) وأثناء ذلك قم بتغيير طفيف على الإشارة المرسلة

عند الطرف (AX) في التردد والسعة من خلال مولد الإشارة ولاحظ هل يتم تغيير مماثل على الإشارة المستقبلة عند الطرف(AR) في المشفر (٢) على القناة (٢) ؟

.....



الشكل(5-6)

٦- قم بزيادة تردد الإشارة المرسلة من خلال مولد الإشارة إلى(4KHZ) أي أكثر من (3.5KHZ) وهو الحد الأعلى لمرشح الإرسال ثم خفضه إلى(0.1KHZ) أي أقل من(0.2KHZ) وهو الحد الأدنى لمرشح الإرسال(مرشح الإرسال مرشح إمرار نطاق(BPF) يمرر الترددات المحددة فقط)

٧- صف التغيرات التي تحدث للإشارة المستقبلة عند(AR)على (codec 2) ولماذا حدثت ؟

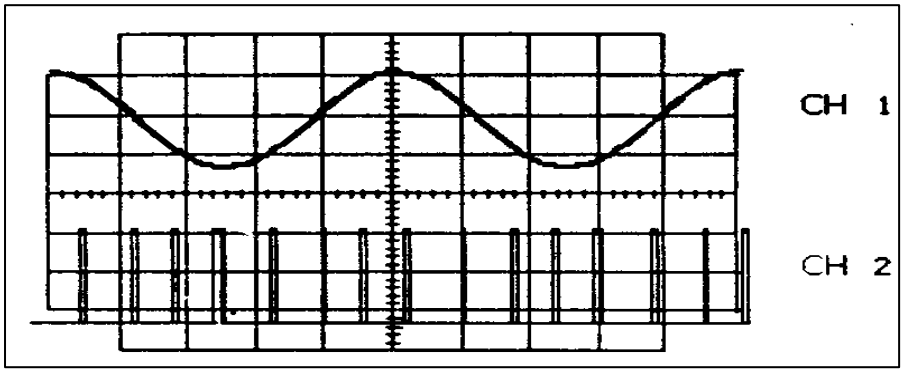
.....

٨- قم بفصل مولد الإشارة عن الدائرة ثم أدخل وصلة مزدوجة بين (AX) في المشفر(١) ومدخل الرسالة (M1) قس سعة هذه الإشارة وترددها

M1= Vp.p M1= KHZ

٩- وصل القناة (١) إلى الطرف (AX) للمشفر(١) والقناة(٢) للطرف (SX) للمشفر(١) واضبط القناتين على (2 V/DIV) والزمن على(0.2 ms/DIV)والقادح على القناة (١) شاهد الإشارتين الرسالة (M1)على القناة (١) وإشارة(SX) على القناة (٢) كما في الشكل (5-3)حدد وظيفة (SX)

.....

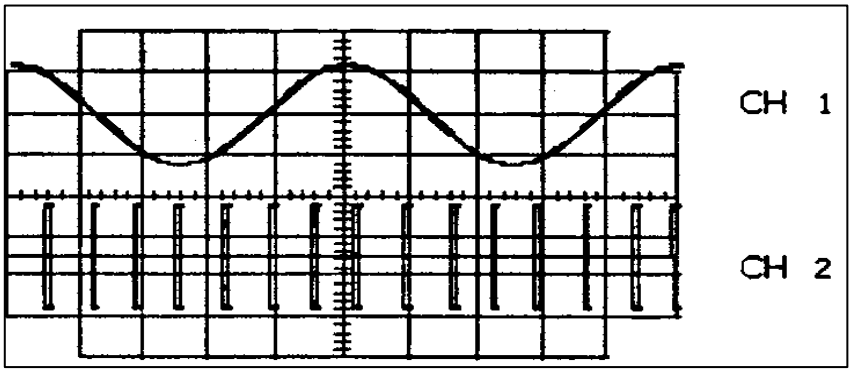


الشكل (5-7)

١٠- وصل القناة (٢) إلى الطرف (DR) في المشفر (٢) ماهي الإشارة التي تشاهدها الآن على القناة (٢)؟

.....

- ملاحظه(إن طريق الإرسال الرقمي (DX) وطريق الاستقبال الرقمي(DR)موصلان إلى المشفر(١) والمشفر(٢) ويسمح هذا التوصيل بعملية الازدواج الكامل التي سوف نتناولها في التمرين القادم وفي هذا التمرين ينبغي تجاهل طرف الخرج (DR) الخاص بالمشفر(١) وكذلك الطرف (DX) مدخل المشفر(٢) لأننا هنا نقوم بعملية إرسال من المشفر (١) إلى المشفر(٢) وفي هذه الحالة يكون الإرسال في اتجاه واحد.
- الشكل (5-4) يوضح الإشارات في هذه الحالة .



الشكل (5-8)

١١- اضبط مفتاح الزمن للراسم على (10µs/DIV) لكي تتمكن من تحديد تفاصيل الرموز الرقمية لإشارة الـ(PCM) قد تحتاج لتعديل مفتاح المستوى للراسم(LEVEL) حتى ترى الإشارة بوضوح .

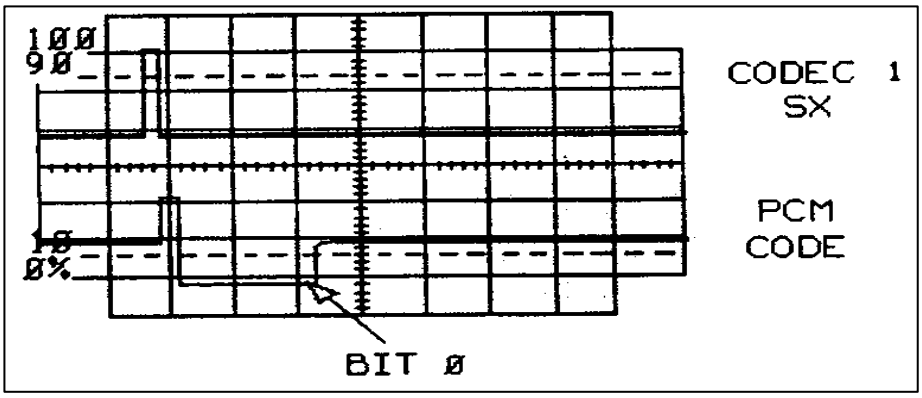
١٢- لماذا تكون شفرة الـ(PCM) مختلفة لكل إطار(Frame) علماً بأن طول الإطار (8 bit) ؟

.....

١٣- وصل القناة (١) إلى الطرف (SX) في المشفر(١) واضبط زمن الراسم على(50 µs/DIV) والقادح على القناة(٢) صف العلاقة التزامنية بين إشارة (SX) للمشفر (١) وإشارة الـ(PCM) على الطرف (DR) للمشفر (٢)

.....

والشكل (5-9) يمثل إشارتي الـ(PCM) و (SX) في هذه الحالة.



شكل (5-9)

١٤- وصل القناة (٢) إلى الطرف (SR) في المشفر (٢) فيما يختص بعلاقة البعض بالآخر تزامنياً متى تحدث إشارة (SX) للمشفر (١) وإشارة(SR)للمشفر(٢) ؟

.....

١٥- وصل القناة (١) مع الطرف(DR)على المشفر(٢) صف العلاقة الزمنية بين (SR) للمشفر(٢) وإشارة الـ(PCM)على الطرف(DR)للمشفر(٢)

.....

١٦- اضبط الراسم على(0.1 ms /DIV) والقادح على القناة (١) وصل القناة (١) مع (AR) في المشفر (٢) والقناة (٢) مع(DR)في المشفر (٢) .

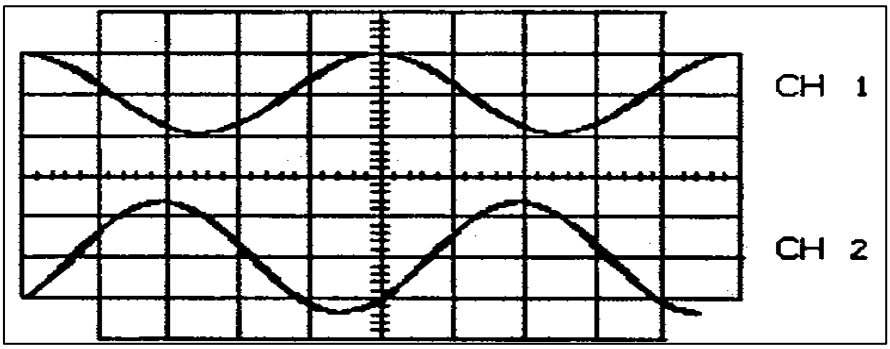
ماهي المتغيرات التي يمثلها كل إطار (Frame) من الـ(PCM) بالنسبة لـ(M1) ؟

.....

١٧- اضبط الراسم على (0.2 ms /DIV) ثم وصل القناة (٢) بطرف (AX) للمشفر(١) هل تردد الإشارة التماثلية المستقبلة على المخرج(AR) للمشفر(٢) مساوٍ لتردد الإشارة التماثلية المرسلة من المشفر (١) على المدخل(AX) الشكل(5-10) يوضح الإشارتين

- احسب تردد الإشارتين

F (AX) =……KHZ F (AR) =……..KHZ



الشكل (5-10)

التجربة الثانية

إرسال إشارة تعديل شفرة النبضات

P C M Signal (Time- Division Multiplexing)

الأهداف:

١. التعرف على عملية إرسال إشارات الـ(PCM)بطريقة (TDM)

٢. التعرف على علاقات التزامن بين الترددات المستخدمة في الدوائر

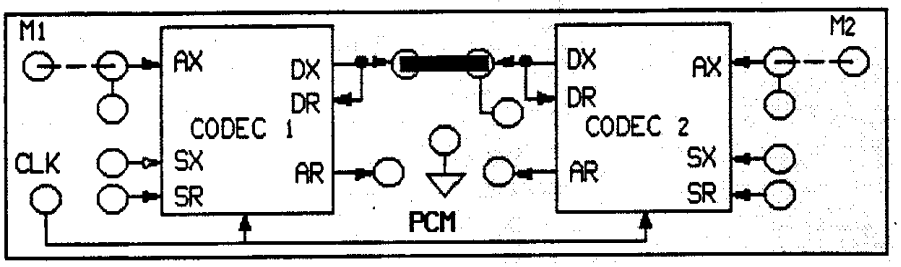
٣. التعرف على عملية الإرسال المزدوج (FULL DUPLEX) في الـ(PCM)

الأجهزة المطلوبة:

١. وحدة تمارين الاتصالات الرقمية (Digital Communications Unit)

٢. جهاز راسم الذبذبات ذو القناتين(Oscilloscope)

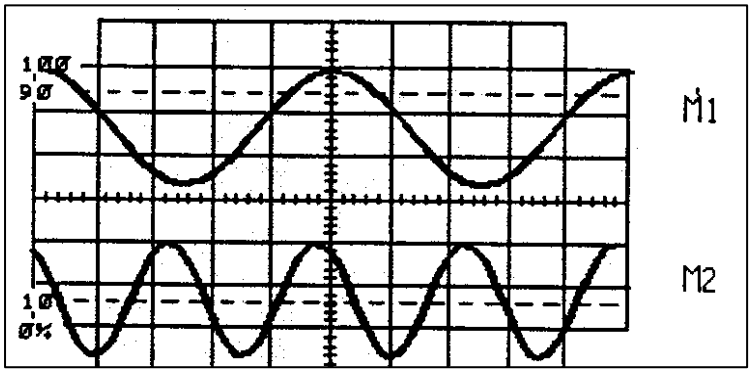
٣. جهاز مولد الدوال(Function Generator)



الشكل (6-1)

خطوات التجربة:

١- على دائرة الـ(PCM) الموضحة في الشكل (6-1) وباستخدام وصلات مزدوجة قم بتوصيل(M1-AX) للمشفر (١) و(M2-AX) للمشفر (٢) و (DX-DX) للمشفر(١) و(٢) ثم اضبط الراسم على (2 V/DIV) للقناتين والزمن على(0,2 ms/DIV) ثم وصل القناة(١)إلى المشفر(١) عند الطرف (AX) والقناة (٢) إلى المشفر(٢) عند الطرف (AX) وسوف تحصل على الإشارتين الموضحتين في الشكل (6-2) وهما إشارات الرسائل المراد إرسالهما بنفس الوقت على قناة مشتركة .



الشكل (6-2)

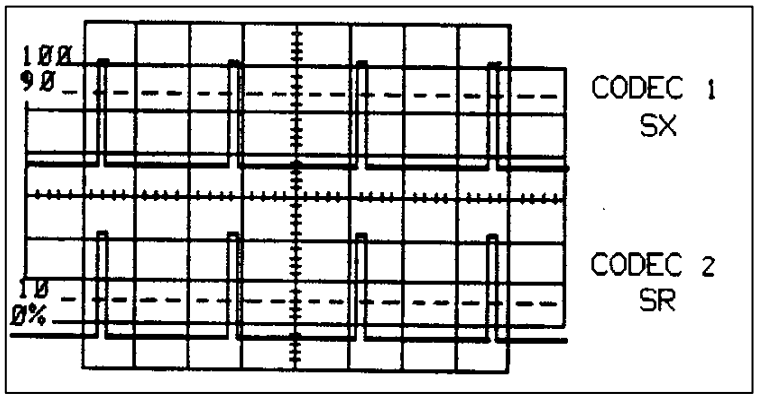
٢- قم بقياس القيم التالية :

M1 = Vp.p M1 = KHZ
M2 = Vp.p M2 = KHZ

٣- احسب نسبة(M2) إلى (M1):

FM2/FM1 =

٣- اضبط الزمن للراسم على(50 μ S/DIV) ثم وصل القناة(١) إلى الطرف(SX) للمشفر(١)و القناة(٢) إلى الطرف(SR) للمشفر(٢) وستشاهد الإشارتين كما في الشكل (6-3).



الشكل (6-3)

- هل تحدث الإشارة (SR) للمشفر(٢) في نفس الوقت الذي تحدث فيه إشارة (SX)للمشفر(١) وهل سيقوم المشفر(٢) بفك شفرةالـ(PCM) المرسلة من المشفر(١)؟

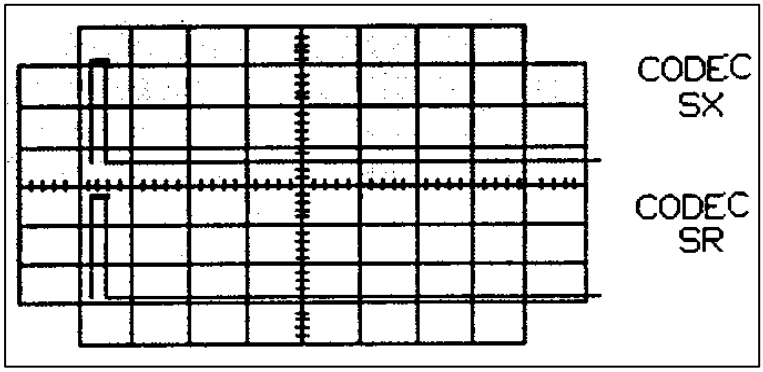
.....

٤- اضبط زمن الراسم على(0,2 ms/DIV) ثم وصل القناة (١) إلى (AX) على المشفر(١) والقناة (٢) على (AR) عند المشفر(٢)

- هل الإشارة المستعادة على القناة (٢) لها نفس ترددالاشاره المرسلة (M1) ؟

.....

٥- وصل القناة(١) إلى الطرف(SX) للمشفر(١) والقناة (٢) إلى الطرف (SR) للمشفر(٢) واضبط الراسم على زمن مقداره (2μS/DIV) وسوف تشاهد الإشارتين كما بالشكل(6-4)



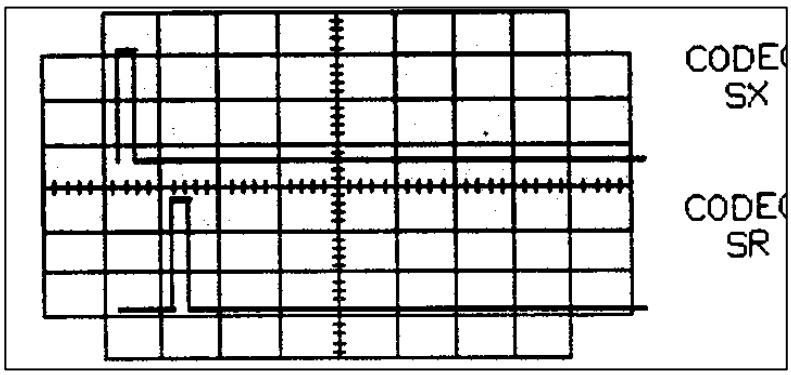
الشكل (6-4)

إذا تم تأخير الإشارة(SR) الواصلة إلى المشفر(٢)بمقدار ثلاث دورات ساعة (CLK)في اتجاه عقارب الساعة بعد الإشارة (SX) الواصلة إلى المشفر(١) فما هو التأثير الذي سيتركه التأخير على الإشارة المستردة (M1)؟

.....

٦- سيتم الآن تمكين (CM) للقيام بالتأخير المطلوب والشكل (6-5) يوضح هذا التأخير هل الإشارة (SR) الواصلة للمشفر(٢) تحدث في نفس الوقت الذي تحدث فيه الإشارة(SX) الواصلة إلى المشفر (١) ؟ بإمكانك تكرار تنشيط (CM) وإلغاؤه عدة مرات لتصبح التغيرات أكثر وضوحاً.

.....

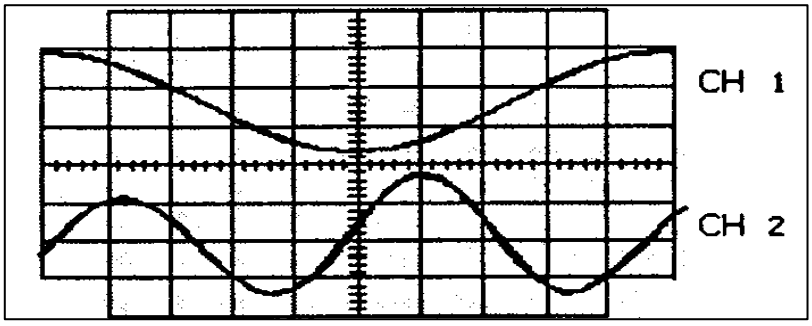


الشكل (6-5)

٧- يجب ضبط زمن الراسم على(0,1 ms/DIV) ثم وصل القناة(١) مع الطرف(AX)للمشفر(١)والقناة (٢) للطرف (AR) للمشفر(٢) وتأكد من القيام بتنشيط (CM) لتأخير (SR)والشكل (6-6) يوضح شكل الإشارات بعد تفعيل (CM).

