

## أنواع التعديل الرقمي

تعديل إزاحة التردد

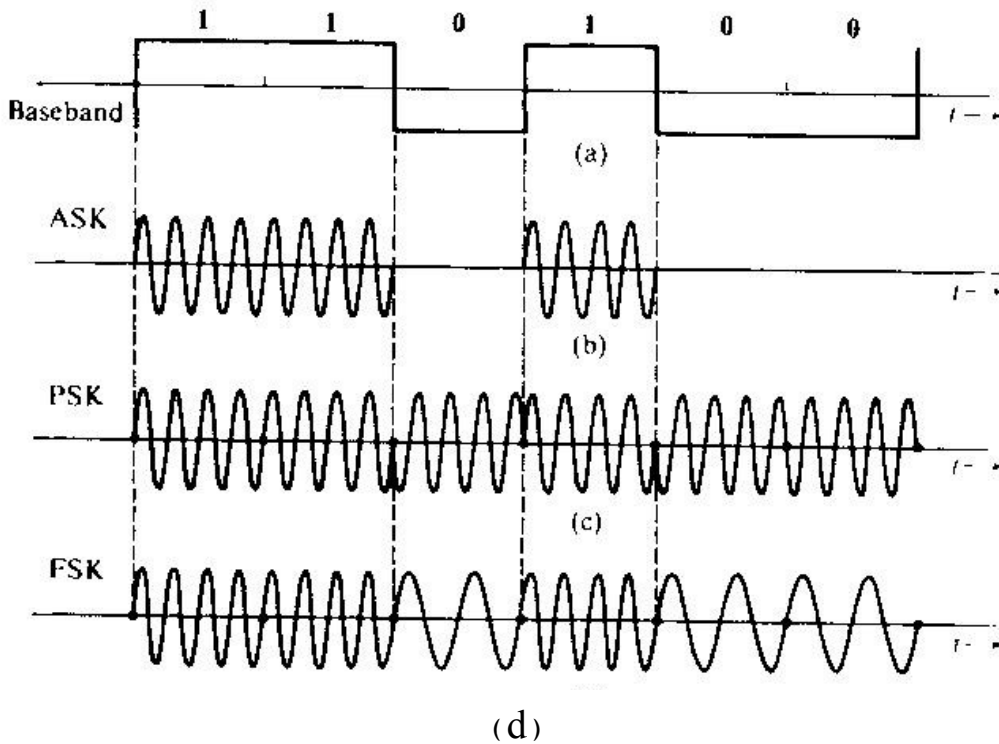
تعديل إزاحة التردد

5

### مقدمة: أنظمة الموجة الحاملة الرقمية Digital Carrier Systems

نظراً لأن إشارات النطاق الأساسي (الإشارة الأصلية) Baseband signal تحتوي على قدر وافر من القدرة عند الترددات المنخفضة، فإن هذا يجعلها مناسبة للإرسال من خلال زوج من الأسلاك النحاسية أو كابل محوري نحاسي أو ألياف بصرية. بينما لا يمكن بل من المستحيل إرسال هذه الإشارات Baseband signal من خلال الوصلات (الشبكات) اللاسلكية Radio links أو الأقمار الصناعية Satellites لأن هذا يتطلب هوائيات ذات أطوال غير عملية بالمرّة؛ كما أوضحنا في أسباب الحاجة للتعديل. لهذا، فإن طيف الإشارة Signal Spectrum يجب أن يتم إزاحته إلى نطاق التردد العالي. وهذا يؤدي بدوره إلى إرسال عدة رسائل في آن واحد عن طريق المشاركة في النطاق الترددي الكبير لوسط الإرسال (النقل) "FDM" Frequency Division Multiplexing.

وفيما يلي نعرض ثلاثة أنظمة لتوضيح نظام الإرسال بإزاحة طيف الإشارة الأصلية إلى التردد العالي:



- 1- نظام الإرسال بإزاحة السعة (الاتساع) "ASK" Amplitude-Shift Keying وفيه تقوم الإشارة الأصلية وهي عبارة عن on-off بتعديل إشارة الموجة الحاملة ذات التردد العالي كما هو موضح بالشكل - b.

