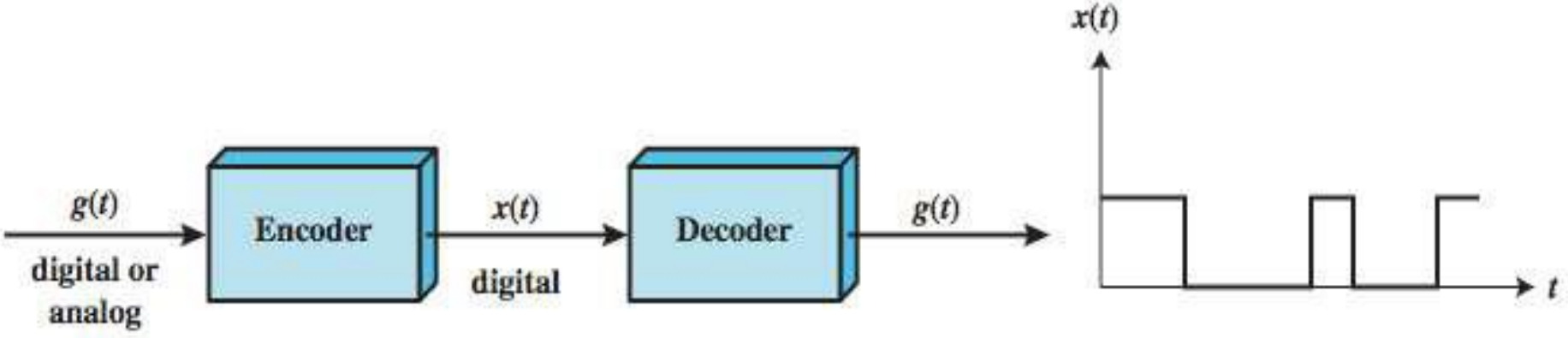
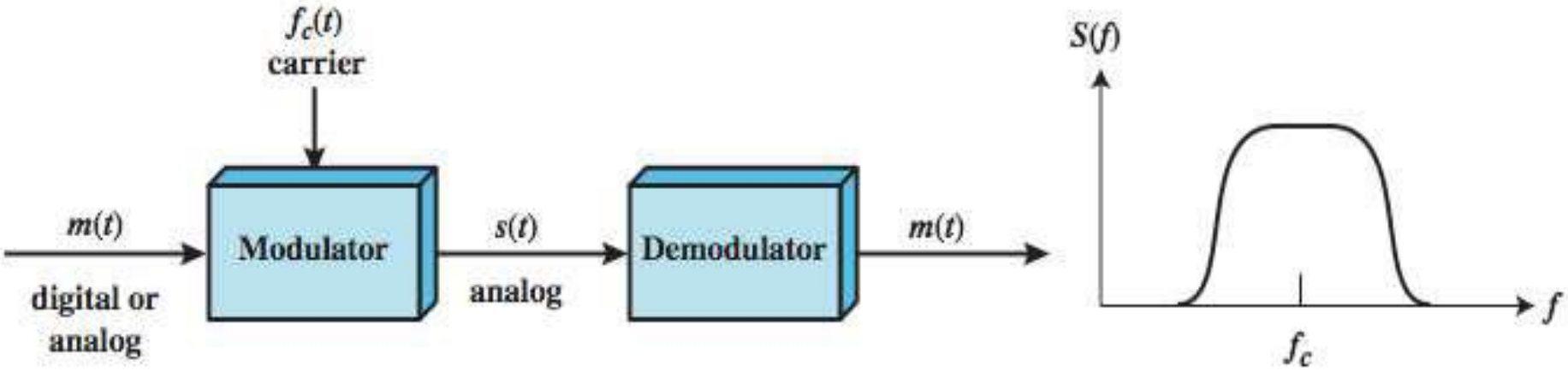
Digital Data Encoding Techniques