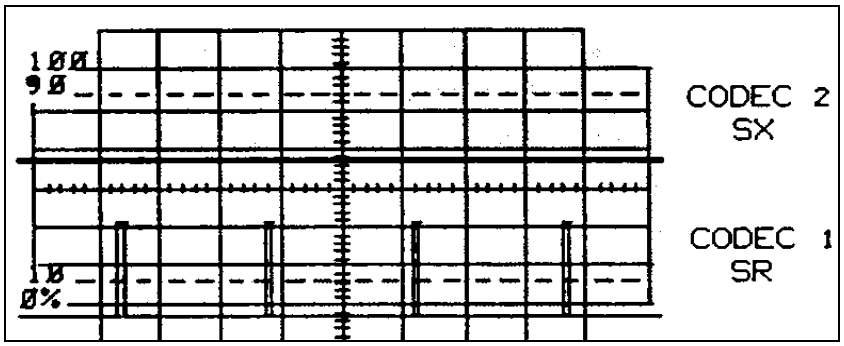
- هل إشارة الرسالة المستردة على القناة (٢) تمثل الإشارة (M1) المرسلة على القناة(١)؟

.....



الشكل (6-6)

٨- اضبط زمن الراسم على(50 µS/DIV)والقادح على القناة (٢)ثم وصل القناة (١) مع الطرف (SX) للمشفر(٢) والقناة (٢) مع الطرف (SR) للمشفر(١) شكل الإشارات موضح في الشكل (6-7).



الشكل (6-7)

٩- هل سيقوم المشفر(٢) بإرسال (M2) ؟

.....

١٠- ما نوع الإرسال الذي يتم بين المشفرين ؟

.....

١١- اضبط زمن الراسم على (20 µS/DIV) ووصل القناة(١) إلى (DR) للمشفر (٢) والقناة(٢) إلى الطرف(SR) للمشفر(١) وشاهد إشارة (M1-PCM) وإشارة (SR) للمشفر(١)

١٢- اضبط زمن الراسم على(0.2mS/DIV) والقادح على القناة(١) ثم وصل القناة (١) مع الطرف (AX) للمشفر(١) والقناة (٢) مع الطرف (AR) للمشفر(٢)

- هل الإشارة المستعادة على القناة(٢) لديها نفس تردد الإشارة المرسلة على القناة(١) ؟

.....

١٣- وصل طرف القادح الخارجي للراسم(.EX.TRIG) مع الطرف (AX) للمشفر(١) واضبط زمن الراسم على(20 µS/DIV) والقادح على(.EXT) وسيقوم (CM) الآن بتمكين الإرسال الكامل المزدوج (FULL DUPLEX)

١٤- وصل القناة (١) إلى الطرف(SX) للمشفر(١) والقناة(٢) إلى الطرف(SX)للمشفر(٢) الشكل(6-7) يوضح شكل الإشارات في هذه الحالة .

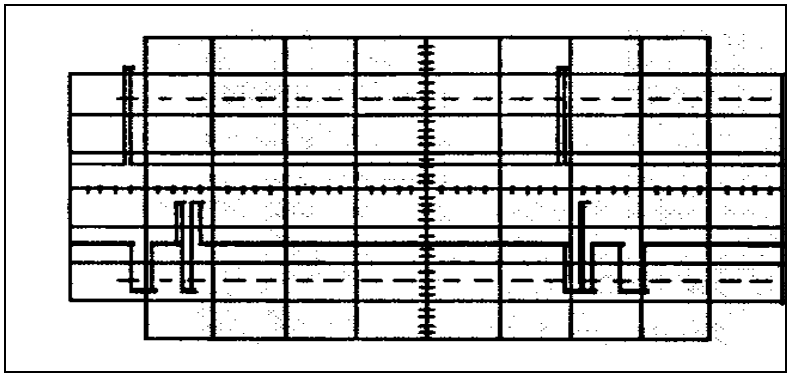
- هل سيقوم المشفر(١) بإرسال(M1) و المشفر(٢) بإرسال(M2) في مقاطع زمنية مختلفة ؟

.....

١٥- وصل القناة (٢) مع الطرف (DR) للمشفر(٢) والشكل (٦-٨) يوضح الإشارات.

ماسم الإشارة التي تشاهدها على القناة (٢) ؟

.....

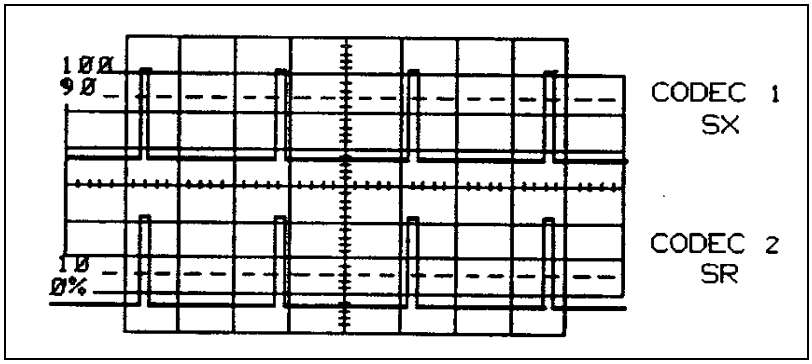


الشكل (6-8)

١٦- وصل القناة(٢)مع الطرف (SR) للمشفر(٢) هل سيفك المشفر(٢) شفرة (PCM-M1) ؟

.....

- الشكل (6-9) يوضح الإشارتين .



الشكل (6-9)

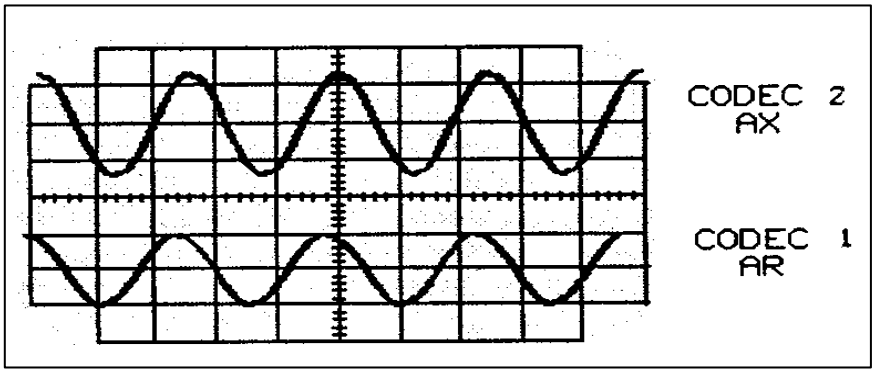
١٧- وصل القناة(١) إلى الطرف(SX) للمشفر(٢) والقناة(٢) إلى الطرف (SR) للمشفر(١)
هل سيقوم المشفر (١) بفك شفرة(PCM-M2) ؟

.....

١٨- اضبط زمن الراسم على(2ms/Div)ثم وصل القناة(١) إلى الطرف(AX) للمشفر(٢) والقناة(٢) إلى الطرف(AR) للمشفر(١) هل للإشارة المستعادة على القناة(٢) نفس تردد الإشارة المرسلة على القناة (١)؟

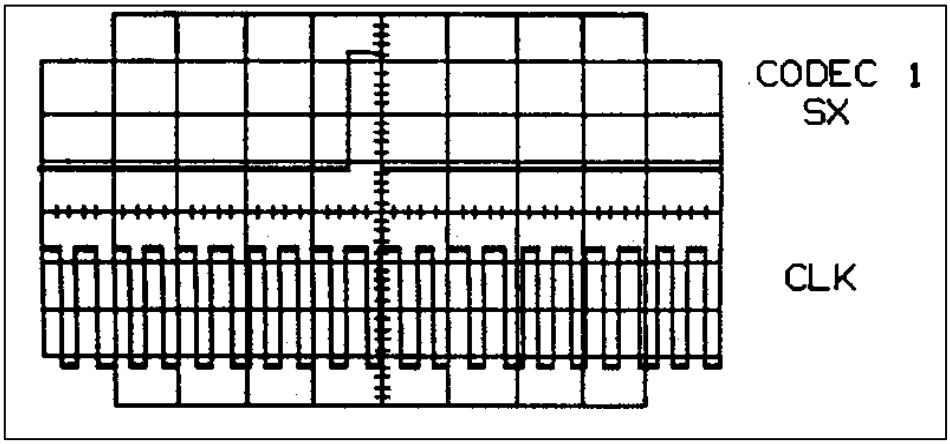
.....

- الشكل (6-10) يوضح الإشارتين



الشكل (6-10)

١٩- وصل طرف القادح الخارجي للراسم مع الطرف(AX) للمشفر(١) واضبط القادح للراسم على(.EXT) واضبط زمن الراسم على(1μS/DIV) ثم صل القناة (١) إلى الطرف (SX) للمشفر(١) والقناة (٢) إلى الطرف(CLK)ولاحظ الإشارتين. الشكل (6-11) يوضح الإشارتين



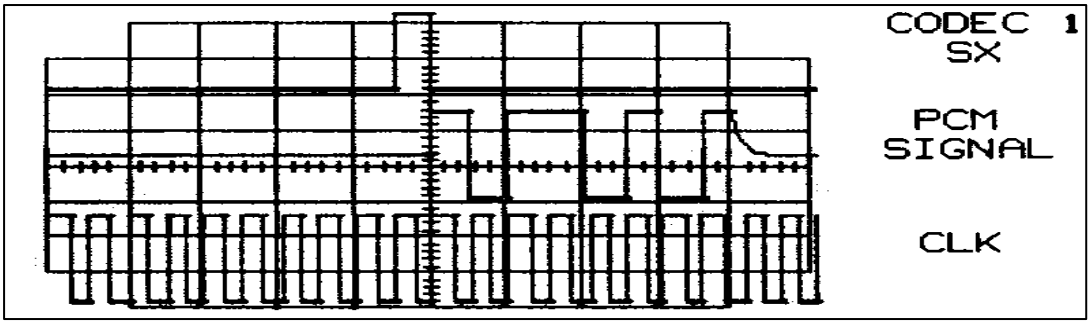
الشكل (6-11)

٢٠- قم بإجراء الضبط اللازم للراسم حتى تظهر الإشارات كما في الشكل (6-12).

- بعد كم دورة زمنية تحدث إشارة (SX) إشارة (CLK) التي في الشكل(6-12) للتوضيح فقط؟

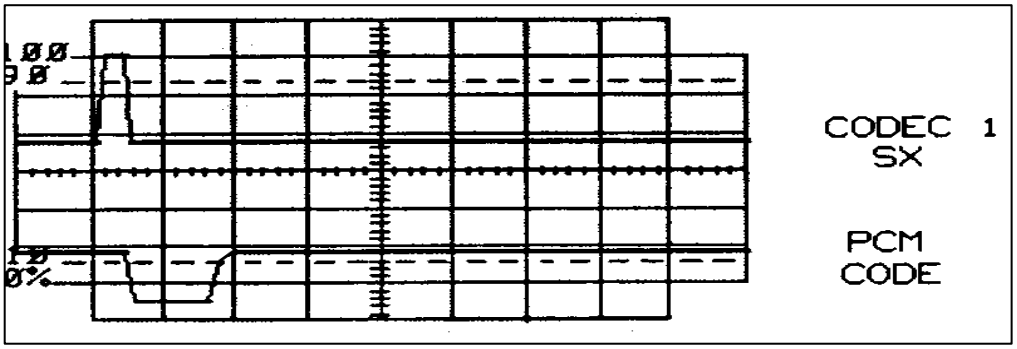
.....

.....



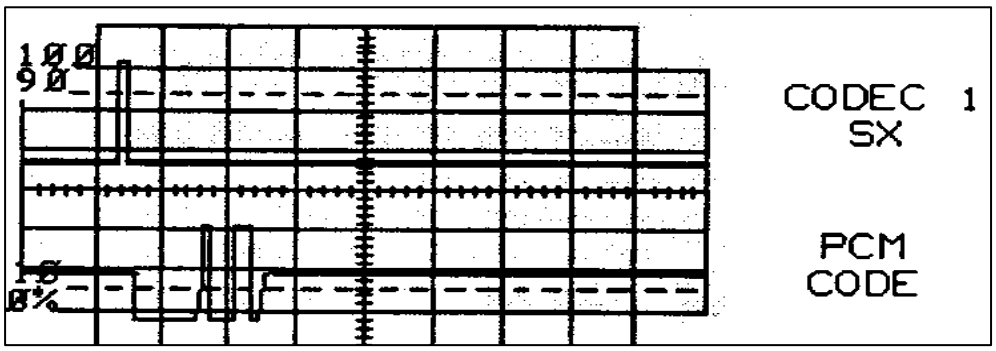
الشكل (6-12)

٢١- وصل القناة (١) إلى الطرف(DR) للمشفر(٢) لتظهر إشارة (PCM) من المشفر(١) على الشاشة لاحظ التزامن بين إشارة (SX) و(PCM) كما في الشكل (6-13)



الشكل (6-13)

٢٢- اضبط زمن الراسم على (5μS/Div) ثم وصل القناة(١) إلى الطرف (SX) للمشفر(١) و القناة (٢) إلى الطرف(DR) للمشفر(٢) باستخدام طرف التحكم في مستوى الراسم اضبط الراسم حتى تحصل على إشارات(SX) على القناة (١) و(PCM) على القناة (٢) كما في الشكل (6-14)



الشكل (6-14)

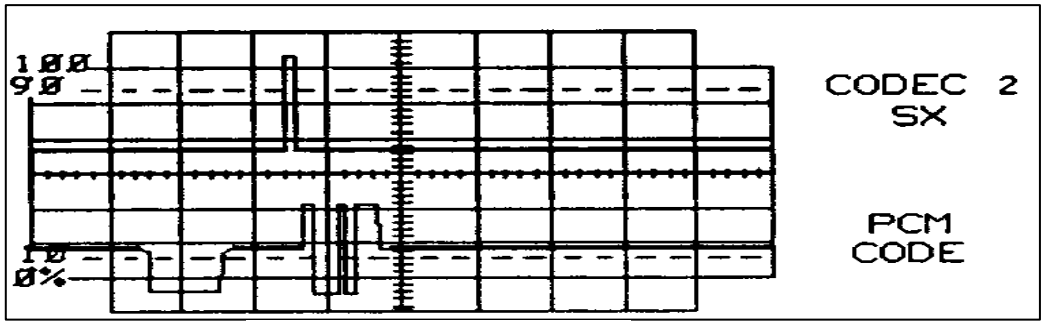
- هل إشارة الـ(PCM) التي تظهر على القناة(٢) إشارة رسالة(M1) أو(M2)؟

.....

٢٣- وصل القناة (١) إلى الطرف(SX) للمشفر(٢) ومكن (CM) حتى تعطي إشارة (SX) إلى المشفر (٢) وستظهر إشارة (PCM) مرة أخرى على القناة(٢) كما في الشكل (6-15)

- هل الإشارة الـ(PCM) التي تظهر على القناة(٢) إشارة رسالة(M1) أو(M2)؟

.....



الشكل (6-15)

٢٤- صل القناة(١) إلى الطرف(SR) للمشفر(١) ولاحظ متى يحدث (SR)للمشفر(١) بالنسبة لإشارة الـ(PCM)للمشفر (٢) ولماذا؟

.....

٢٥- بينما تراقب شاشة الراسم صل القناة(١) مرة إلى الطرف(SX) للمشفر(١) ومرة أخرى إلى الطرف

(SR) للمشفر(٢) هل تحدث هاتان الإشارتان قبل دورة واحدة لإشارة الـ(PCM)للرسالة (M1) أم (M2) ؟

.....

٢٦- ما المسافة بين إشارات الـ(PCM) على القناة (٢) ؟

.....

٢٧- قم بتمكين(CM) لإزالة الفواصل الزمنية بين إشارات الـ(PCM) ثم لاحظ ما التغيرات التي طرأت على شفرة الـ(PCM) الثانية ؟

.....

٢٨- عندما يتغير المقطع الزمني لإشارة الـ(PCM) هل تتغير الشفرة ؟

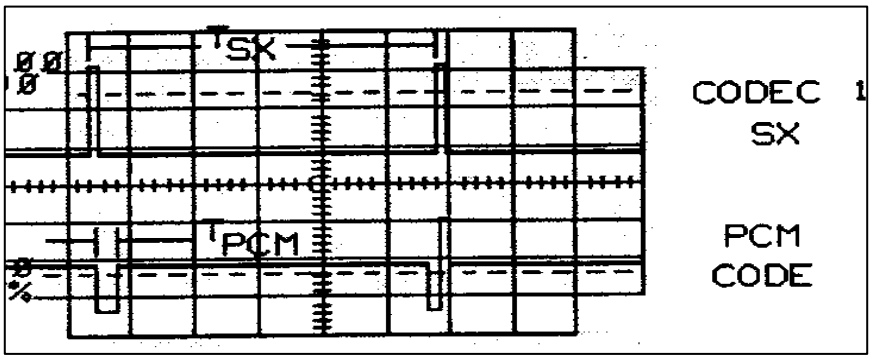
.....

٢٩- اضبط زمن الراسم على (2μS/DIV) وأعد تفعيل الـ(CM) لكي يتم توليد إشارة (PCM) مفردة على القناة (٢) قس زمن الإطار الكامل لإشارة الـ(PCM) (ثمان خانات)

T pcm = ……..μ sec

٣٠- أعد ضبط الراسم على(20μs/DIV) ثم قس زمن دورة كاملة لإشارة (SX)على القناة (١) كما في الشكل (6-16)

T sx= ……ms



الشكل (6-16)

٣١- إذا كانت Tpcm = 5.208μS و Tsx = 0.125μS فكم قناة (PCM) تتلاءم بين إشارات(SX)؟

.....

.....

أساسيات الاتصالات الرقمية - عملي

تشفير الخط

تشفير الخط
Line Coding

اسم الوحدة: تشفير الخط

الجدارة: التعرف على طرق تشفير الخط. تحتوي الوحدة على تجربتين هما:

- التجربة الأولى: التشفير.
- التجربة الثانية: فك التشفير.

يتعرف المتدرب في التجربة الأولى على:

١. عملية تشفير الخط بطريقة عدم العودة للصفر(Non Return to Zero)(NRZ).
٢. عملية تشفير الخط بطريقة العودة للصفر(Return to Zero)(RZ).
٣. عملية تشفير الخط بطريقة مانشستر(Manchester)(MAN).
٤. تحديد الاختلافات بين الأنواع الثلاثة وخصائص كل نوع.

أما في التجربة الثانية فيتعرف على:

١. عملية فك تشفير الخط بطريقة عدم العودة للصفر(non return to zero) (NRZ).
٢. عملية فك تشفير الخط بطريقة العودة للصفر(return to zero) (RZ).
٣. عملية فك تشفير الخط بطريقة مانشستر(Manchester) (MAN).

الأهداف: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪ بإن الله.

الوقت المتوقع: ٤ ساعات.

الوسائل المساعدة: معمل أساسيات الاتصالات الرقمية. كتب ومراجع في الميدان.

متطلبات الجدارة: أن يكون المتدرب قد اجتاز مقرر الدوائر الكهربائية.