- 2- نظام الإرسال بإزاحة التردد "FSK" Frequency-Shift Keying وفي هذه الحالة يتغير تردد الموجة الحاملة تبعاً لإشارة المعلومة كما هو موضح بالشكل - d.
- 3- نظام الإرسال بإزاحة زاوية الطور "PSK" Phase-Shift Keying وفي هذه الحالة لو كانت الإشارة الأصلية  $p(t)$ ؛ فإن المرسل تكون كما يلي:
- $$1 \longrightarrow p(t) \cos \omega_c t$$
- $$0 \longrightarrow -p(t) \cos \omega_c t = p(t) \cos (\omega_c t + \pi)$$
- كما هو موضح بالشكل - c.

### تعديل إزاحة التردد ( F S K ) Frequency Shift Keying

- رقم التجربة: 22 & 23  
اسم التجربة: تعديل وكشف تعديل إزاحة التردد؛ وتحتوي على ثلاث تجارب:
1. التجربة الأولى (22): توليد إشارة تعديل إزاحة التردد.
  2. التجربة الثانية (23): كشف إشارة تعديل إزاحة التردد (المتزامن).
- الزمن اللازم للتجربتين: 4 ساعات
- الهدف من التجربة:** التعرف على طرق تعديل إزاحة التردد. تحتوي الوحدة على ثلاث تجارب هي:
- يتعرف المتدرب في التجربة الأولى على:**
1. الصلة بين إشارة (F S K) وإشارة البيانات الرقمية الأصلية.
  2. كيف يمكن استخدام المبدل التماثلي (Analog Multiplexer) كمعدل (FSK).
  3. الطيف الترددي لإشارة (FSK).
- أما في التجربة الثانية فيتعرف على:**
1. استعادة إشارة (NRZ) من إشارة (F S K) بواسطة كاشف متزامن.
  2. كيف يمكن استخدام دائرة متابعة الطور المغلقة (PLL) لكشف الإشارة الرقمية الأساسية للبيانات المرسل من إشارة (FSK).
  3. عمل دائرة الـ (PLL) عندما تستخدم كمحول تردد إلى جهد .

## التجربة الأولى

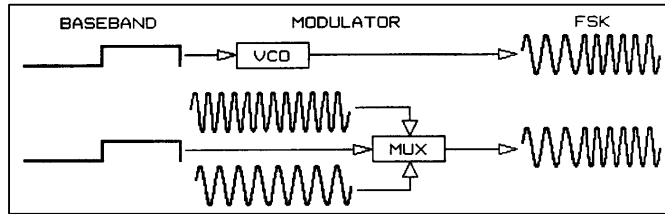
### توليد إشارة التعديل بإزاحة التردد F S K Signal Generation

#### الأهداف

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

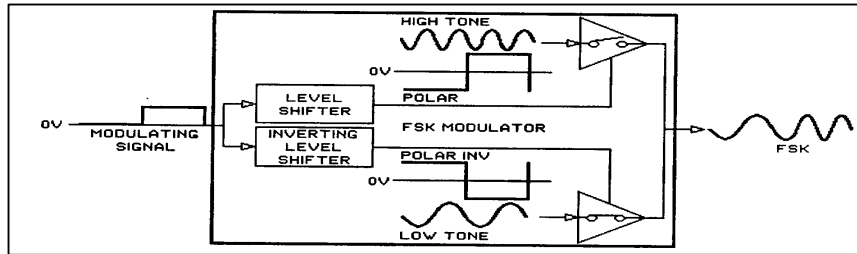
#### الشرح:

- الشكل (1-22) 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 (1-22)

و الدائرة الموضحة في الشكل (2-22) تمثل أحد معدلات (FSK) حيث يعمل مفتاحا الإزاحة حسب إشارة البيانات المعدلة حيث يغلق أحدهما عندما تكون إشارة البيانات عالية (HIGH). أما الآخر فيغلق عندما تكون إشارة البيانات منخفضة (LOW) فتكون الإشارة الناتجة عبارة عن تتابع من ترددين حسب حالة إشارة الدخل (NRZ).