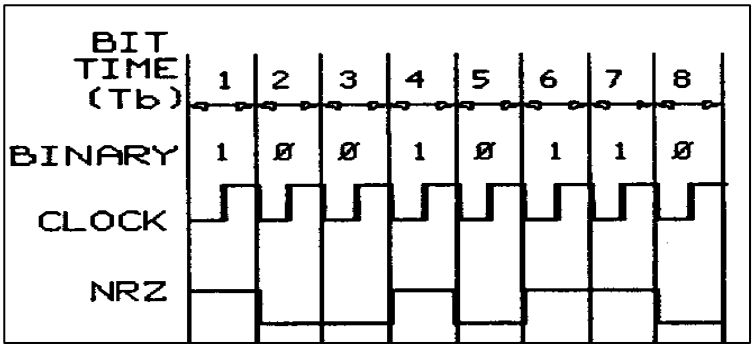
التجربة الأولى: التشفير
Encoding

الأهداف:

١. التعرف على عملية تشفير الخط بطريقة عدم العودة للصفر(Non Return to Zero)(NRZ).
٢. التعرف على عملية تشفير الخط بطريقة العودة للصفر(Return to Zero)(RZ).
٣. التعرف على عملية تشفير الخط بطريقة مانشستر(Manchester)(MAN).
٤. تحديد الاختلافات بين الأنواع الثلاثة، وخصائص كل نوع.

الشرح:

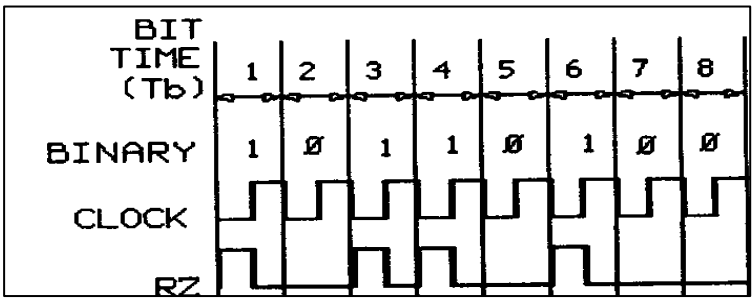
في هذا الجزء سوف تدرس تشفير عدم العودة للصفر(NRZ) والذي يتميز ببقاء الإشارة عالية أو منخفضة على طول الـ bit سواءً (٠ أو ١) كما تلاحظ في الشكل (7-1):



الشكل (7-1)

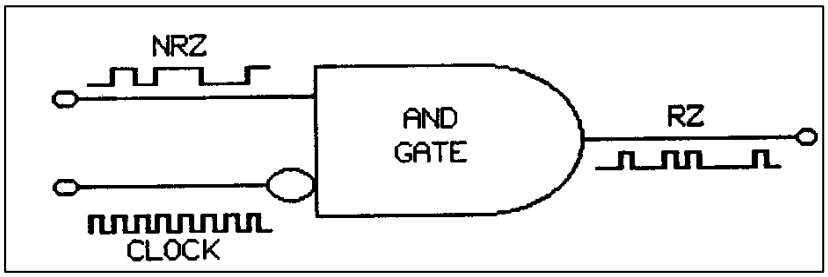
لاحظ أن إشارة (NRZ) تبقى عالية أو منخفضة خلال كافة الدورة الزمنية (زمن الخانة) (bit time) وهذا يعني أنها لاتحتوي على معلومات التزامن (timing information) وهذه من أبرز خصائص (NRZ) وهنا يتطلب الأمر إرسال معلومات التزامن بشكل منفصل.

أما تشفير العودة للصفر (RZ) والذي يتميز بإنه إذا كان الـbit (١) فإنه يمثل في النصف الأول من الزمن عالياً، أما النصف الثاني فيكون منخفضاً. أما إذا كان الـbit (٠) فإنه يستمر طوال الفترة الزمنية منخفضاً، كما تلاحظ في الشكل (7-2):



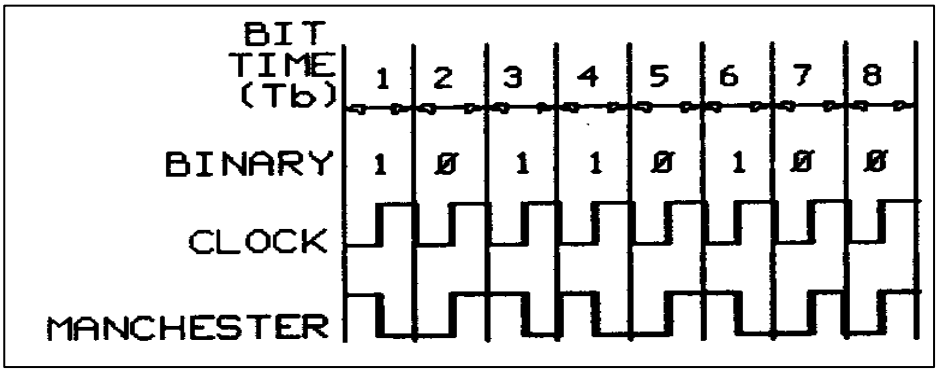
الشكل (7-2)

سوف نحصل على إشارة (RZ) من خلال إشارة (NRZ)التي استخدمناها في الجزء السابق من التجربة ونحصل عليها من خلال الدائرة التي يمثلها الشكل (7-3).



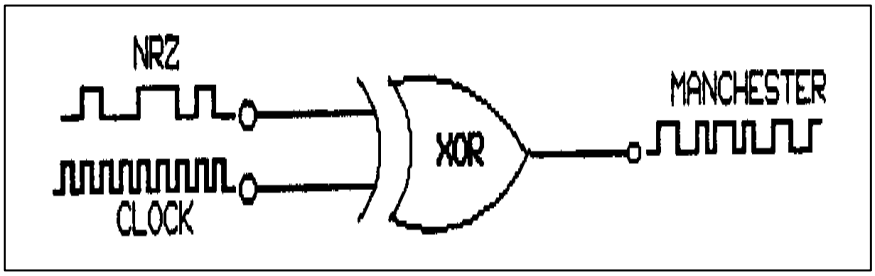
الشكل (7-3)

أما تشفير مانشستر (MAN)) والذي يتميز بإنه إذا كان الـbit (١) فإنه يمثل في النصف الأول من الزمن عالياً ، أما النصف الثاني فيكون منخفضاً. أما إذا كان الـbit (٠) فإنه يمثل في النصف الأول من الزمن منخفضاً ، أما النصف الثاني فيكون عالياً ، كما تلاحظ في الشكل (7-4):



الشكل (7-4)

سوف نحصل على إشارة (MAN) من خلال إشارة (NRZ) التي استخدمناها في الجزء السابق من التجربة ونحصل عليها من خلال الدائرة التي يمثلها الشكل (7-5)



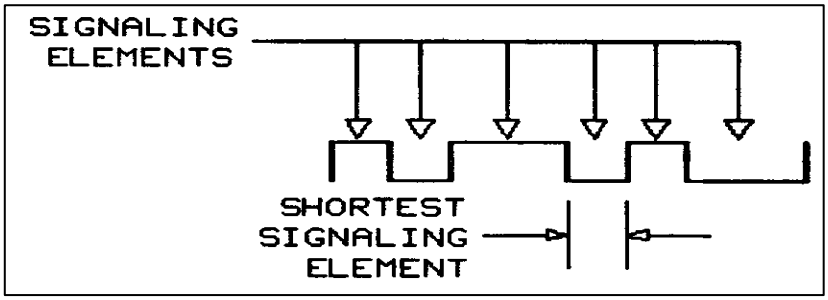
الشكل(7-5)

بقي أن تتعرف معدل سرعة إرسال البيانات (DATA RATE) ويقاس بالخانة لكل ثانية (b/s) ويمكن حسابه من خلال إشارة (CLK) لأن زمن الخانة هو نفسه زمن الساعة فهو يساوي مقلوب زمن الـ(CLK) (1/T)

T = ms

DATA RATE =1/ T= b/s

ومعدل البود(BAUD RATE) وتعرف على أنها مقلوب أقصرعنصر في إشارة البيانات والتي تظهر كما في الشكل (7-6):



الشكل (7-6)

وكما تلاحظ فإن الـ(DATA RATE) و(BAUD RATE) للـ(NRZ) متساويان لأن أقصر عنصر في البيانات يساوي زمن الخانة .

وتلاحظ في (RZ) أن معدل الـ(BAUD RATE) يساوي ضعف معدل(DATA RATE) وذلك لأن اقصر عنصر في إشارة (RZ) يساوي نصف الفترة الزمنية للخانة (bit time).

وتلاحظ في (MAN أن معدل الـ(BAUD RATE) يساوي ضعف معدل(DATA RATE) وذلك لأن أقصر عنصر في إشارة (MAN) يساوي نصف الفترة الزمنية للخانة (bit time)

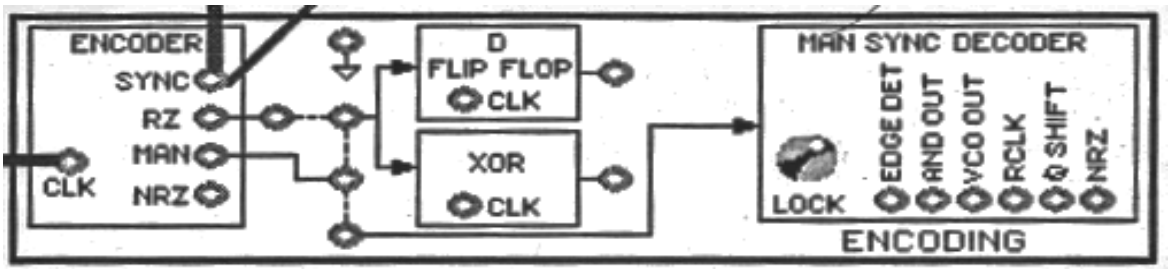
وتلاحظ أن الإشارات ذات التردد المنخفض مثل(NRZ) تتميز بعرض نطاق(Bandwidth)ضيق أما الإشارات ذات التردد العالي مثل إشارة (MAN) فيكون عرض النطاق لها أوسع.

الأجهزة المطلوبة:

١. وحدة تمارين الاتصالات الرقمية (Digital Communications Unit)
٢. جهاز راسم الذبذبات ذو القناتين (Oscilloscope)
٣. جهاز مولد الدوال (Function Generator)
٤. جهاز قياس متعدد الأغراض (Multimeter)

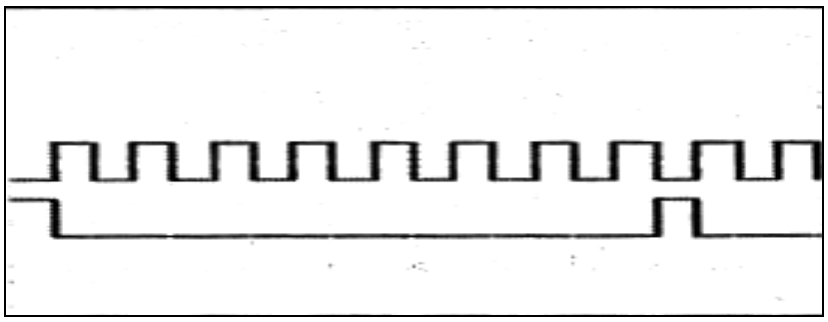
خطوات التجربة:

١- على دائرة التشفير(ENCODING) الموضحة في الشكل(7-7) وصل القناة (١)للراسم مع طرف الساعة (CLK) والقناة(٢)مع طرف التزامن (SYNC) ثم صل طرف القادح الخارجي للراسم بالطرف(SYNC) لتتزامن الإشارات.



الشكل (7-7)

٢- اضبط القناتين للراسم على(5V/DIV) ومفتاح الزمن للراسم على(0.5ms/DIV) ثم عدل ضوابط الراسم حتى تحصل على شكل الإشارات كما في الشكل (7-8) ثم قس الدورة الزمنية لإشارة الساعة (CLK) على القناة (١) T = ms



الشكل (7-8)

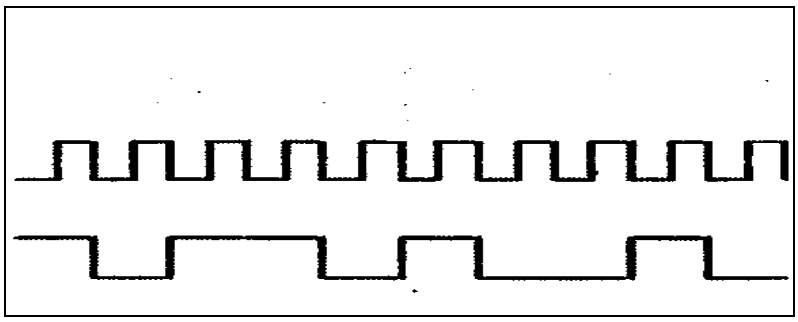
٣- تحكم في ضوابط الراسم حتى تجعل الإشارات تظهر كما في الشكل المقابل لكي تتمكن من مشاهدة إطار كامل للبيانات(ثمان خانات)

- كم عدد الدورات الزمنية لإشارة(CLK) والتي تحل بين نبضتي التزامن؟

عدد الدورات = دورات

٤- حرك القناة (٢) إلى الطرف (NRZ) على دائرة التشفير ولا تغير اياً من ضوابط الراسم وسترى الإشارة

(NRZ) كما في الشكل (7-9)

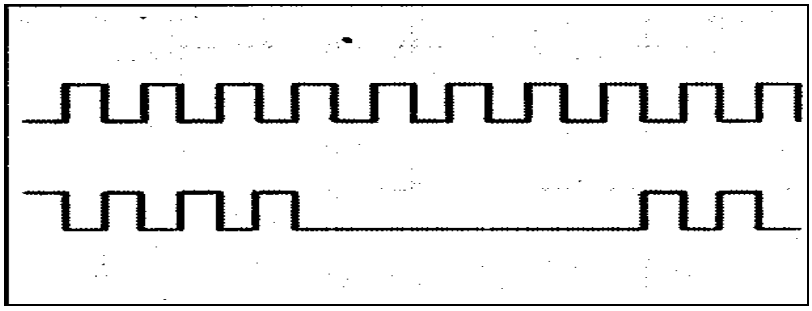


الشكل (7-9)

٥- ما التمثيل الثنائي الذي يظهر أمامك لإشارة (٨خانات) أو الإطار كاملاً لإشارة (NRZ) على القناة (٢)؟

الشفرة الثنائية هي ( )

٦- حرك القناة (٢) للراسم إلى الطرف(RZ) على دائرة التشفير (ENCODING) لتشاهد تمثيل تشفير (RZ) للبيانات كما يظهر في الشكل (7-10).



الشكل (7-10)

٧- ما التمثيل الثنائي الذي يظهر أمامك لإشارة (٨خانات) أوالإطار كاملا لإشارة (RZ) على القناة(٢) ؟

الشفرة الثنائية هي ( )

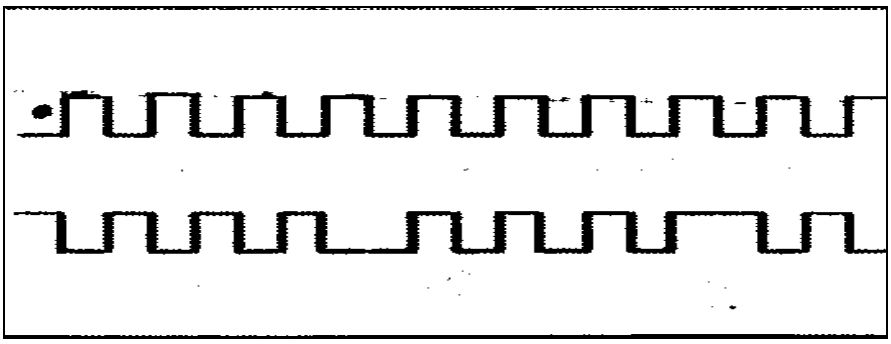
- لاحظ أن إشارة (RZ) الناتجة تحتوي على معلومات التزامن بشكل جزئي وتعتمد في ذلك على شكل إشارة البيانات الأصلية وهذه من أبرز خصائص هذا النوع

٨- معدل سرعة إرسال البيانات (DATA RATE) ويقاس بالخانة لكل ثانية (b/s)ويمكن حسابه من خلال إشارة (CLK) مثل الحالة السابقة فهو يساوي مقلوب زمن الـ (CLK) (1/T)

T = ms

١٤DATA RATE =1/ T= b/s

٩- حرك القناة (٢) للراسم إلى الطرف(MAN) على دائرة التشفير (ENCODING) لتشاهد تمثيل تشفير (MAN) للبيانات كما يظهر في الشكل (7-11)



الشكل (-11

١٠- ما التمثيل الثنائي الذي يظهر أمامك لإشارة (٨خانات) أو الإطار كاملاً لإشارة (MAN) على القناة (٢)؟

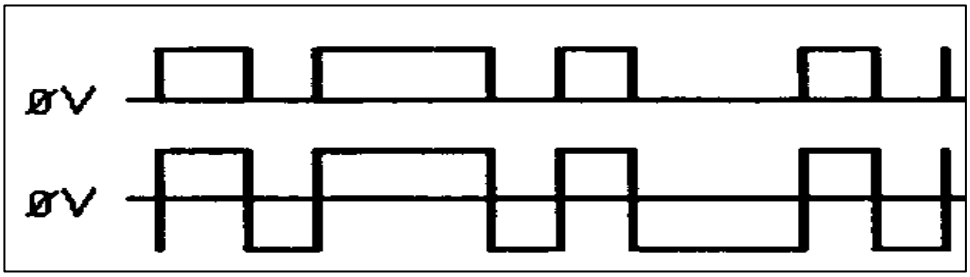
الشفرة الثنائية هي ( )

- لاحظ إن إشارة (MAN) الناتجة تحتوي على معلومات التزامن بشكل كامل ولا تعتمد في ذلك على شكل إشارة البيانات الأصلية وهذه من أبرز خصائص هذا النوع ولا نحتاج معه لإرسال معلومات التزامن بشكل منفصل كما في الحالتين السابقتين

١١- معدل البود (BAUD RATE) وتعرف على أنها مقلوب أقصر عنصر في إشارة البيانات والتي تظهر على القناة (٢)

BAUD RATE = baud

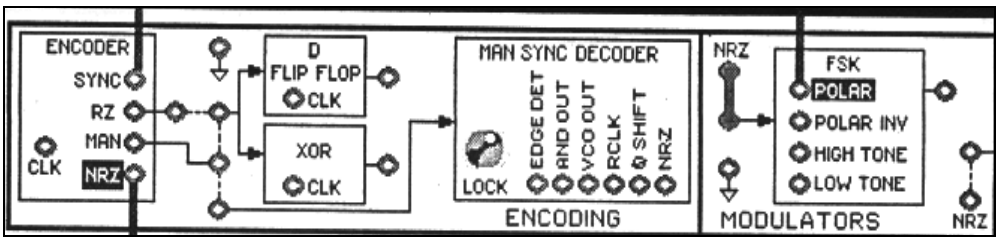
- في هذا الجزء سوف تلاحظ خصائص الإشارة القطبية (polar) وأحادية القطبية (unipolar) والفرق بينهما يمكن ملاحظته من الشكل (7-12)



الشكل (-12

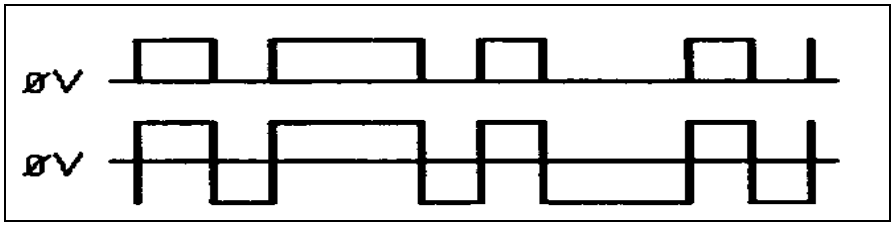
١٢- كرر الخطوات(١ و ٢ و ٣) التي سبق إجراؤها في الجزء الأول من التجربة

١٣- في دائرة المعدل (Modulator) الموضحة في الشكل (7-13) أدخل وصلة مزدوجة بين الطرف(NRZ) ومدخل دائرة الـ(FSK) ثم وصل القناة (١) مع طرف(NRZ) في دائرة التشفير والقناة(٢)مع الطرف القطبي (polar)في دائرة الـ(FSK)



الشكل (-13

١٤- تعرض القناة(١) إشارة (NRZ) بتمثيل أحادي القطبية (unipolar) والقناة (٢) تعرض إشارة (NRZ)بتمثيل قطبي(polar)الشكل (7-14) يوضح الإشارتين



الشكل (-14

- لاحظ أن الإشارة على القناة (١) قيمتها تتغير بين الصفر و(5V+) أما الإشارة القطبية التي على القناة (٢) فتأخذ قيمتين (5V+) أو (5V-) حسب قيمة الخانة.

١٥- قم بقياس مستوى الإشارة المقابل لل(١) و(٠) في كلا التمثيلين

(Unipolar signal) V(0)= V V(1)= V

(polar signal) V(0)= V V(1)= V

١٦- أزل القناة(٢) من اللوحة ووصل القناة (١) إلى الطرف(polar) فتعرض القناة(١) الآن الشفرة (١٠١١٠١٠٠) بالتمثيل القطبي(polar)

١٧- باستخدام جهاز قياس الجهد الثابت (Voltmeter)(DC)قم بقياس الجهد لإشارة (NRZ)القطبية

NRZ = mv dc

١٨- سيقوم(CM) بتعديل الشفرة إلى (٠١٠٠٠١٠٠) باستخدام جهاز قياس الجهد الثابت(DC) قم بقياس الجهد لإشارة (NRZ)القطبية

NRZ = mv dc

١٩- أزل الوصلة المزدوجة من دائرة المعدل واستبدلها بسلك توصيل يوصل بين (MAN) في دائرة التشفير والطرف القطبي(polar) في دائرة المعدل لعرض القناة(١) الآن الشفرة التالية (١٠١١٠١٠٠) للـ(MAN) بتمثيل قطبي (polar)

٢٠- باستخدام جهاز قياس الجهد الثابت (DC) قم بقياس الجهد لإشارة (MAN) القطبية

MAN = mv dc

٢١- سيقوم(CM) بتعديل الشفرة إلى (٠١٠٠٠١٠٠) باستخدام جهاز قياس الجهد الثابت(DC) قم بقياس الجهد لاشارة (MAN) القطبية MAN = mv dc

- من خلال القيم التي حصلت عليها قارن بين (NRZ) و(MAN) من حيث التيار المباشر الجدول الموضح في الشكل (7-15) يوضح المقارنة التي يظهر منها أن (NRZ) يتكون فيه تيار (DC) أكثر من (MAN) ويعتمد في ذلك على شكل الشفرة أما (MAN) فالتيار (DC) صغير وثابت ولا يعتمد على شكل الشفرة وهذه من أبرز مميزاته .

نمط البيانات الثنائية	تشفير مانشستر	تشفير NRZ المستقطبة
10110100	42mvdc	56m.vdc
01000100	42mvdc	-2.43mvdc

شكل (7-15)

التجربة الثانية

فك التشفير

Decoding

الأهداف:

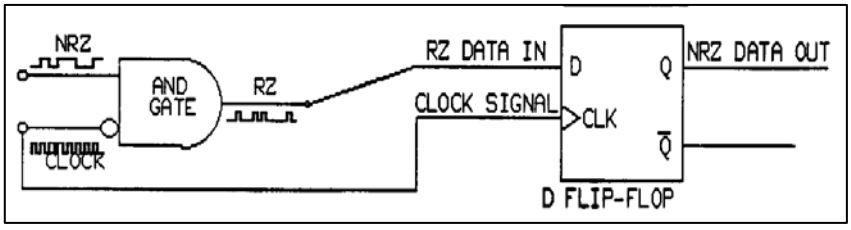
١. التعرف على عملية فك تشفير الخط بطريقة عدم العودة للصفر(non return to zero) (NRZ).
٢. التعرف على عملية فك تشفير الخط بطريقة العودة للصفر(return to zero) (RZ).
٣. التعرف على عملية فك تشفير الخط بطريقة مانشستر(Manchester) (MAN).

الأجهزة المطلوبة:

١. وحدة تمارين الاتصالات الرقمية (Digital Communications Unit).
٢. جهاز راسم الذبذبات ذو القناتين (Oscilloscope).
٣. جهاز مولد الدوال(function generator).
٤. جهاز قياس متعدد الأغراض (Multimeter).

خطوات التجربة:

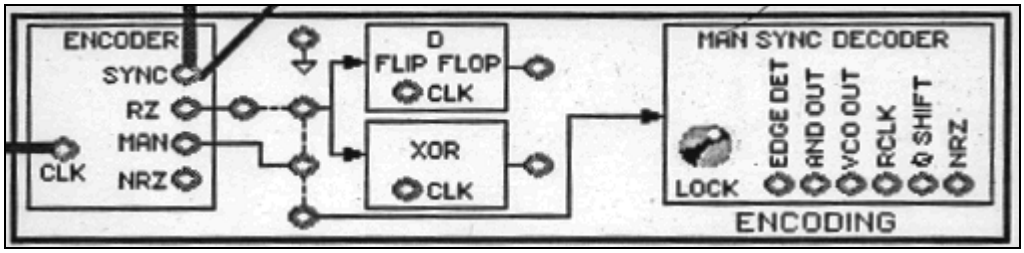
- تذكرمن التجربة الأولى أن مصدر المعلومات هو الطرف(NRZ) ومنه حصلنا على (RZ) و(MAN) بالتشفير والآن سوف نستعيد إشارة (NRZ) بفك التشفير.
- في هذا الجزء سنقوم بفك تشفير(RZ) لاستعادة إشارة (NRZ) والشكل (8-1) يوضح الدائرة المستخدمة لفك التشفير.



الشكل (8-1)

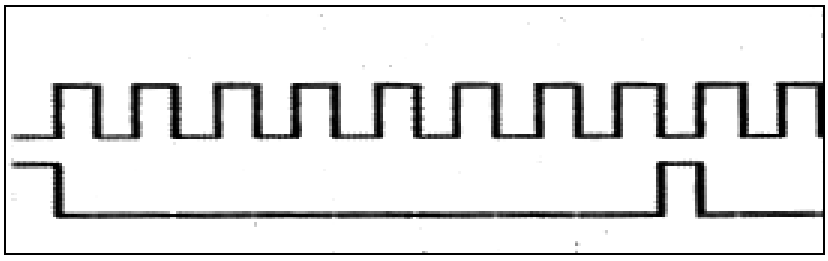
١- على دائرة التشفير(ENCODING) وصل القناة(١) للراسم بطرف الـ(CLK)والقناة (٢)بالطرف

(SYNC) ثم وصل طرف القادح الخارجي للراسم بالطرف(SYNC) واضبط الراسم على القادح الخارجي(.EXT) والشكل (8-2) يوضح دائرة التشفير المستخدمة.



الشكل (8-2)

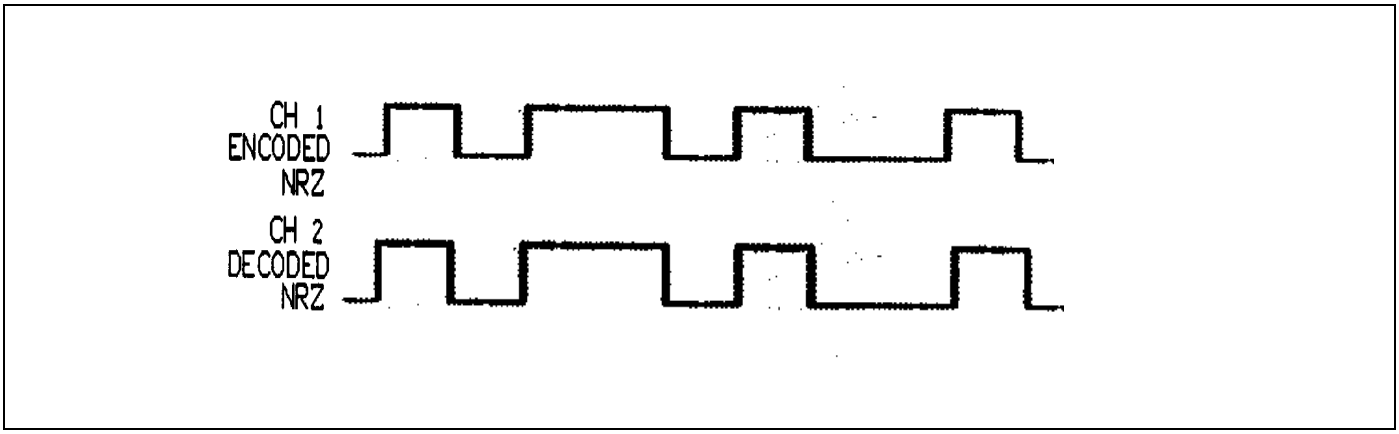
٢- اضبط قناتي الراسم على(5V/DIV) والزمن على(0.5ms/DIV) ثم عدل في ضوابط الراسم حتى تحصل على الشكل (8-3) على شاشة الراسم.



الشكل (8-3)

٣- على دائرة التشفير أدخل وصلة مزدوجة بين الطرف (RZ) ومدخل القلاب(D) وحرك القناة(٢) إلى الطرف(RZ)وشاهد الإشارة (RZ)

٤- حرك القناة (٢) إلى مخرج القلاب والقناة(١)إلى الطرف (NRZ) والذي يمثل الإشارة قبل التشفير الشكل(8-4) يوضح الإشارة قبل وبعد التشفير.

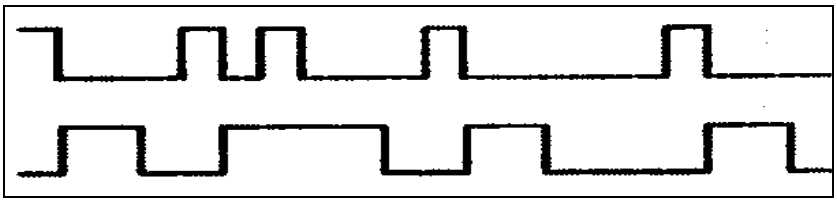


الشكل (8-4.)

- يمكنك التحقق من النتيجة بالعودة إلى جدول الصواب للقلاب مع افتراض شكل معين لإشارات المداخل(NRZ) (CLK).

٥- قارن بين الإشارة الأصلية على القناة (١) والإشارة المستعادة على القناة(٢)

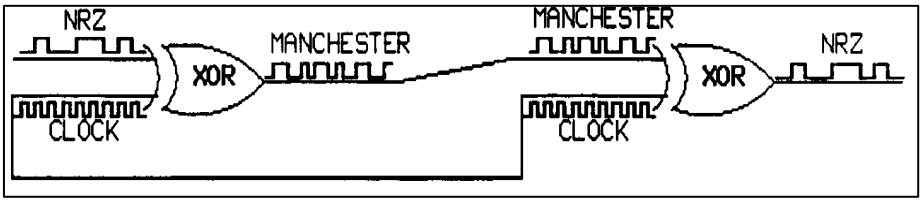
٦- حرك القناة (١) إلى مدخل القلاب لترى إشارة (RZ) وإشارة (NRZ) المستعادة على القناة الثانية الشكل (8-٥)يوضح الإشارات (RZ)المشفرة و(NRZ) المستعادة على الترتيب



الشكل (8-5)

- في هذا الجزء سنقوم بفك تشفير(MAN) لاستعادة إشارة (NRZ)

الدائرة الموضحة في الشكل (8-6) المستخدمة

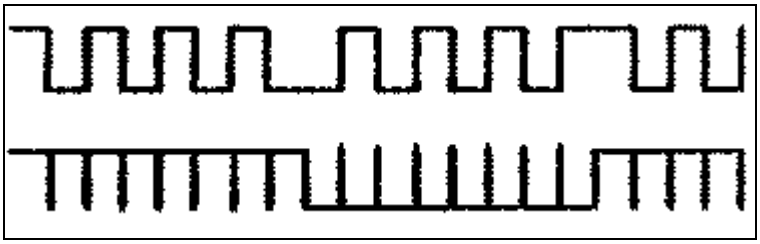


الشكل (8-6)

٧- كرر الخطوات (١و٢) التي سبق إنجازهما في الجزء الأول من التجربة.

٨- على دائرة التشفير أدخل وصلة مزدوجة بين الطرف(MAN) ومدخل بوابة(XOR)وحرك القناة (٢) إلى الطرف(MAN) وشاهد الإشارة (MAN).

٩- حرك القناة(١) إلى مدخل بوابة (XOR) (MAN) وحرك القناة(٢) إلى مخرج البوابة (XOR) حيث ستشاهد الإشارة المشفرة (MAN) والإشارة المستعادة (NRZ) على الترتيب كما في الشكل (8-7):



الشكل (8-7)

١٠- حرك القناة (١) إلى الإشارة الأصلية على الطرف (NRZ)

- يمكنك التحقق من النتيجة بالعودة إلى جدول الصواب للبوابة مع افتراض شكل معين لإشارات المداخل(NRZ) (CLK).

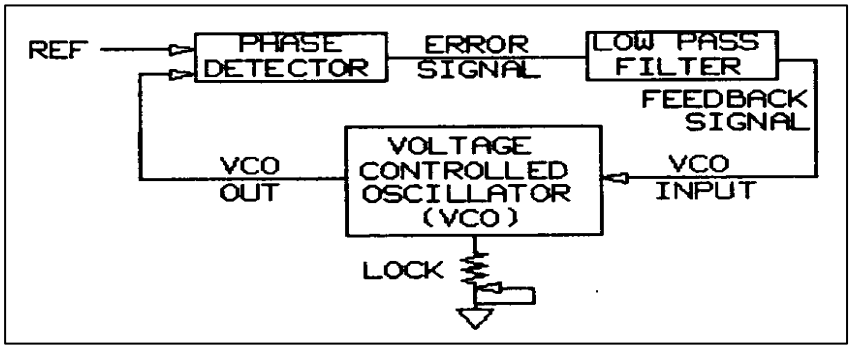
١١- قارن بين الإشارة الأصلية على القناة(١) والإشارة المستعادة على القناة(٢) ؟

١٢- لاحظ التزامن بين الإشارتين وهل هما معاً في وجه واحد أم جاءتنا مختلفتين ؟

.....

- في الجزء المتبقي من التجربة سوف نستخدم دائرة مزامنة (PLL) (Phase Locked Loop) (دائرة متابعة الطور المغلقة) لكي نطور إشارة الساعة (CLK) من خلال إشارة بيانات (MAN).

الشكل (8-8) يبين دائرةالـ(PLL)

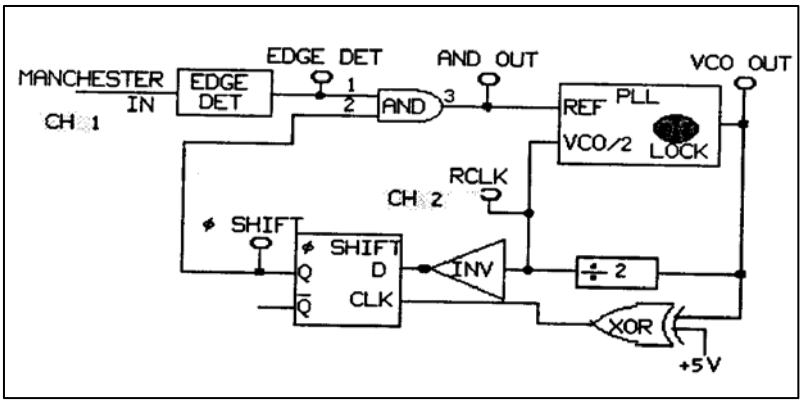


الشكل (8-8)

١٣- كرر الخطوات (١و٢) التي سبق إنجازهما في الجزء الأول من التجربة

١٤- أدخل وصلة مزدوجة بين خرج (MAN) على دائرة التشفير ومدخل دائرة فاك الشفرة المتزامن للـ(MAN) (MAN SYNC DECODER) ثم أدر مفتاح ضبط الغلق (LOCK) على اللوحة باتجاه حركة عقارب الساعة (CW) بالكامل ثم حرك القناة (٢) إلى الطرف (RELK) في دائرة فاك الشفرة (DECODER)

١٥- أثناء مراقبتك لأشكال الموجة أدر المفتاح (LOCK) حتى تتطابق إشارة الساعة المستعادة (RCLK) على القناة(٢) مع إشارة (CLK) على القناة (١) وتصبح دائرة المزامنة الآن مغلقة لإشارة (MAN) الداخلة .الشكل (9- 8) يوضح مكونات الدائرة:

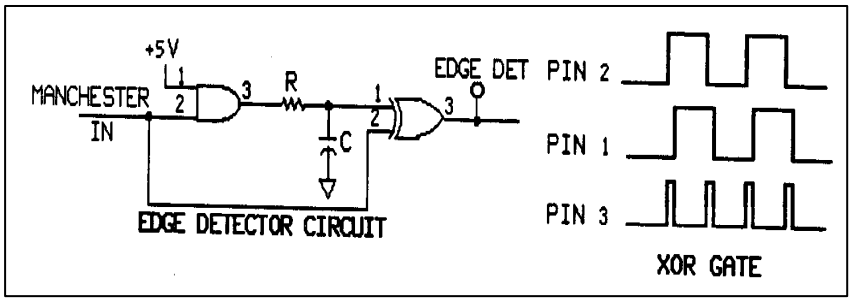


الشكل (8-9)

- فالمزامن يولد إشارة الساعة(RCLK)من إشارة (MAN) بالتزامن مع إشارة ساعة المرسل(CLK) الأقسام التي تتكون منها دائرة المزامنة هي:

كاشف الحافة (.EDGE DET) والبوابة (AND) ودائرة متابعة الطور (PLL) وناقل متغير الوجه (Ø -SHIFT)

١٦- حرك القناة(١) إلى الطرف (MAN) والقناة (٢) إلى طرف كاشف الحافة (.EDGE DET) فتكون بيانات (MAN) على القناة (١) هي دخل كاشف الحافة وخرجه على القناة(٢) هي سلسلة ذبذبات ضيقة ويمثل مدخلاً (AND) و(XOR) دائرة كاشف الحافة الموضحة في الشكل(8-10) ومدخل (AND) متصل كحاجز وبمحاذاة دائرة(RC) يوفر تأخير الوقت بين مدخلي البوابة (XOR) ويتسبب تأخير الوقت في ترددات ضيقة عند المخرج.