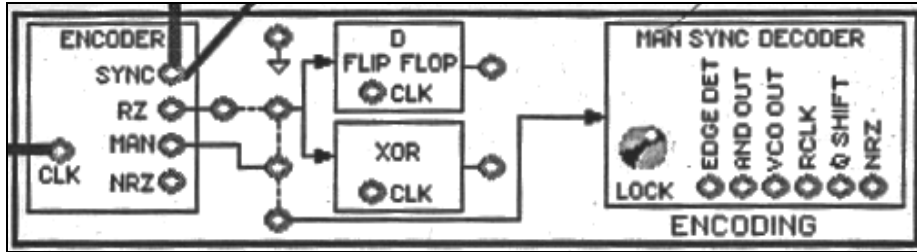
الشكل (2-22)

## الأجهزة المطلوبة

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

## خطوات التجربة

- 1- على دائرة التشفير (ENCODING) الموضحة في الشكل (3-22) وصل طرف القادح الخارجي للراسم (EXT.) إلى الطرف (SYNC) ثم وصل القناة (1) للراسم بالطرف (NRZ) على نفس الدائرة.

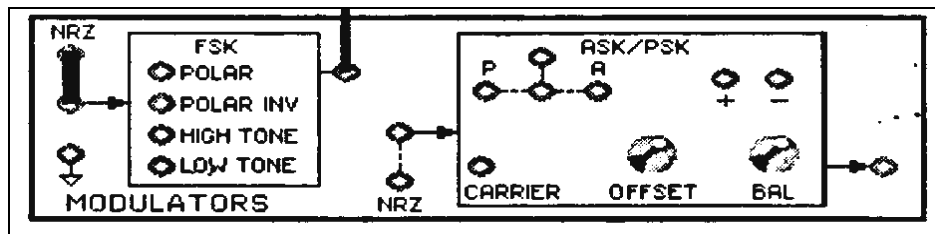


الشكل (3-22)

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

$$\text{BAUD RATE} = \text{baud}$$

- 3- على دائرة المعدلات (MODULATORS) الموضحة في الشكل (4-22) أدخل وصلة مزدوجة بين مدخل (FSK) وطرف (NRZ) ثم صل القناة (2) بمخرج المعدل (FSK)



الشكل (4-22)

- 4- قس الـ (BAUD RATE) لإشارة (FSK) على القناة (2)

$$(FSK) \text{ BAUD RATE} = \text{baud}$$

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

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

$$V_{p.p} = V \quad (\text{high})$$

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

$$V_{p.p} = V \quad (\text{low})$$

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

8- 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 ؟

$$270^\circ (4) \quad 180^\circ (3) \quad 90^\circ (2) \quad 0^\circ (1)$$

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

$$270^\circ (4) \quad 180^\circ (3) \quad 90^\circ (2) \quad 0^\circ (1)$$

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

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

$$F = \text{KHZ} \quad (\text{high})$$

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

$$F = \text{KHZ} \quad (\text{low})$$

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

14- صل القناة (2) بطرف الإشارة القطبية (POLAR) على دائرة الـ (FSK).

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

16- صل القناة (1) بطرف الإشارة القطبية المعكوسة (POLAR INV) على دائرة الـ (FSK) .

17- ما وجه الاختلاف بين الإشارتين على القناتين ؟

18- حرك القناة (1) إلى مخرج دائرة ال(FSK).

19- ما تردد إشارة ال(FSK) عندما تكون الإشارة القطبية (POLAR) عالية

$$F = \text{KHZ (high)}$$

20- حرك القناة (2) إلى طرف إشارة النغمة العالية (HIGH TONE)

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

$$F = \text{KHZ (high tone)}$$

22- حرك القناة (2) لإشارة النغمة المنخفضة (LOW TONE)

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

$$F = \text{KHZ (low tone)}$$

24- أي إشارة تكون لمخرج ال(FSK) عندما تكون الإشارة القطبية عالية؟

25- صل القناة (1) بالنغمة العالية (HIGH TONE) والقناة (2) بالنغمة المنخفضة (LOW TONE)

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

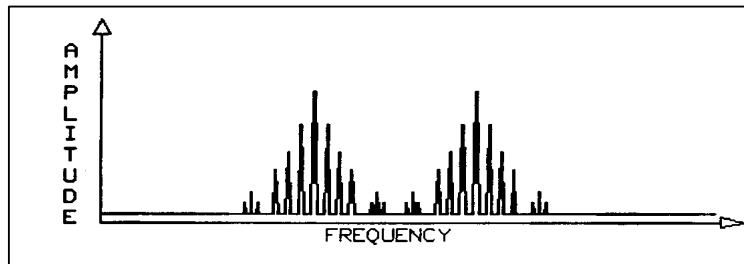
26- ما التأثير الذي تلاحظه لتنشيط (CM) ؟

27- حرك القناة (2) إلى مخرج ال(FSK) ثم نشط (CM) والغه أكثر من مرة.