الشكل (8-10)

١٧- راقب أشكال الموجة فإن دائرة كاشف الحافة تنتج ترددات ضيقة في أي حالة بالنسبة لبيانات الدخل .....

١٨- وصل القناة (٢) بطرف نقل الطور(SHIFT - Ø) والقناة (١) بطرف كاشف الحافة

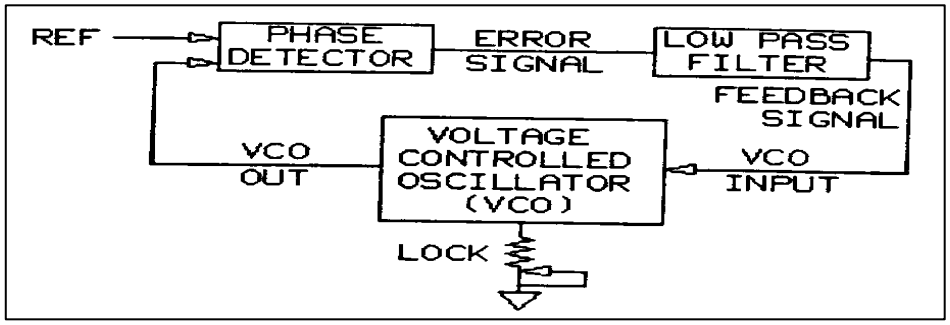
- ومنطقياً فإن مدخل (AND) يتعامل مع إشارة كاشف الحافة على القناة(١) وإشارة نقل الطور (SHIFT - Ø)على القناة (٢)

١٩- حرك القناة (٢) للطرف (AND OUT) مخرج بوابة (AND)

- لاحظ التشابه والاختلاف بين خرج (AND) و إشارة كاشف الحافة على القناة (١)

٢٠- إن خرج ترددات مدخل (AND) هو الدخل لدائرة (PLL) لإعادة إنشاء إشارة الساعة بالتزامن مع إشارة ساعة المرسل.

٢١- إن دائرة الـ(PLL) كما في الشكل (8-11) تتكون من: كاشف الطور (phase detector) ومرشح إمرار ترددات منخفضة (L.P.F) ومذبذب محكوم بالجهد (V.C.O)



شكل (8-11)

٢٢- تعمل دائرة(PLL) على جعل الإشارة الناتجة من (VCO) متزامنة مع الإشارة التي على المدخل (REF) ونضبط تردد (VCO) بواسطة المفتاح (LOCK) على لوحة التمارين

- إشارة خرج (VCO) وإشارة (REF) تمثلان مدخلي كاشف الطور(phase detector) وعندما يتساوى تردد (REF) مع (VCO OUT) تكون دائرة (PLL) في حالة إغلاق

٢٣- في حالة انغلاق (PLL) وحدوث أي تغيير بسيط في (REF) ماهو التغيير الذي يحدث بين (REF)و(VCO OUT) هل هو اختلاف؟

١) طور ٢) طور واتساع

٢٤- وتغير الطور بين (REF) و (VCO OUT) يتسبب في أن يبدل كاشف الطور خرجه وهي إشارة الخطأ التي يمررها مرشح الإمرار المنخفض التردد(LPF) وتصبح دخلاً لدائرة الـ(VCO) وهذه التغذية العكسية تجعل الـ(VCO) يصحح أي ذبذبة غير مطابقة بين (REF) و (VCO OUT).

٢٥- يمكن تعديل دائرة الـ(PLL) بإدخال مقارن ذي جزأين بين (VCO OUT) وكاشف الطور فهل يغير هذا تردد الـ(VCO)؟.....

٢٦- وصل القناة(٢) مع(VCO OUT) والقناة(١) مع (AND OUT) وقارن بين الإشارات

- فماهي نسبة تردد الموجة المربعة على القناة (٢) إلى تردد الإشارة التي على القناة(١)؟

.....

٢٧- وصل القناة (٢) بالطرف(RCLK) ثم قارن بين الإشارتين على القناتين وهل تتساوى الإشارة على القناة (٢) مع الإشارة التي على القناة (١) ؟

.....

٢٨- تذكر أن التردد في (AND OUT) متزامن مع إشارة ساعة المرسل وهذا التردد في منتصف كل وقت خانة تستخدمها دائرة الـ(PLL) لإعادة إنشاء إشارة (RCLK) المشابهة لإشارة ساعة المرسل.

٢٩- حرك القناة(١) إلى الطرف (SHIFT -ϕ)

٣٠- قارن أشكال الموجة وهل إشارة (SHIFT) المربعة مطابقة لإشارة الساعة (RCLK) البديلة؟

.....

٣١- وصل القناة(١) بالطرف (NRZ) في دائرة التشفير والقناة(٢) بالطرف(NRZ-OUT) في دائرة فاك الشفرة المتزامن للـ(MAN)

- إذا ما استخلصت إشارة الساعة المتزامنة (RCLK) من إشارة (MAN) فإنه يمكن استخدام فاك الشفرة قلاب(D) لاستعادة بيانات (NRZ)

٣٢- قارن بين إشارة (NRZ) المستعادة والأصلية من ناحية التزامن وهل هناك فارق زمني وما مقداره؟

.....

أساسيات الاتصالات الرقمية - عملي

تعديل إزاحة التردد مفتاحياً

الوحدة الخامسة : تعديل إزاحة التردد مفتاحياً

Frequency Shift Keying
(F S K)

الجدارة: التعرف على طرق تعديل إزاحة التردد مفتاحياً. تحتوي الوحدة على ثلاث تجارب هي:

١. التجربة الأولى: توليد إشارة تعديل إزاحة التردد مفتاحياً.
٢. التجربة الثانية: كشف إشارة تعديل إزاحة التردد مفتاحياً (غير المتزامن).
٣. كشف إشارة تعديل إزاحة التردد مفتاحياً (المتزامن).

يتعرف المتدرب في التجربة الأولى على:

١. الصلة بين إشارة (F S K) وإشارة البيانات الرقمية الأصلية.
٢. كيف يمكن استخدام المبدل التماثلي (Analog Multiplexer) كمعدل (FSK).
٣. الطيف الترددي لإشارة(FSK).

أما في التجربة الثانية فيتعرف على:

١. استعادة إشارة (NRZ) من إشارة (F S K) بواسطة كاشف غير متزامن .
٢. كيف يستطيع المرشح تحويل التغير في إشارة الـ(FSK) إلى تغير في السعة يمثل الإشارة الرقمية للبيانات .
٣. عمل كاشف الغلاف(Envelope Detector) غير المتزامن.

أما في التجربة الثالثة فيتعرف على:

١. استعادة إشارة (NRZ) من إشارة (F S K) بواسطة كاشف متزامن.
٢. كيف يمكن استخدام دائرة متابعة الطور المغلقة (PLL) لكشف الإشارة الرقمية الأساسية للبيانات المرسلة من إشارة (FSK).
٣. عمل دائرة الـ(PLL) عندما تستخدم كمحول تردد إلى جهد .

الأهداف: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪ بإذن الله.

الوقت المتوقع: ٤ ساعات

الوسائل المساعدة: معمل أساسيات الاتصالات الرقمية. كتب ومراجع في الميدان.

متطلبات الجدارة: أن يكون المتدرب قد اجتاز مقرر الدوائر الكهربائية.

التجربة الأولى

توليد إشارة تعديل إزاحة التردد مفتاحياً

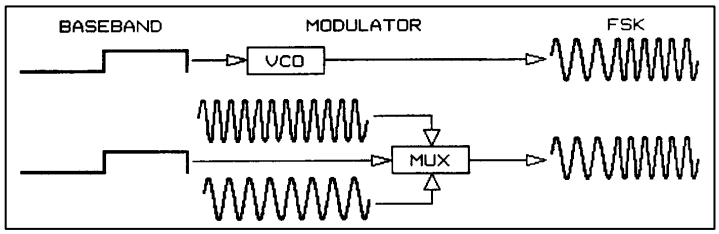
F S K Signal Generation

الأهداف

١. التعرف على الصلة بين إشارة (F S K) وإشارة البيانات الرقمية الأصلية .
٢. التعرف على كيفية استخدام المبدل التماثلي (Analog Multiplexer) كمعدل (FSK).
٣. التعرف على الطيف الترددي لإشارة(FSK).

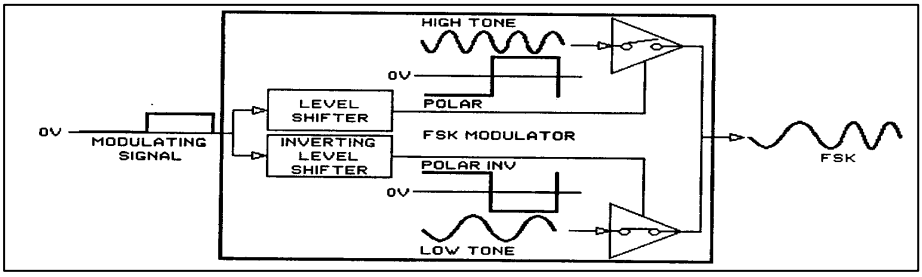
الشرح:

- الشكل (9-1) يمثل الدائرة المبسطة التي توضح عملية تعديل (FSK) وفيها تتضح الفكرة المتبعة لهذا النوع من التعديل حيث يتم التعبير عن الإشارات الرقمية للبيانات باستخدام إشارتين لهما سعة واحدة وترددان مختلفان، أحدهما تردد عالٍ والآخر منخفض فإذا كان الرقم الثنائي واحد فإن التردد العالي هو الذي سوف يسمح له حتى يمر، أما إذا كان الرقم الثنائي صفراً فإن التردد المنخفض هو الذي سوف يسمح له أن يمر.



الشكل (9-1)

و الدائرة الموضحة في الشكل (9-2) تمثل أحد معدلات (FSK)حيث يعمل مفتاحا الإزاحة حسب إشارة البيانات المعدلة حيث يغلق أحدهما عندما تكون إشارة البيانات عاليه(HIGH) .أما الآخر فيغلق عندما تكون إشارة البيانات منخفضة (LOW) فتكون الإشارة الناتجة عبارة عن تتابع من ترددين حسب حالة إشارة الدخل (NRZ).



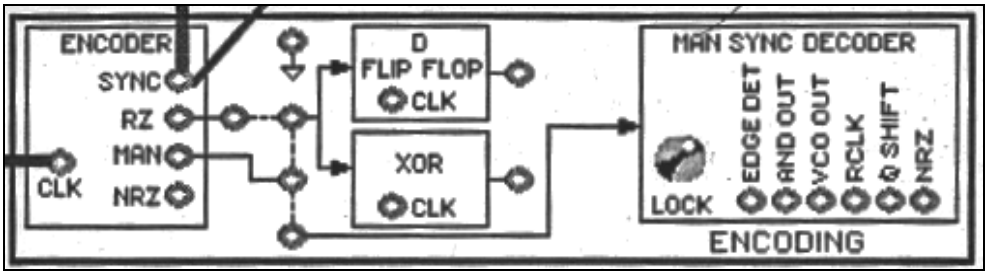
الشكل (9-2)

الأجهزة المطلوبة

١. وحدة تمارين الاتصالات الرقمية (Digital Communications Unit)
٢. جهاز راسم الذبذبات ذو القناتين (Oscilloscope)
٣. جهاز مولد الدوال (Function Generator)

خطوات التجربة

١- على دائرة التشفير (ENCODING) الموضحة في الشكل(9-2) وصل طرف القادح الخارجي للراسم(.EXT)إلى الطرف (SYNC) ثم وصل القناة (١) للراسم بالطرف (NRZ) على نفس الدائرة.

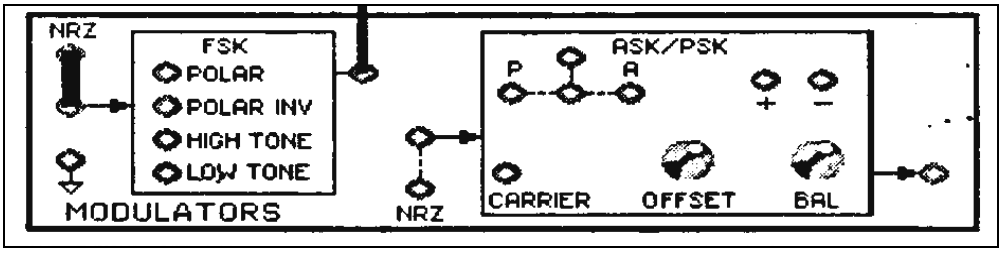


الشكل (9-3)

٢- احسب الـ(BAUD RATE) لإشارة (NRZ) المستخدمة كإشارة معلومات

BAUD RATE = baud

٣- على دائرة المعدلات (MODULATORS) الموضحة في الشكل (9-4) أدخل وصلة مزدوجة بين مدخل (FSK) وطرف (NRZ) ثم صل القناة(٢) بمخرج المعدل (FSK)



الشكل (9-4)

٤- قس الـ(BAUD RATE) لإشارة (FSK) على القناة (٢)

(FSK) BAUD RATE = baud

٥- هل كلتا الإشارتين لهما نفس معدل الـ(BAUD RATE) ؟

.....

٦- قس سعة إشارة (FSK) عندما تكون إشارة البيانات(NRZ) عالية

Vp.p = V (high)

٧- قس سعة إشارة (FSK) عندما تكون إشارة البيانات(NRZ) منخفضة

Vp.p = V (low)

- هل سعة الإشارة (FSK) متماثلة في الحالتين أم لا ولماذا؟

.....

٨- استعمل الراسم لتحديد زاوية الطور لإشارة حامل (CARRIER) (FSK) مباشرة قبل تحول الإشارة الرقمية من عالٍ إلى منخفض وماهي الزاوية التي تمثل أحسن طور (FSK) قبل تحول الإشارة الرقمية من ارتفاع إلى انخفاض ؟

١) ٠° ٢) ٩٠° ٣) ١٨٠° ٤) ٢٧٠°

٩- أي زاوية طور تحسن تمثيل إشارة حامل (FSK) مباشرة بعد تحول الإشارة الرقمية من عالٍ لمنخفض؟

١) ٠° ٢) ٩٠° ٣) ١٨٠° ٤) ٢٧٠°

١٠- هل يتغير طور إشارة (FSK) تغيراً ملحوظاً عندما تتبدل حالة الإشارة الرقمية ؟

.....

١١- قس تردد الإشارة (FSK) عندما تكون إشارة (NRZ) عالية ؟

F = KHZ (high)

١٢- قس تردد الإشارة (FSK) عندما تكون إشارة (NRZ) منخفضة

F = KHZ (low)

١٣- اشرح كيف تم تمثيل الإشارة الرقمية في معدل (FSK)؟

.....

١٤- صل القناة(٢) بطرف الإشارة القطبية (POLAR) على دائرة الـ(FSK).

١٥- كيف تختلف الإشارة القطبية (POLAR) وإشارة (NRZ)؟

.....

١٦- صل القناة (١) بطرف الإشارة القطبية المعكوسة (POLAR INV) على دائرة الـ(FSK) .

١٧- ما وجه الاختلاف بين الإشارتين على القناتين؟

.....

١٨- حرك القناة (١) إلى مخرج دائرة الـ(FSK).

١٩- ما تردد إشارة الـ(FSK) عندما تكون الإشارة القطبية (POLAR) عالية

F = KHZ (high)

٢٠- حرك القناة (٢)إلى طرف إشارة النغمة العالية (HIGH TONE)

٢١- ما تردد إشارة النغمة العالية (HIGH TONE) ؟

F = KHZ (high tone)

٢٢- حرك القناة (٢) لإشارة النغمة المنخفضة (LOW TONE)

٢٣- ما تردد إشارة النغمة المنخفضة (LOW TONE) ؟

F = KHZ (low tone)

٢٤- أي إشارة تكون لخرج الـ(FSK) عندما تكون الإشارة القطبية عالية؟

.....

٢٥- صل القناة (١) بالنغمة العالية (HIGH TONE) والقناة (٢) بالنغمة المنخفضة (LOW TONE)

الآن قم بتنشيط (CM) ثم الغها أكثر من مرة.

٢٦- ما التأثير الذي تلاحظه لتنشيط (CM)؟

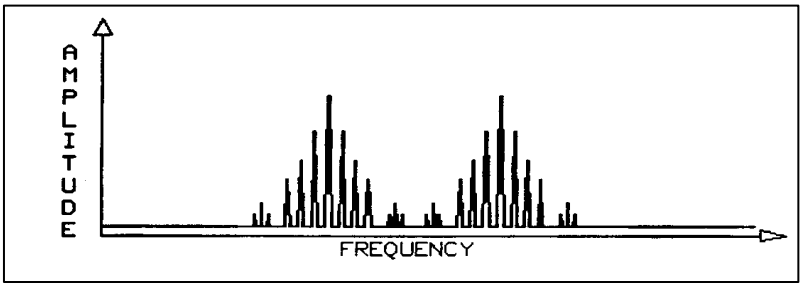
.....

٢٧- حرك القناة (٢) إلى مخرج الـ(FSK) ثم نشط (CM) والغه أكثر من مرة.

٢٨- مانوع التعديل الذي ينتجه الـ(FSK) عندما يكون (CM) نشطاً ؟

.....

٢٩- يحتوي الطيف الترددي لإشارة الـ(FSK) عناصر تردد إشارتي حامل الـ(FSK) المعدلتين كما يظهر في الشكل (9-5) لتحليل الإشارتين في مستوى التردد.



ال شكل(9-5)

٣٠- في أي تردد تنتج دائرة معدل الـ(FSK) قمم اتساع التردد؟

١) 600 HZ 2) 600/1200 HZ ٣) 1200/2000 HZ ٤) 2025/2225 HZ

٣١- صل القناة (١) لطرف الإشارة القطبية ثم قم بتنشيط وإلغاء (CM) عدة مرات ولاحظ التغير الذي يطرأ على خرج الـ(FSK).

٣٢- هل يسبب الـ(CM) تغيير فض في إشارة الـ(FSK) ؟

.....

٣٣- ما زاوية الطور لإشارة حامل (2400 HZ FSK) قبيل تحول الإشارة القطبية من عال إلى منخفض؟

١) ٠° ٢) ٤٥° ٣) ٩٠° ٤) ١٨٠°

- **التوقفات** (Discontinuities)

التوقفات تعمل على زيادة عرض النطاق لإشارة الـ(FSK) وتصمم المعدلات بحيث تحافظ على عرض النطاق بتقليل التوقفات (Discontinuities)

- لقد لاحظت قبل قليل أن إشارة الحامل كانت عند زاوية(١٨٠°) عندما غير الـ(FSK) التردد .

٣٤- ما زاوية الطور لحامل الـ(FSK) (2400HZ) مباشرة قبل تحول إشارة القطبية من الحالة العالية (HIGH) إلى الحالة المنخفضة (LOW)

١) ٠° ٢) ٤٥° ٣) ٩٠° ٤) ١٨٠°

٣٥- حرك القناة (٢) إلى (HIGH TONE) وقم بتنشيط وإلغاء (CM) أكثر من مرة .

٣٦- كيف تسبب(CM) التوقفات(Discontinuities) ؟

.....

التجربة الثانية

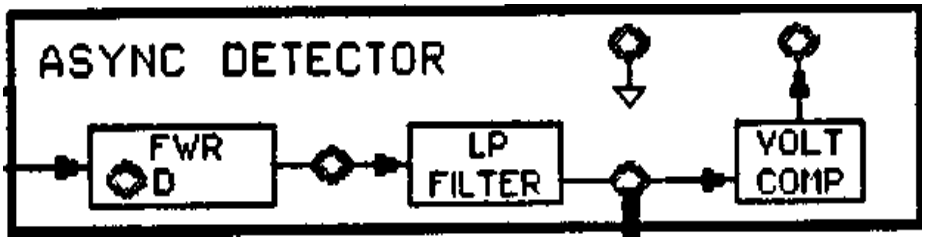
كشف إشارة تعديل إزاحة التردد مفتاحيا (غير المتزامن)

F S K Asynchronous Detection

الأهداف

١. استعادة إشارة (NRZ) من إشارة (F S K) بواسطة كاشف غير متزامن .
٢. التعرف على كيفية تحويل المرشح التغير في إشارة الـ(FSK) إلى تغير في السعة يمثل الإشارة الرقمية للبيانات .
٣. التعرف على عمل كاشف الغلاف(Envelope Detector) غير المتزامن.

الشرح:(10-1) يمثل دائرة **كشف إشارة تعديل إزاحة التردد مفتاحياً (غير المتزامن)، حيث** مقوّم الموجة الكاملة ينتج خرجه في مرحلتين. ففي المرحلة الأولى تخرج إشارة نصف موجة مقومة ومنعكسة، والمرحلة الثانية توحد إشارة الدخل مع إشارة نصف الموجة المنعكسة لتنتج خرج الموجة الكاملة المقومة.



الشكل (10-1)

مرشح الإمرار المنخفض (LPF) يمرر تردد الموجة الأساسية ويوهن (ATTENUATES) الترددات الحاملة، وهذه العملية تقوم بتنعيم القمم الناتجة حتى تصبح جهداً ثابتاً تقريباً مشابهة نوعاً ما لإشارة المعلومات الرقمية الأساسية.

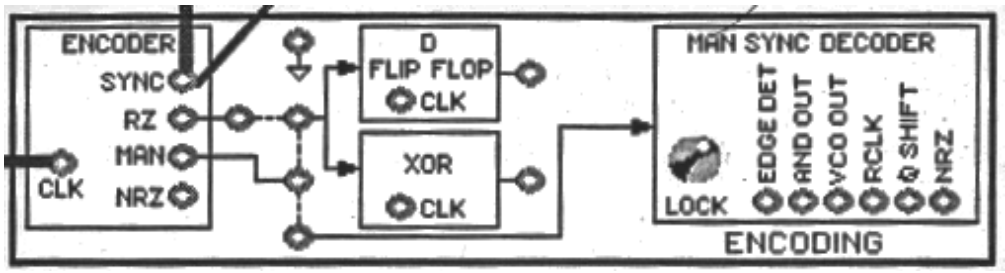
خرج المقارن يكون منطقياً مرتفعاً (HIGH) (+5V)، عندما يكون خرج المرشح فوق القيمة المرجعية للمقارن (.V ref) التي يتم التحكم فيها عن طريق ضبط التغذية الموجبة لوحدة التمارين ،و خرج المقارن يكون منطقياً مرتفعاً (LOW) (0V) عندما يكون خرج المرشح تحت القيمة المرجعية للمقارن (V ref.).

الأجهزة المطلوبة

١. وحدة تمارين الاتصالات الرقمية (Digital Communications Unit)
٢. جهاز راسم الذبذبات ذو القناتين (Oscilloscope)
٣. جهاز مولد الدوال (Function Generator)

خطوات التجربة

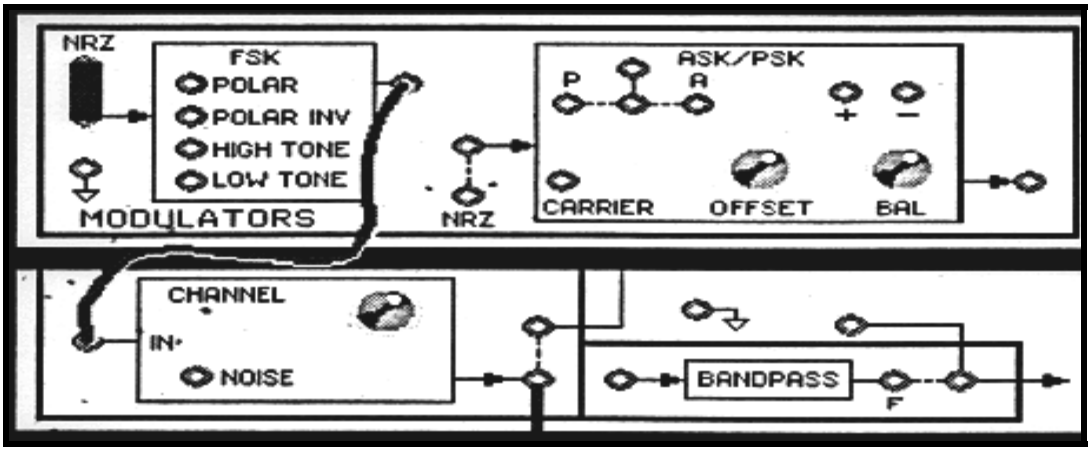
١- على دائرة التشفير(ENCODER) الموضحة في الشكل (10-2)وصل طرف القادح الخارجي للراسم (EXT.) إلى طرف(SYNC) ثم صل القناة (١) إلى الطرف (NRZ)



الشكل (10-2)

٢- على دائرة المعدلات (MODULATORS) أدخل وصلة مزدوجة للتوصيل بين (NRZ) ومدخل دائرة (FSK) ثم وصل خرج الـ(FSK) بمدخل دائرة القناة (CHANNEL)(التي تحاكي مسار الاتصال) مستخدماً سلك توصيل خارجي.

الدائرتان والتوصيل موضح في الشكل (10-3).



الشكل (10-3)

٣- أدر مفتاح ضوضاء القناة(NOISE) بعكس اتجاه حركة عقارب الساعة (CCW)

٤- صل القناة (٢) بخرج دائرة القناة (CHANNEL) وعدل الراسم لعرض إشارتي (NRZ) و(FSK)

٥- كيف تمثل إشارة الـ(NRZ) في إشارة حامل (CARRIER) الـ(FSK) ؟

.....

٦- حرك القناة (٢) لمخرج دائرة مرشح إمرار التردد(BANDPASS) ثم أدخل وصلة مزدوجة بين خرج القناة و مدخل المرشح.

٧- قس اتساع إشارة (FSK) عند مخرج المرشح عندما تكون إشارة (NRZ) عالية (HIGH)

Vp.p = V (NRZ high)

٨- قس اتساع إشارة (FSK) عند مخرج المرشح عندما تكون إشارة (NRZ) منخفضة (LOW)

Vp.p = V (NRZ low)

٩- هل حالة إشارة (NRZ) ممثلة بالاتساع في خرج المرشح ؟

.....

١٠- كاشف الغلاف غير المتزامن(Envelope Detector) يستعيد إشارة (NRZ) من تفاوت الاتساع التي أوجدها المرشح (BANDPASS) .

١١- حرك القناة (٢) إلى مخرج دائرة مقوم الموجة الكاملة (FWR) في دائرة الكاشف غير المتزامن (ASYNC DETECTOR) الموضحة في الشكل (3-10)

١٢- أدخل وصلة مزدوجة بين المرشح(BANDPASS) ودائرة المقوم (FWR) في دائرة الكاشف غير المتزامن (ASYNC DETECTOR) ولاحظ الإشارة الناتجة عن المقوم وصف أهم مايميز هذه الإشارة ويمكن من خلاله اكتشاف إشارة المعلومات (NRZ)

.....

١٣- ما نمط الخانات الثمان المعروض على القناة (٢) ؟

١)1011011 ٢)11001111 ٣)01001001 ٤)10110110

١٤- هل مستويات الجهد لإشارة خرج الـ(LPF) على القناة (٢) موافقة لمستويات الجهد لإشارة (NRZ) على القناة (١) ؟

.....

١٥- حرك القناة (٢) إلى مخرج دائرة مقارن الجهد(VOLT COMP).

١٦- أدر مفتاح التغذية لمصدر القدرة الموجب لوحدة التمارين عكس حركة عقارب الساعة بالكامل (CCW) ثم أدره في الاتجاه المعاكس (CW)ببطء حتى يصبح خرج المقارن يمثل إشارة الـ(NRZ) المعروضة على القناة (١).

١٧- حرك القناة (١) إلى مخرج المرشح (LPF)

١٨- هل يعيد مقارن الجهد المستويات المنطقية (+5V) لخرج المرشح (LPF) ؟

.....

- يمكن إحداث تغييرات في دائرة القناة (CHANNEL) بواسطة تنشيط وإلغاء (CM)

١٩- هل تكتشف (NRZ) بدقة حينما يكون (CM) في حالة تنشيط ؟

.....

٢٠- حرك القناة (١) إلى مخرج مرشح إمرار النطاق الترددي (BANDPASS) ونشط (CM).

٢١- كيف تؤثر (CM) على خرج مرشح إمرار النطاق الترددي (BANDPASS) ؟

.....

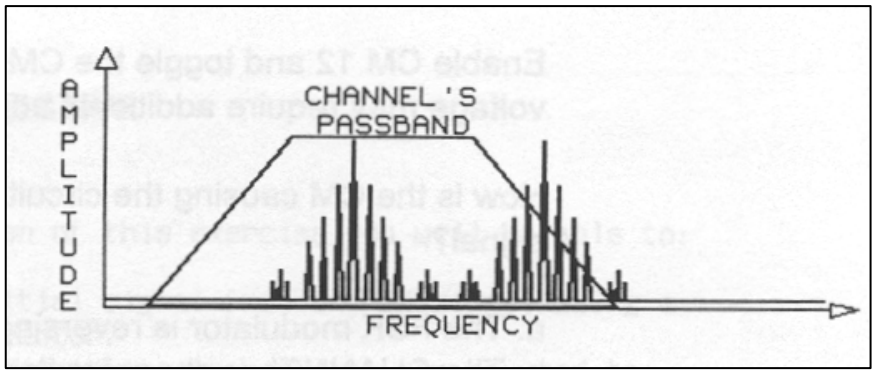
٢٢- حرك القناة (٢) لمخرج دائرة القناة(CHANNEL) لاحظ الخرج أثناء تنشيطك لـ(CM) وإلغاء التنشيط أكثر من مرة وصف كيف تؤثر(CM) في خرج المرشح (BANDPASS)؟

.....

.....

٢٣- حرك القناة (١) إلى مدخل دائرة القناة(CHANNEL) ولاحظ شاشة الراسم أثناء تنشيط (CM).

٢٤- يحاكي تأثير (CM) مايمكن حدوثه إذا لم يتوفر لقناة اتصال عرض نطاق ترددي كافٍ لتمرير كلا الترددين الحاملين بدون توهين كما في الشكل (10-4)



الشكل (10-4)

٢٥- كيف يمكننا التغيير في لوحة الدائرة لتعويض النقص في عرض النطاق للقناة ؟

١) إرسال النغمة العالية مع المزيد من الاتساع أعلى من النغمة المنخفضة.

٢) إنقاص عرض النطاق للمرشح(BANDPASS) في المستقبل.

٣) استعمال ترددات حاملة ضمن النطاق الترددي للقناة .

٤) كل ما سبق ذكره .

التجربة الثالثة

كشف إشارة تعديل إزاحة التردد مفتاحياً (المتزامن)

F S K Synchronous Detection

الأهداف

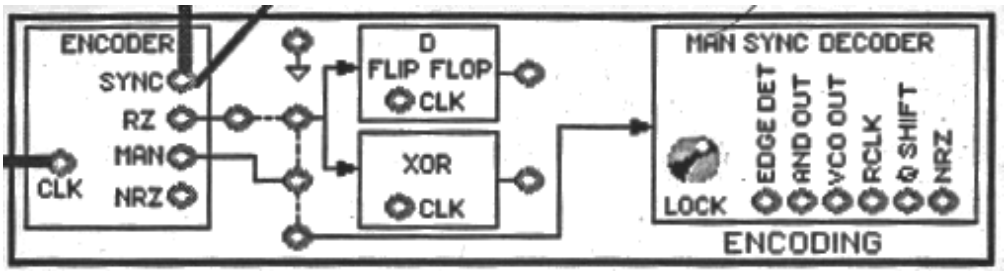
١. استعادة إشارة (NRZ) من إشارة (F S K) بواسطة كاشف متزامن .
٢. التعرف على كيفية استخدام دائرة متابعة الطور المغلقة (PLL) لكشف الإشارة الرقمية الأساسية للبيانات المرسلة من إشارة (FSK).
٣. التعرف على عمل دائرة الـ(PLL) عندما تستخدم كمحول تردد إلى جهد .

الأجهزة المطلوبة

١. وحدة تمارين الاتصالات الرقمية (Digital Communications Unit)
٢. جهاز راسم الذبذبات ذو القناتين(Oscilloscope)
٣. جهاز مولد الدوال(Function Generator)

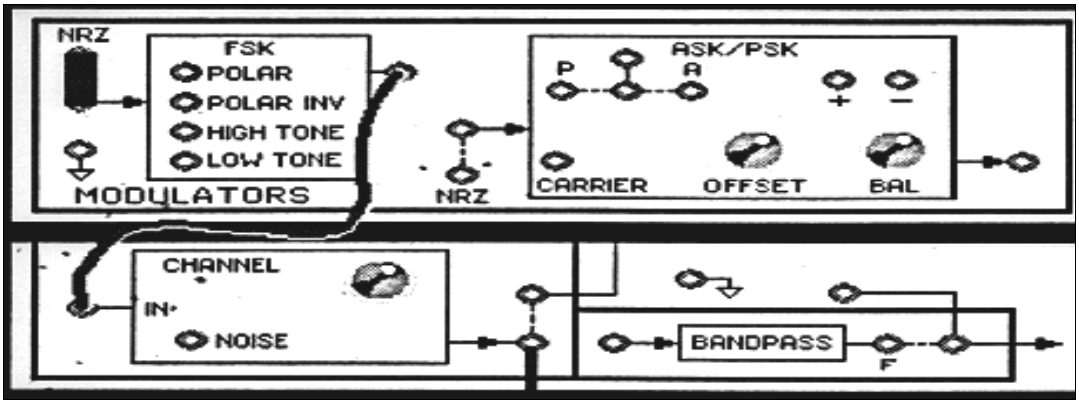
خطوات التجربة

١- على دائرة التشفير(ENCODER) الموضحة في الشكل (11-1)صل طرف القادح الخارجي للراسم (.EXT)معالطرف(SYNC)واضبط الراسم على وضع القدح الخارجي(.EXT) ثم صل القناة (١)مع الطرف(NRZ)لنفس الدائرة



الشكل (11-1)

٢- أدخل وصلة مزدوجة في دائرة المعدلات (MODULATORS) بين الطرف(NRZ) ومدخل دائرة الـ(FSK) ثم أدخل سلك توصيل خارجي بين خرج دائرة الـ(FSK) ومدخل دائرة القناة(CHANNEL) الشكل (11-2) يوضح الدائرتين مع التوصيل



الشكل (11-2)

٣- أدر مفتاح ضوضاء القناة (NOISE) عكس حركة عقارب الساعة (CCW) بالكامل

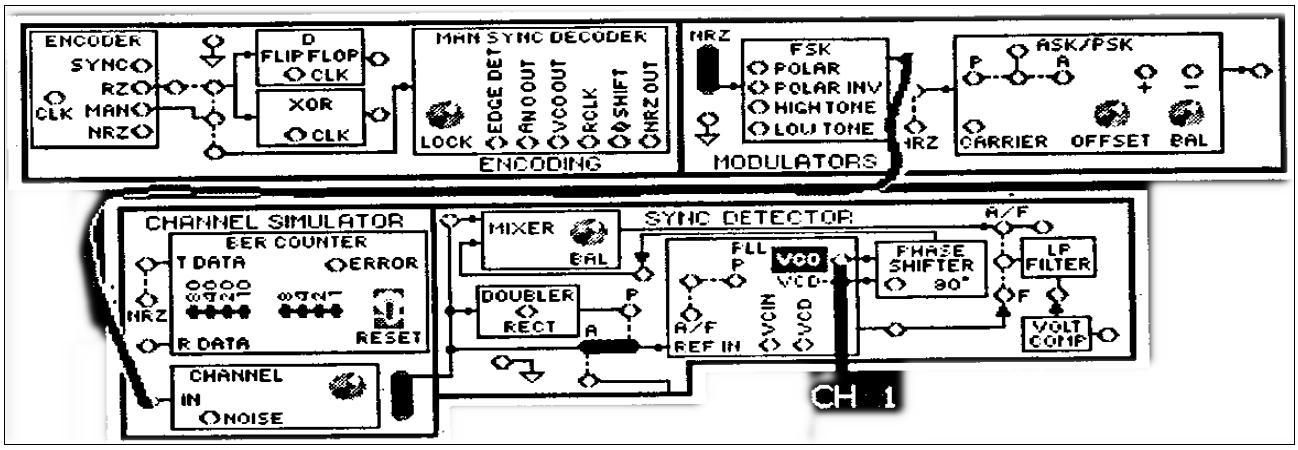
٤- صل القناة (٢) للراسم بمخرج دائرة القناة(CHANNEL) وعدل الراسم لتشاهد كلتا الإشارتين (FSK) و(NRZ) في نفس الوقت .

٥- ماهي القيمة الثنائية للبيانات المعروضة على الراسم للخانتين الأوليتين لإشارة (NRZ) ؟

( )

٦- أدخل وصلة مزدوجة بين خرج القناة(CHANNEL)والكاشف المتزامن(SYNC DETECTOR) وكذلك بين خرج القناة(CHANNEL) ودائرة الـ(PLL)على المدخل (REF IN).

٧- أزل كل التوصيلات المركبة داخل دائرة الـ(PLL) مسبقاً ثم صل القناة (١) بخرج دائرةالـ(VCO) والقناة (٢) إلى مدخل دائرة الـ(PLL) (REF IN) والشكل (11-3) يوضح الدوائر مع التوصيل



الشكل (11-3)

٨- هل يتزامن خرج (VCO) مع إشارة حامل (FSK) ؟

.....

٩- أدخل وصلة مزدوجة بين مدخل (A/F) ومقارن الطور(PLL)عند الطرف (CIN). فالتغذية المرتدة من(VCO)عبرالقلاب من نوع (D) تسمح لمقارن الطور أن يغلق الـ(PLL)

١٠- صل القناة (٢) بمدخل (VCO) الطرف (VCIN) والقناة (١) بمخرج دائرة القناة (CHANNEL) ولإمكانية ملاحظة خرج مقارن الطور(PC) فإن دائرة المرشح (LPF) تكون مفصولة.

- مقارن الطور (PC) يولد جهد دخل الـ(VCO)(VCIN)

١١- متى يكون خرج مقارن الوجه(PC) عالياً (HIGH) ؟

١) عندما يتماثل المدخلان ٢) عندما لا يتماثل المدخلان ٣) عندما تكون المداخل عالية سوياً

١٢- عدل الوضع الأفقي للراسم حتى تصطف الإشارتان على خط الصفر للراسم.