28- مانوع التعديل الذي ينتجه ال(FSK) عندما يكون (CM) نشطاً ؟

29- يحتوي الطيف الترددي لإشارة ال(FSK) عناصر تردد إشارتي حامل ال(FSK) المعدلتين كما يظهر

في الشكل (22-5) لتحليل الإشارتين في مستوى التردد.



شكل (22 - 5)

30- في أي تردد تنتج دائرة معدل ال(FSK) قمم اتساع التردد؟

600 HZ(1      600/1200 HZ(2      1200/2000 HZ(3      2025/2225 HZ(4

31- صل القناة (1) لطرف الإشارة القطبية ثم قم بتنشيط وإلغاء (CM) عدة مرات ولاحظ التغير الذي يطرأ على خرج الـ(FSK).

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

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

(1) 0° (2) 45° (3) 90° (4) 180°

- 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 (180°) عندما غير الـ(FSK) التردد .

34- ما زاوية الطور لحامل الـ(FSK) (2400HZ) مباشرة قبل تحول إشارة القطبية من الحالة العالية

(HIGH) إلى الحالة المنخفضة (LOW)

(1) 0° (2) 45° (3) 90° (4) 180°

35- حرك القناة (2) إلى (HIGH TONE) و قم بتنشيط وإلغاء (CM) أكثر من مرة .

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



## التجربة الثالثة

### كشف إشارة تعديل إزاحة التردد (المتزامن)

#### F S K Synchronous Detection

#### الأهداف

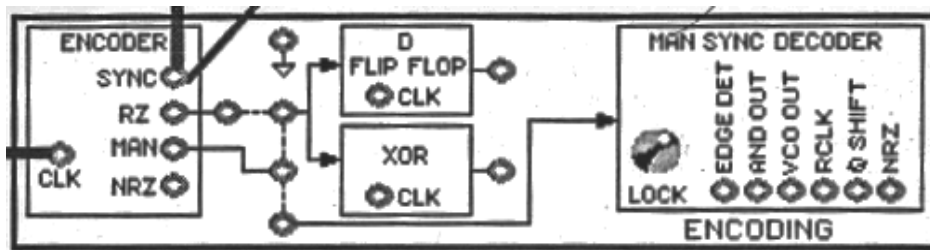
1. استعادة إشارة (NRZ) من إشارة (F S K) بواسطة كاشف متزامن .
2. التعرف على كيفية استخدام دائرة متابعة الطور المغلقة (PLL) لكشف الإشارة الرقمية الأساسية للبيانات المرسله من إشارة (FSK).
3. التعرف على عمل دائرة الـ(PLL) عندما تستخدم كمحول تردد إلى جهد .

#### الأجهزة المطلوبة

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

#### خطوات التجربة

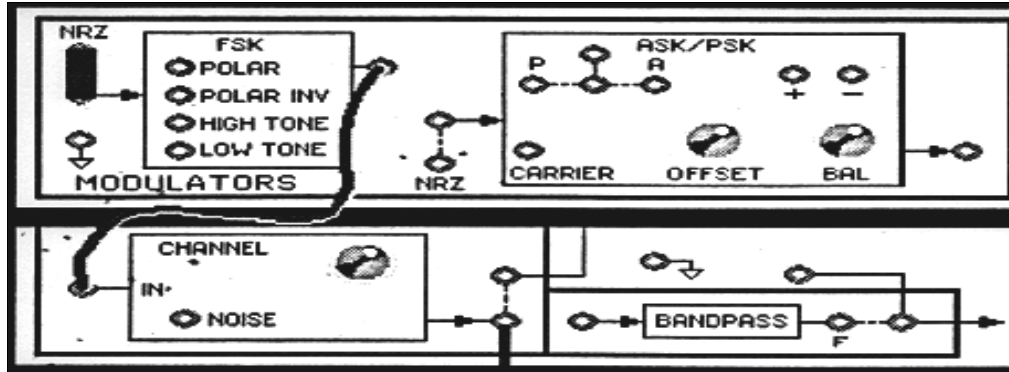
- 1- على دائرة التشفير(ENCODER) الموضحة في الشكل (1-23) صل طرف القادح الخارجي للراسم (EXT.) مع الطرف (SYNC) واضبط الراسم على وضع القدح الخارجي (EXT.) ثم صل القناة (1) مع الطرف (NRZ) لنفس الدائرة