١٣- لملاحظة إشارة (VCD) و(FSK) استعمل القناة (١)

١٤- ما حالة(VCIN)عندما تكون إشارة حامل(FSK) تحت الأرضي ومداخل مقارن الوجه (VCD) عالية ؟

.....

١٥- صل القناة (١) بالطرف (VCD) والقناة (٢) بالطرف (VCIN).

- لقدتم تمكين (CM) لتمرير(VCIN) عبر مرشح (LPF) وهذا المرشح يخفض تأرجح الجهد في خرج مقارن الطور بتوفير ثبات أكثر لدخل الـ(VCO)

١٦- هل يتغير متوسط جهد الدخل للـ(VCO) لكل فترة خانة مثلما يتغير تردد إشارة (VCD)؟

.....

١٧- حرك القناة(٢) لمخرج الـ(VCO) .

١٨- ما تردد مخرج الـ(VCO)حينما تكون إشارة (VCD) في الترددات العالية ؟

F VCO out = HZ

- لدائرة (PLL) يضبط مقارن الطور جهد الدخل للـ(VCO) المدخل (VCIN) للحفاظ على الطور ثابتاً بين إشارات حامل (FSK) و(VCD)

١٩- صل القناة (٢) بإشارة حامل (FSK) .

٢٠- قس تردد إشارة الـ(VCD) عندما تكون إشارة حامل (FSK) 2400 HZ

F VCD out = HZ (FSK high)

٢١- - قس تردد إشارة الـ(VCD) عندما تكون إشارة حامل (FSK) ١200 HZ

F VCD out = HZ (FSK low)

٢٢- هل تتزامن إشارة (VCD) مع إشارة حامل (FSK) ؟

.....

٢٣- حرك القناة (١) لجهد الدخل للـ(VCO) المدخل(VCIN).

٢٤- هل تتبدل قيمة متوسط جهد دخل الـ(VCO) مع تردد حامل (FSK) ؟

.....

٢٥- استعمل وصلة مزدوجة لوصل مخرج الـ(PLL) بمدخل المرشح (LPF)

٢٦- صل القناة (٢) بخرج المرشح (LPF) واضبط القناة (٢) على(500 mv/ DIV)

- دائرة الـ(PLL) تزود المرشح (LPF) بصورة من إشارة دخل الـ(VCO) يقوم المرشح بتنعيم إشارة دخل الـ(VCO) إشارة (NRZ) مدركة

٢٧- ما القيمة الثنائية (BINARY) لأول خانتين من إشارة الـ(FSK) المستعادة الناتجة من المرشح ؟

( )

٢٨- وصل القناة (١) إلى إشارة (NRZ) الأصلية .

٢٩- هل للـ(NRZ) الأصلية والمستعادة مستويات جهد متشابهة ؟

.....

٣٠- يستعيد مقارن الجهد مستويات منطق (5 V) بالمقارنة بين خرج المرشح وجهد مرجعي قابل للضبط (الجهد المرجعي يتولد من تقسيم الفرق بين مصادر تغذية لوحة التمارين الموجبة والسالبة)

٣١- صل القناة (٢) بخرج دائرة مقارن الجهد(VOLT COMP).

٣٢- غير في مصدر تغذية الوحدة السالب (NEGATIVE SUPPLY) حتى يبدو خرجه كنسخة لإشارة(NRZ) الأصلية .

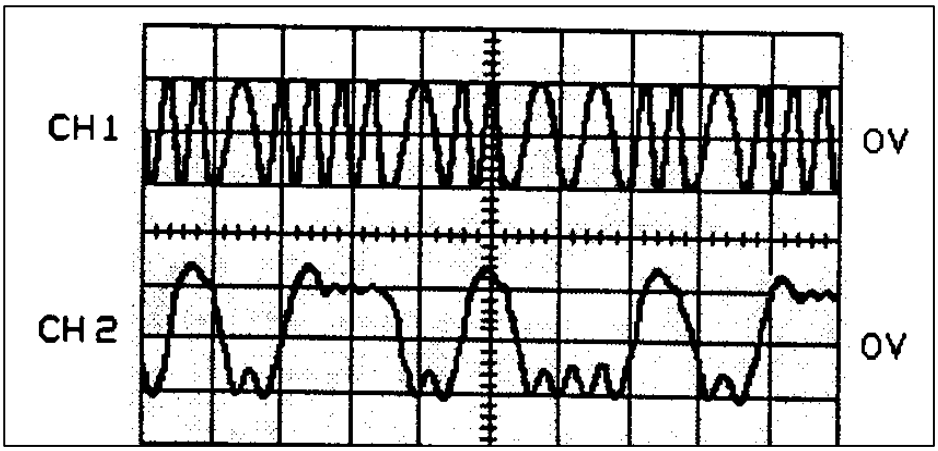
٣٣- هل تتشابه مستويات المنطق لدى إشارات (NRZ) الأصلية والمستعادة ؟

.....

٣٤- حرك القناة (١) لمخرج دائرة القناة(CHANNEL) والقناة (٢) لمخرج دائرة المرشح (LPF).

٣٥- اضبط القناة (١)على (2V/DIV) والقناة (٢) على (500mv/DIV) والزمن على (1mse/DIV) .

- ارسم الإشارات الظاهرة أمامك والتي ستكون كما في الشكل (11-4).



الشكل (11-4)

٣٦- قس الجهد(DC) الأقصى للحالة المنطقية المنخفضة (LOW) لخرج المرشح (LPF)على القناة (٢)؟

DC = mV

٣٧- قس الجهد(DC) الأدنى للحالة المنطقية المرتفعة (HIGH) لخرج المرشح (LPF)على القناة (٢)؟

DC = mV

- تمكن (CM) يخفض عرض نطاق(BANDWIDTH) القناة (CHANNEL) ويسبب هذا التخفيض التفاوت في اتساع إشارة حامل (FSK) كلما تغير التردد.

٣٨- هل تدخل تفاوتات (FSK) السعوية في كشف إشارة (NRZ) ؟

.....

٣٩- مكن الـ(CM) لتوليد توقفات (Discontinuities) في طور إشارة حامل الـ(FSK) .

٤٠- هل تغير الضوضاء في الطور خرج دائرة المرشح (LPF) ؟

.....

أساسيات الاتصالات الرقمية - عملي

تعديل إزاحة الطور مفتاحياً

الوحدة السادسة : تعديل إزاحة الطور مفتاحياً

Phase Shift Keying
(PSK)

اسم الوحدة: تعديل إزاحة الطور مفتاحياً

الجدارة: التعرف على طرق تعديل إزاحة الطور مفتاحياً. تحتوي الوحدة على تجربتين هما :

- **التجربة الأولى:** توليد إشارة تعديل إزاحة الطور مفتاحياً.
- **التجربة الثانية:** كشف إشارة تعديل إزاحة الطور مفتاحياً (المتزامن).

يتعرف المتدرب في التجربة الأولى على :

١. كيفية توليد إشارة (PSK).

أما في التجربة الثانية فيتعرف على :

١. كيفية كشف إشارة (PSK) المتزامن .

الأهداف: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪ بإذن الله.

الوقت المتوقع: ٢ ساعات

الوسائل المساعدة: معمل أساسيات الاتصالات الرقمية. كتب ومراجع في الميدان.

متطلبات الجدارة: أن يكون المتدرب قد اجتاز مقرر الدوائر الكهربائية.

التجربة الأولى

توليد إشارة تعديل إزاحة الطور مفتاحياً

P S K Signal Generation

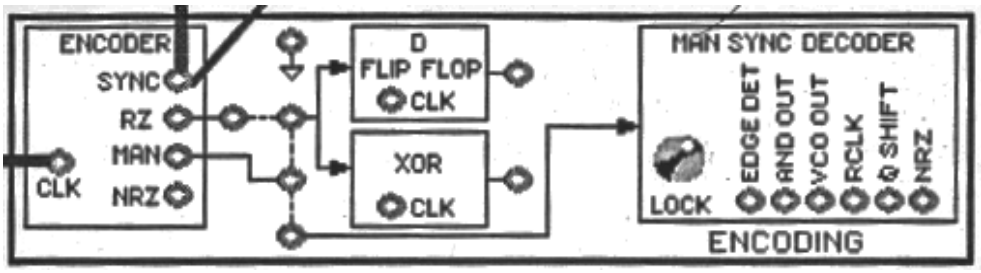
الأهداف: التعرف على كيفية توليد إشارة (PSK).

الأجهزة المطلوبة

١. وحدة تمارين الاتصالات الرقمية (Digital Communications Unit)
٢. جهاز راسم الذبذبات ذو القناتين (Oscilloscope)
٣. جهاز مولد الدوال (Function Generator)

خطوات التجربة

١- على دائرة التشفير الموضحة في الشكل (12-1) صل طرف القناة (١) للراسم بطرف التزامن (SYNC).

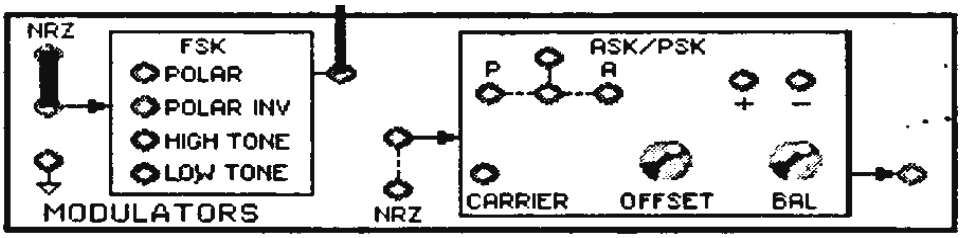


الشكل (12-1)

٢- عدل ضوابط الراسم لملاحظة دورة كاملة لإشارة التزامن (SYNC) في عرض الشاشة .

٣- أزل طرف قناة (١) عن التزامن(SYNC) وصل الطرف الخارجي لقادح الراسم مع (SYNC) واضبط القادح على وضع القدح الخارجي(.EXT)

٤- في دائرة المعدلات(MODULATORS) أدخل وصلة مزدوجة بين الطرف (NRZ) ومدخل دائرة المعدل (PSK/ASK) الموضحة في الشكل (12-2)



الشكل (12-2)

٥- ثم أدخل وصلة مزدوجة أخرى في دائرة المعدل (PSK/ASK) لاختيار تعديل (PSK)

٦- في دائرة (PSK/ASK) أدر مقبض الضبط (OFFSET) بالكامل (CCW) ومقبض (BAL) إلى منتصف مداه.

٧- صل القناة (١) للراسم إلى(NRZ) في دائرة المعدلات والقناة (٢) إلى النقطة (P) في (ASK/PSK)

٨- قارن إشارة (NRZ) على القناة (١) بإشارة (PSK) على القناة (٢) وصف كيف تختلفان

.....

٩- لاحظ الراسم أثناء تحريكك طرف القناة (٢) لخرج المعدل المتوازن (BALANCED MODULATOR) (+) ثم الخرج (-)

- ماهو الخرج الذي زاويته (0°) بعد تحول (NRZ) مباشرة لمستوى منخفض ؟

.....

١٠- حرك طرف القناة (٢) لمخرج (ASK/PSK).

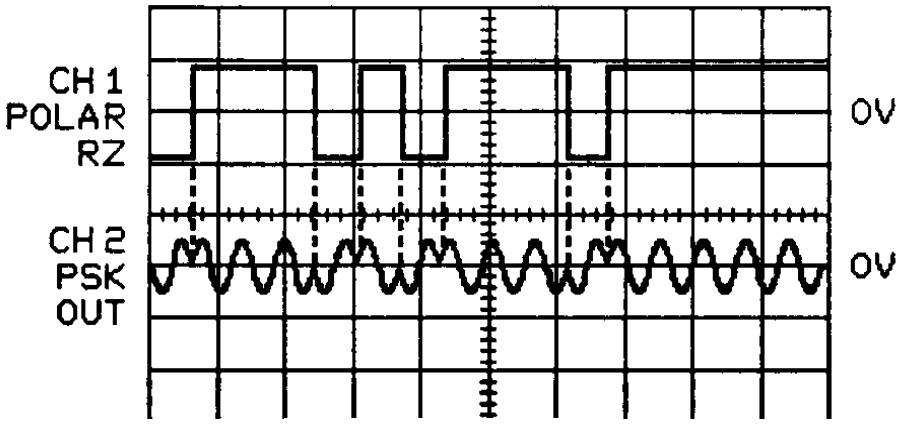
١١- لاحظ إشارة الخرج على الراسم وأنت تدير مقبض (BAL) باتجاه (CCW) كاملاً ثم باتجاه (CW) كاملاً و ما هو المتغير الذي يتغير في إشارة (PSK) مع تغير وضع (BAL)؟

.....

١٢- يعوض (BAL) اختلاف توازن الدائرة قم بتعديله حتى تصطف القيم العظمى للموجة الجيبية.

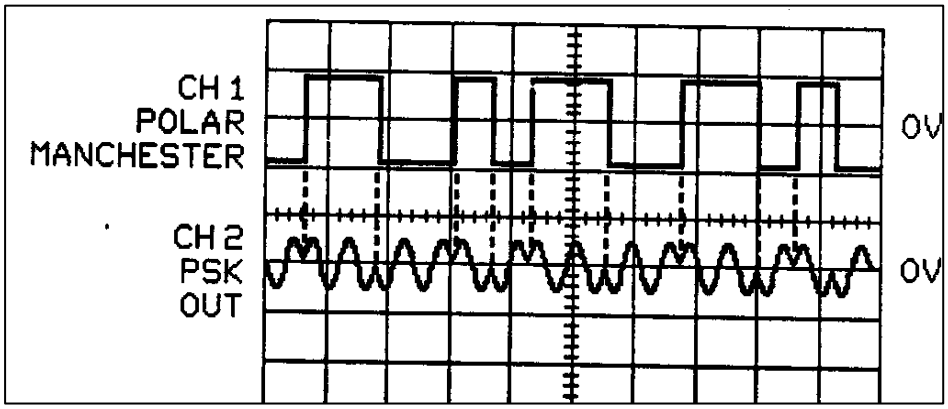
١٣- أزل الوصلة المزدوجة التي تربط(NRZ) بمدخل دائرة (ASK/PSK) واستعمل سلك توصيل خارجي للتوصيل بين الطرف (RZ) من دائرة التشفير ومدخل دائرة (ASK/PSK) ثم حرك القناة (١) لمدخل المعدل المتوازن(BALANCED MODULATOR)

١٤- عدل الراسم واضبطه بحيث تشاهد الإشارات كما في الشكل (12-3)



الشكل (12-3)

١٥- حرك سلك التوصيل الخارجي من (RZ) إلى (MAN) في دائرة التشفير ثم عدل ضوابط الراسم حتى تشاهد الإشارات كما في الشكل (12-4)

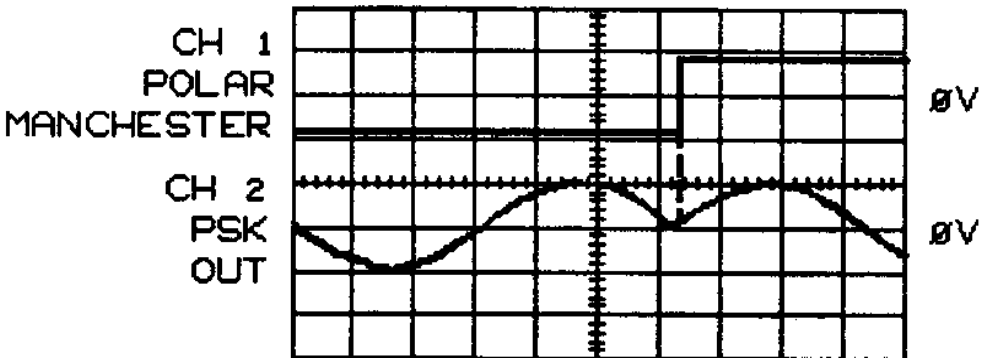


الشكل (12-4)

١٦- مدد زمن الراسم إلى (50µs/DIV) وعدل الراسم لرؤية الإشارات كما في الشكل(12-5)
ويمكنك ملاحظة أن طور إشارة (PSK) هو (١٨٠°)عقب تحول الإشارة الرقمية إلى قيمة منخفضة (LOW)

- ما زاوية الطور للـ(PSK) عقب تحول الإشارة الرقمية إلى القيمة العالية

١) ٠ ° ٢) ٩٠ ° ٣) ١٨٠ °



الشكل (12-5)

١٧- سيتم الآن تمكين (CM) لإزاحة طور الحامل الذي بدوره يغير طور إشارة (PSK)عند تحول القيم

التجربة الثانية

كشف إشارة تعديل إزاحة الطور مفتاحياً (المتزامن)

P S K Synchronous Detection

الأهداف

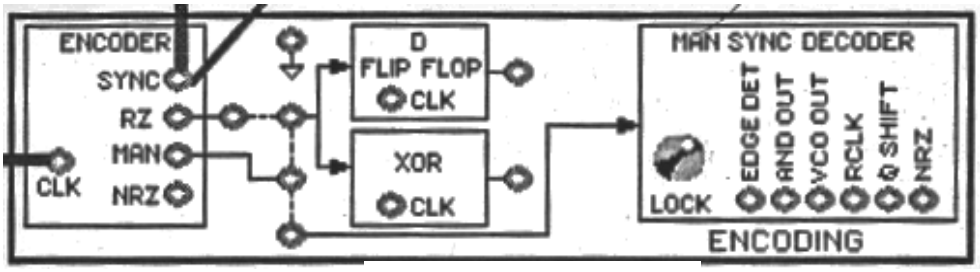
١- شرح كيفية كشف إشارة (PSK) المتزامن .