الشكل (1-23)

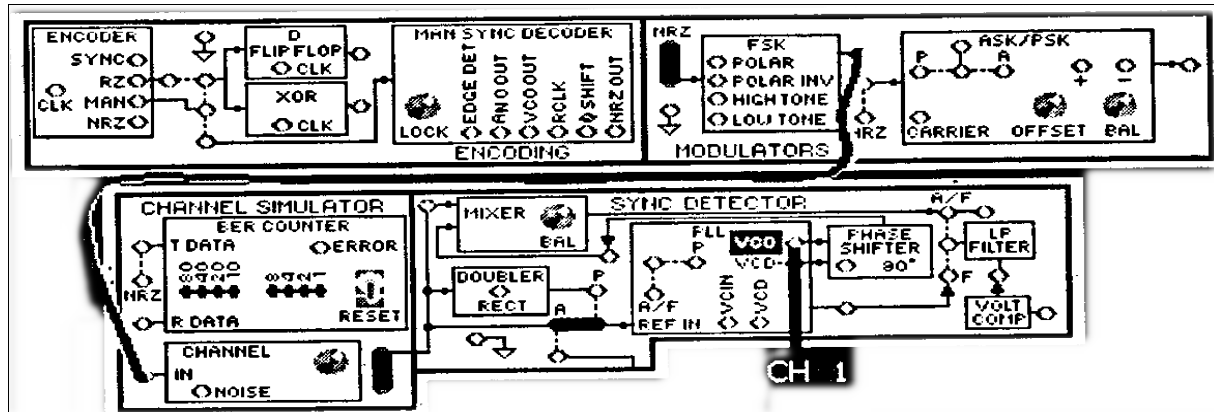
- 2- أدخل وصلة مزدوجة في دائرة المعدلات (MODULATORS) بين الطرف (NRZ) ومدخل دائرة الـ(FSK) ثم أدخل سلك توصيل خارجي بين خرج دائرة الـ(FSK) ومدخل دائرة القناة (CHANNEL)

الشكل (2-23) يوضح الدائرتين مع التوصيل



الشكل (2-23)

- 3- أدر مفتاح ضوضاء القناة (NOISE) عكس حركة عقارب الساعة (CCW) بالكامل
- 4- صل القناة (2) للرسم بمخرج دائرة القناة (CHANNEL) وعدل الراسم لتشاهد كلتا الإشارتين (FSK) و (NRZ) في نفس الوقت .
- 5- ماهي القيمة الثنائية للبيانات المعروضة على الراسم للخانتين الأولىين لإشارة (NRZ) ؟  
( )
- 6- أدخل وصلة مزدوجة بين خرج القناة (CHANNEL) والكاشف المتزامن (SYNC DETECTOR) وكذلك بين خرج القناة (CHANNEL) ودائرة الـ (PLL) على المدخل (REF IN).
- 7- أزل كل التوصيلات المركبة داخل دائرة الـ (PLL) مسبقاً ثم صل القناة (1) بخرج دائرة الـ (VCO) والقناة (2) إلى مدخل دائرة الـ (PLL) (REF IN) والشكل (3-23) يوضح الدوائر مع التوصيل



الشكل (3-23)

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

- 9- أدخل وصلة مزدوجة بين مدخل (A/F) ومقارن الطور (PLL) عند الطرف (CIN). فالتغذية المرتدة من (VCO) عبر القلاب من نوع (D) تسمح لمقارن الطور أن يغلق الـ (PLL)
- 10- صل القناة (2) بمدخل (VCO) الطرف (VCIN) والقناة (1) 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)
- 11- متى يكون خرج مقارن الوجه (PC) عالياً (HIGH) ؟
- 1- عندما يتماثل المدخلان 2- عندما لا يتماثل المدخلان 3- عندما تكون المداخل عالية سوياً
- 12- عدل الوضع الأفقي للراسم حتى تصطف الإشارتان على خط الصفير للراسم.
- 13- لملاحظة إشارة (VCD) و (FSK) استعمل القناة (1)
- 14- ما حالة (VCIN) عندما تكون إشارة حامل (FSK) تحت الأرضي ومداخل مقارن الوجه (VCD) عالية ؟