الأجهزة المطلوبة

١. وحدة تمارين الاتصالات الرقمية (Digital Communications Unit)
٢. جهاز راسم الذبذبات ذو القناتين (Oscilloscope)
٣. جهاز مولد الدوال(Function Generator)

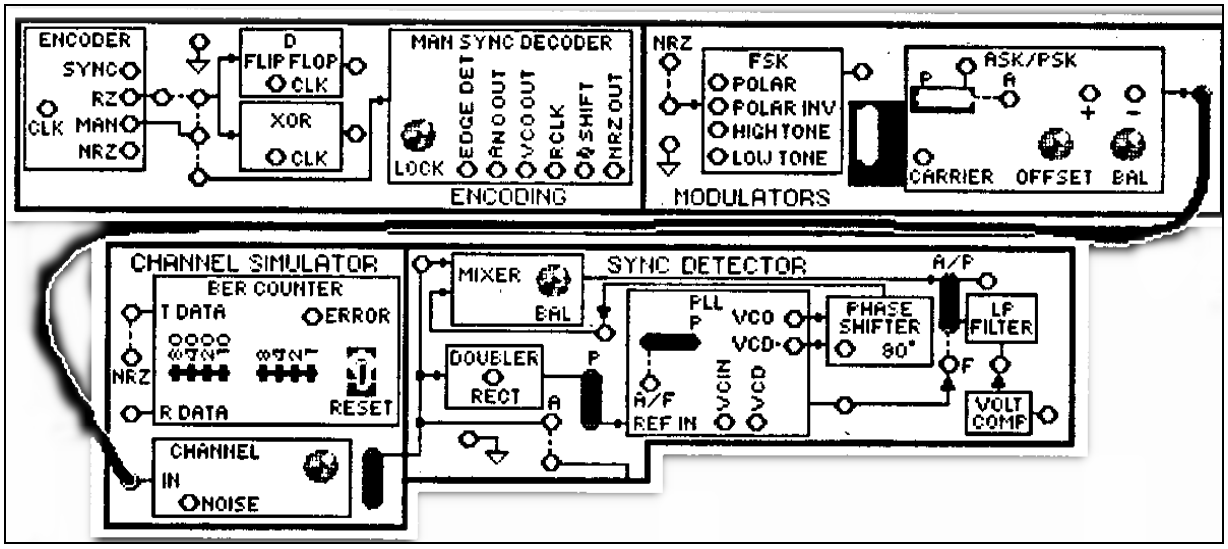
خطوات التجربة

١- في دائرة المعدلات الموضحة في الشكل (13-1) استخدم وصلات مزدوجة لاختيار (NRZ) كإشارة دخل ومعدل (PSK)



الشكل (13-1)

٢- صل سلك توصيل خارجي من مخرج (PSK) إلى مدخل دائرة القناة (CHANNEL) ثم صل خرج دائرة القناة بالكاشف المتزامن(SYNC DETECTOR) باستخدام وصلة مزدوجة .ثم صل طرف القادح الخارجي للراسم مع الطرف(SYNC) لدائرة التشفير والقناة (١) مع الطرف (NRZ) لدائرة التشفير ثم صل القناة (٢) لنقطة تجربة الحامل في دائرة المعدلات (MODULATORS)
الشكل (13-2) يوضح الدوائر والتوصيل



الشكل (13-2)

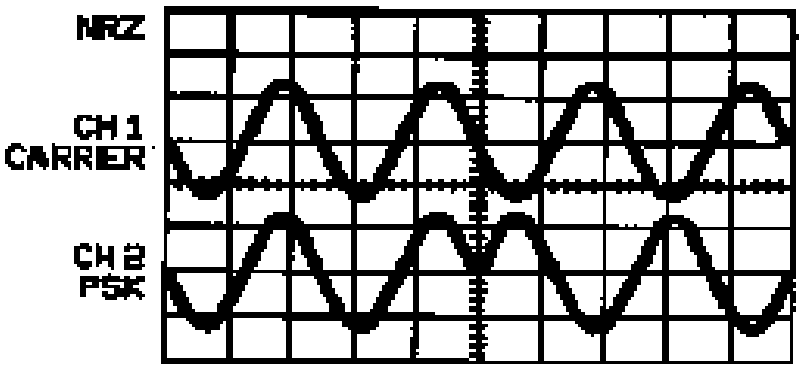
٢- عدل الراسم لرؤية الخانتين الأوليتين من بيانات (NRZ)

٣- على القناة (٢) كم دورة حامل تحدث إبان أي فترة خانة ؟

.....

٤- حرك القناة (١) لنقطة تجربة الحامل والقناة (٢) لخرج دائرة القناة (CHANNEL) ثم أدر مقبض الضوضاء (NOISE) كاملا باتجاه (CCW) لتقليل التداخل .

٥- عدل ضوابط الراسم ومقبض (BAL) في دائرة المعدلات لمشاهدة الحامل وإشارة (PSK) كما في الشكل(13-3)



الشكل (13-3)

٦- أثناء أي مستوى منطق لإشارة (NRZ) تكون إشارة (PSK) في نفس الوجه مع الحامل؟

.....

٧- حرك القناة (١) لخرج المقوم في دائرة المضاعف الـ(DOUBLER) الطرف (RECT)

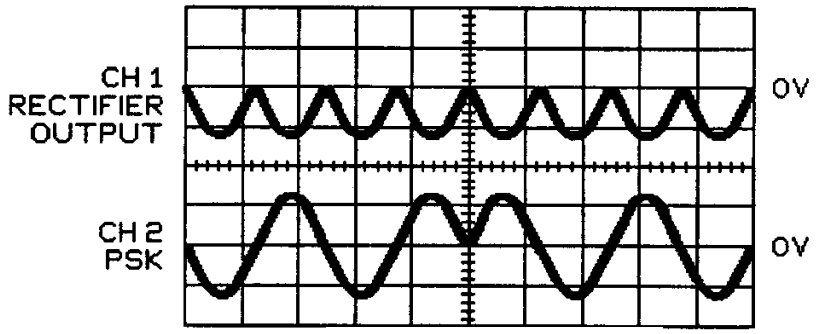
٨- قارن الإشارتين على القناتين

.....

٩- ما الذى تزيله دائرة المقوم من إشارة (PSK) ؟

١) معلومات مغير الطور ٢)البيانات ٣) الاثنان معاً

وبما أن هدف مزامن الحامل هو إعادة توليد الحامل فقط فإن معلومات مغير الوجه غير مطلوبة في هذه المرحلة و الشكل (13-4) يوضح خرج دائرة المقوم



الشكل (13-4)

١٠- حرك طرف القناة (١) للحامل والقناة (٢) لخرج المضاعف(DOUBLER) فأي متغير لإشارة الحامل ضاعفته دائرة المضاعف(DOUBLER) ؟

.....

١١- حرك القناة (٢) إلى(VCO) في دائرة(PLL)

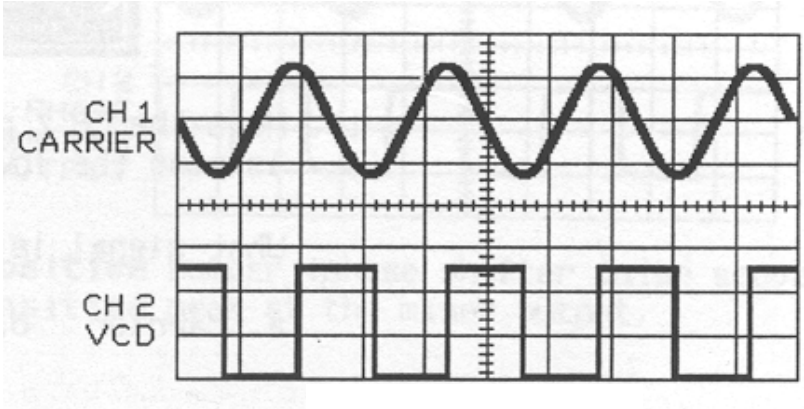
- تردد خرج الـ(VCOله نفس تردد؟

١) إشارة الحامل ٢) خرج المضاعف

١٢- حرك القناة (٢) إلى (VCD) .

١٣- قارن بين الحامل وأشكال إشارة (VCD) بواسطة الراسم

- إن (VCD) هو إشارة (VCO) المقسومة على(٢) ويمكن رؤية الإشارتين على الراسم تشتركان في نفس التردد لكنهما مختلفتي الطور كما في الشكل (13-5).



الشكل (13-5)

- ماهو فرق الطور بين موجة جيب الحامل وموجة(VCD) المربعة ؟

١) 0° ٢) ٩٠° ٣) 180°

١٤- حرك القناة (٢) لموضع(٩٠°) في دائرة مغير الطور.

- ما الذي تستخلصه بمقارنة إشارة الحامل بإشارة (٩٠°)؟

١- البيانات تمت استعادتها من إشارة (PSK)

٢- إشارة الحامل أعيد توليدها من إشارة (PSK)

٣- كلا النقطتين

١٥- حرك القناة (٢) لخرج مغير الطور الموهن وهو أيضاً الدخل المنخفض للمازج (MIXER).

- ما الإشارة الموجودة في المدخل الآخر لدائرة الـ (MIXER)

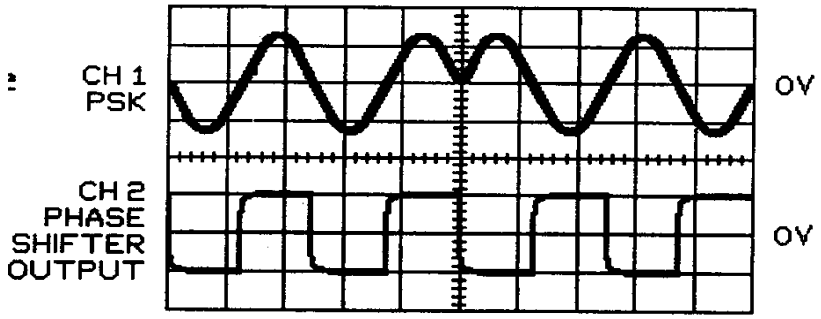
١)الحامل ٢)PSK ٣)VCD

١٦- زد حساسية القناة (٢) إلى(50mv/DIV) لرؤية خرج مغير الطور الموهن ضع إشارة القناة (٢) فوق إشارة القناة (1) للتأكد أن الإشارتين لهما نفس التردد والطور .

- مانوعية القطبية التي لإشارة خرج ناقل الطور(PHASE SHIFTER) ؟

١) قطبية (polar) ٢) غير قطبية (unipolar)

١٧- حرك القناة (١) إلى إشارة (PSK) في دخل المازج (MIXER) وشاهد الإشارات التي تبدو كما في الشكل(13-6)



الشكل (13-6)

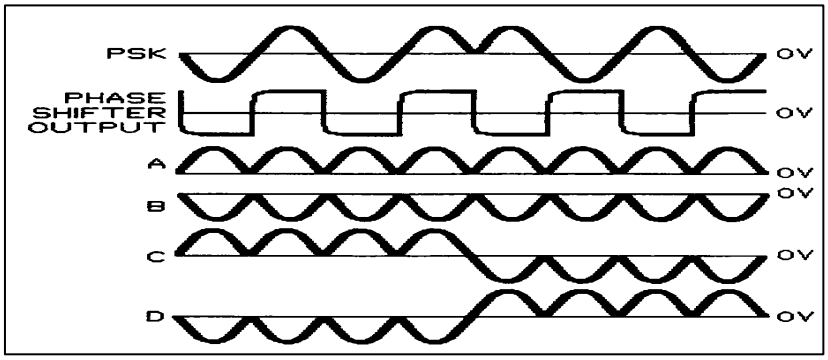
- يبين هذا الشكل إشارات الدخل للمازج والمازج هو معدل متوازن خرجه ينتج من إشارتي دخل. وخرج مغير الطور هو إشارة قطبية لذلك فإن المازج يضرب (PSK) برقم موجب لنبضات ناقل الطور العالية وبرقم سالب لنبضات ناقل الطور المنخفضة.

فمثلاً إن قمة(PSK) السالبة الأولى قد ضربت برقم سالب (نبضة ناقل الطور تحت الصفر) وينتج عنه قمة موجبة في خرج المازج

وقمة(PSK) الموجبة الأولى ضربت في رقم موجب (نبضة ناقل الطور فوق الصفر) وينتج عنه أيضاً قمة موجبة في خرج المازج .

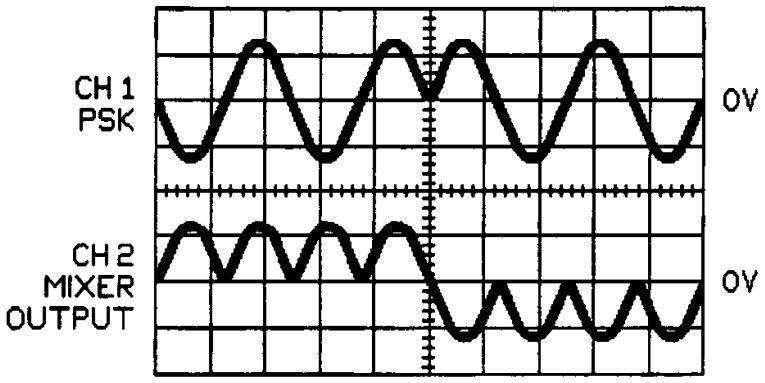
١٨- ما الشكل الذي يمثل بشكل صحيح الناتج الكلي للـ(PSK) وناقل الطور في الشكل(13-7) (PHASE SHIFTER)

١) A ٢) B ٣) C ٤) D



الشكل (13-7)

١٩- حرك طرف القناة (٢) لطرف خرج المازج ثم عدل ضوابط الراسم ومقبض(BAL) لتحصل على أشكال الإشارة المبينة في الشكل (13-8)



الشكل (13-8)

- يحتوي خرج المازج على العديد من القمم الموجبة يتبعها العديد من القمم السالبة فمتى تغير قطبية القمم في العلاقة بإشارة (PSK) ؟

١)في كل تقاطع صفر لإشارة (PSK) ٢) في كل فترة تغير قمم(PSK) القطبية

٣)عندما يتغير طور إشارة (PSK)

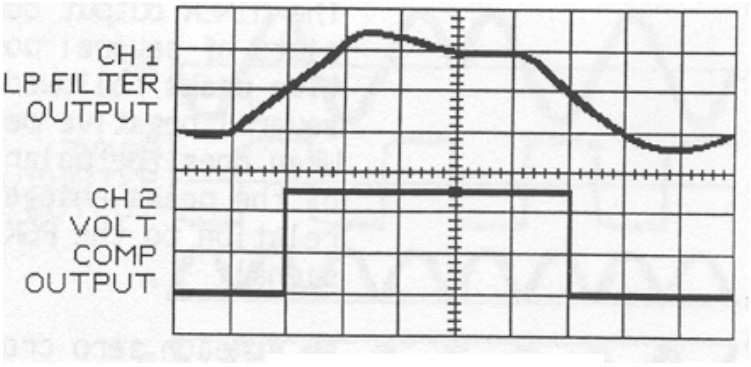
٢١- حرك القناة (١) لخرج المرشح (LPF) ثم غير ضبط القناة (١) إلى (0.5V/DIV)

- تستخلص من شكل الموجة على القناة (١) أن مرشح (LPF)

١) يمرر تردد الحامل ٢) يوهن تردد الحامل

٢٢- وحرك القناة (٢)لخرج مقارن الجهد ثم أدر مقبض التغذية السلبي للوحدة باتجاه (CCW) كاملا .

٢٢- ادر ببطء مقبض التغذية السالب للوحدة باتجاه (CW) للحصول على إشارة القناة (٢) كما في الشكل (13-9)



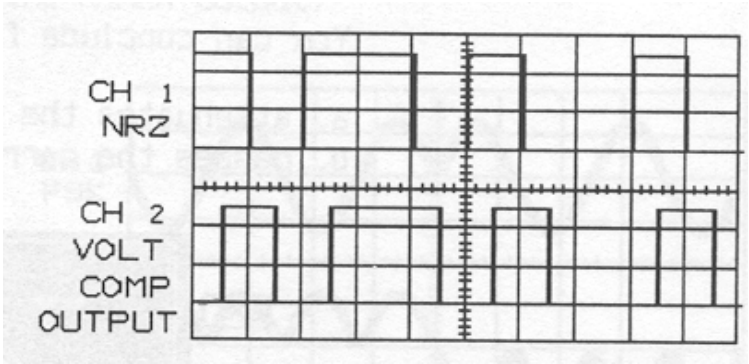
الشكل (13-9)

- ما عمل مقارن الجهد ؟

١) مشكل نبضات ٢) كمرشح (LPF) ٣) كاشف الناتج

٢٣- حرك طرف القناة (١) للطرف (NRZ) في دائرة المعدلات ثم عدل ضوابط الراسم للحصول على أشكال الإشارة المبينة في شكل (13-10) وتبين هذه الأشكال أن دائرة الكاشف المتزامن يمكن أن

١) تفك تشفير إشارة (NRZ) ٢) تفك تعديل إشارة (PSK) ٣) كل ماسبق



الشكل (13-10)

٢٤- أزل الوصلة المزدوجة من خرج دائرة القناة (CHANNEL) وباستخدام سلك توصيل خارجي صل خرج القناة بدخل دائرة الكاشف غير المتزامن ثم حرك القناة (٢) لخرج مقارن الجهد في دائرة الكاشف غير المتزامن (ASYNC DETECTOR)

٢٥- لاحظ الكاشف وأنت تدير مقبض التغذية الموجب للوحدة من كامل(CCW) لكامل (CW) ماذا تستخلص من الخطوة السابقة ؟

١)إشارة (PSK) يمكن فك تعديلها فقط بواسطة الكاشف المتزامن

٢) إشارة (PSK) يمكن فك تعديلها فقط بواسطة الكاشف المتزامن وغير المتزامن

المراجع

Wayane Tomasi `` Electronic communication systems fundamental through advanced `` .

Schaum's outlines `` Analog and digital communications`` McGraw Hill (1993).

Horld B. Killen `` Communication techniques`` Macmilan publishing company New York (1985).

Louis E. Frenzel `` Communication electronics principles and applications`` McGraw Hill 3 rd edition (2000).

Gary M. Miller`` Modern electronic communications`` Prentice Hall International Inc (1996).

Dornhofer G. and Nies A. ``STE 6.1.6 High frequency circuits using plug in system electrical engineering and electronics`` Lybold Didactic GMBH (1990).

Lathi B.P. `` Modern digital communication systems`` second edition, Rinehart and Winston Inc., Orlando 32887 (1989). The translated copy by. Dr. Ibrahim El khadi, Dr. Abdelaziz El rouisi amd Dr. Adel Ali `` King Saoud University``.

Saad Ali El Haj Bakri and Mohamad abderhman El harbi`` Intoduction to communication`` King Saoud university (1988)

المحتويات

مقدمة .....
تمهيد .....
الوحدة الأولى : تعديل سعة النبضات ..... - ١ -
توليد إشارة تعديل سعة النبضة ..... - ٢ -
كشف تعديل سعة النبضات ..... - ٨ -
الوحدة الثانية : التجميع بالتقسيم الزمني ١٤
إرسال إشارة (PAM) بطريقة التجميع بالتقسيم الزمني ١٥
استقبال إشارة PAM بطريقة التجميع بالتقسيم الزمني ٢٣
الوحدة الثالثة : تعديل شفرة النبضات ٣٢
توليد وكشف إشارة تعديل شفرة النبضات ٣٣
إرسال إشارة تعديل شفرة النبضات ٤١
تشفير الخط ٥٠
التشفير ٥١
فك التشفير ٥٨
الوحدة الخامسة : تعديل إزاحة التردد مفتاحياً ٦٨
توليد إشارة تعديل إزاحة التردد مفتاحياً ٦٧
كشف إشارة تعديل إزاحة التردد مفتاحياً (الغير متزامن) ٧٤
كشف إشارة تعديل إزاحة التردد مفتاحياً (المتزامن) ٧٦
الوحدة السادسة : تعديل إزاحة الطور مفتاحياً ٨٤
توليد إشارة تعديل إزاحة الطور مفتاحياً ٨٥
كشف إشارة تعديل إزاحة الطور مفتاحياً (المتزامن) ٨٧
الوحدة السابعة : تعديل إزاحة السعة مفتاحياً ٩٥
توليد إشارة تعديل إزاحة السعة مفتاحياً ٩٦
كشف إشارة تعديل إزاحة السعة مفتاحيا (المتزامن) ١٠٠