- 15- صل القناة (1) بالطرف (VCD) والقناة (2) بالطرف (VCIN).
- لقد تم تمكين (CM) لتمرير (VCIN) عبر مرشح (LPF) وهذا المرشح يخفض تأرجح الجهد في خرج مقارن الطور بتوفير ثبات أكثر لدخل الـ (VCO)
- 16- هل يتغير متوسط جهد الدخل للـ (VCO) لكل فترة خانة مثلما يتغير تردد إشارة (VCD) ؟

- 17- حرك القناة (2) لمخرج الـ (VCO) .
- 18- ما تردد مخرج الـ (VCO) حينما تكون إشارة (VCD) في الترددات العالية ؟
- $$F_{VCO \text{ out}} = \text{HZ}$$
- لدائرة (PLL) يضبط مقارن الطور جهد الدخل للـ (VCO) المدخل (VCIN) للحفاظ على الطور ثابتاً بين إشارات حامل (FSK) و (VCD)
- 19- صل القناة (2) بإشارة حامل (FSK) .
- 20- قس تردد إشارة الـ (VCD) عندما تكون إشارة حامل (FSK) 2400 HZ
- $$F_{VCD \text{ out}} = \text{HZ (FSK high)}$$
- 21- قس تردد إشارة الـ (VCD) عندما تكون إشارة حامل (FSK) 1200 HZ

F VCD out = HZ (FSK low)  
 22- هل تتزامن إشارة (VCD) مع إشارة حامل (FSK) ؟

23- حرك القناة (1) لجهد الدخل للـ (VCO) المدخل (VCIN).

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

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

26- صل القناة (2) بمخرج المرشح (LPF) واضبط القناة (2) 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

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

( )

28- وصل القناة (1) إلى إشارة (NRZ) الأصلية .

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

30- 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)

31- صل القناة (2) بمخرج دائرة مقارن الجهد (VOLT COMP).

32- غير في مصدر تغذية الوحدة السالب (NEGATIVE SUPPLY) حتى يبدو خرجه كنسخة

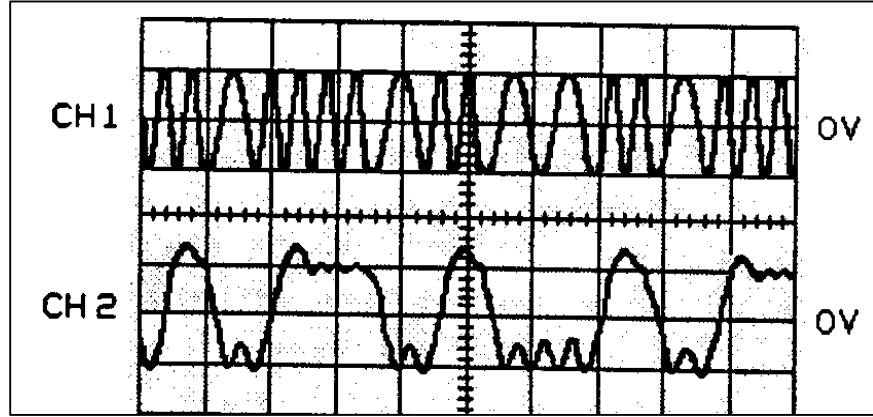
لإشارة (NRZ) الأصلية .

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

34- حرك القناة (1) لمخرج دائرة القناة (CHANNEL) والقناة (2) لمخرج دائرة المرشح (LPF).

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

- ارسم الإشارات الظاهرة أمامك والتي ستكون كما في الشكل (4-23)



الشكل (4-23)

36- قس الجهد (DC) الأقصى للحالة المنطقية المنخفضة (LOW) لخرج المرشح (LPF) على القناة (2) ؟

DC = mV

37- قس الجهد (DC) الأدنى للحالة المنطقية المرتفعة (HIGH) لخرج المرشح (LPF) على القناة (2) ؟

DC = mV

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

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

39- يمكن (CM) لتوليد توقفات (Discontinuities) في طور إشارة حامل (FSK) .

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