طرق ترميز البيانات الرقمية



(a) Encoding onto a digital signal



(b) Modulation onto an analog signal

Figure 5.1 Encoding and Modulation Techniques

٤ -١ مقدمة

ذكرنا فيما سبق أن البيانات قد تكون بيانات تماثلية مثل الأصوات أو الصور أو الرسوم أو درجة الحرارة و غير ذلك أو قد تكون بيانات رقمية مثل الرموز أو الحروف أو الأرقام وغير ذلك وعند إرسال هذه البيانات عبر وسائط التراسل لابد أن يكون وسط التراسل ملائما للشيء المراد إرساله لذلك لابد من تحويل هذه البيانات إلي إشارات كهربية أو كهرومغناطيسية أو ضوئية حسب نوع وسط التراسل المستخدم.

ويمكن علي سبيل المثال أيضا تكون الإشارات الكهربية التي تمثل هذه البيانات إشارات رقمية كتلك الإشارات الصادرة عن الأجهزة الرقمية والحاسبات الآلية أو تكون إشارات تماثلية كتلك الإشارات الصادرة عن أجهزة الهاتف أو إشارة التيار الكهربي بالمنازل ويطلق علي عملية تحويل البيانات إلي إشارات كهربية بترميز البيانات (Data Coding) كما يطلق علي الجهاز المستخدم في عملية الترميز مسمى المرمز(Coder) والجهاز المستخدم في العملية العكسية للترميز مسمى عاكس الترميز أو المحلل(Decoder) وعادة ما يدمج كل من جهاز الترميز وجهاز عاكس الترميز في جهاز واحد ليقوم بالعمليتين معا ويسمى الجهاز في هذه الحالة باسم كودك Codec.

٤ -٢ترميز البيانات الرقمية (Encoding of Digital Data)

يتم ترميز البيانات الرقمية بإشارات رقمية للاستفادة من مزايا التراسل الرقمي التي من أهمها تحسين الأداء والمناعة ضد الضوضاء وحسن تصميم واستخدام الدوائر الرقمية للتراسل. إلا أن الإشارات الرقمية نفسها تتفاوت بين بعضها في خصائصها وطريقة توليدها وعلى ذلك فإنه عند اختيار طريقة الترميز لابد من الأخذ في الاعتبار العوامل التالية:

أ. جهد تراسل الإشارة ومركبة التيار المستمر

مركبة التيار المستمر تسبب مشكلة في عملية التراسل لأنها لا تمثل أي معلومات مرسلة وبالتالي فهي تمثل قدرة مفقودة لا يستفاد منها لذلك لابد أن تكون قيمة مركبة التيار المستمر للإشارة المرمزة في طريقة الترميز المستخدمة أقل ما يمكن.

ب -التزامن وسهولة استخلاص نبضات التزامن

لابد من سهولة تتبع التغيرات المتواصلة التي تحدث بين مستويات الإشارة الرقمية من قبل جهاز الاستقبال من مستوى عالي الجهد إلي مستوى منخفض الجهد وأيضا لابد من تحديد بداية ونهاية زمن الإشارة الرقمية وهو ما يطلق عليه تزامن النبضات الرقمية حتى يتم التوافق أو التزامن بين المرسل والمستقبل حتى لا تحدث أي مشاكل عند استقبال الإشارة الرقمية.

ت -النطاق الترددي للتراسل

تختلف الإشارات الرقمية في مقدار عرض النطاق الترددي لإرسال تلك الإشارات خلال قنوات التراسل من ترددات منخفضة جدا قد تبلغ الصفر (تيار مستمر) إلي ترددات عالية أو عالية جدا وهذا يعتمد علي نوع الترميز المستخدم.

ث -سهولة الكشف عن النبضات المرمزة وحلها

لابد عند اختيار نوع الترميز المستخدم أن يراعي سهولة الكشف عن النبضات المرمزة عند المستقبل وحلها إلي الصورة التي كانت عليها قبل عملية الترميز (أي صورة البيانات).

ج -الكشف عن الأخطاء

لابد عند تصميم طريقة الترميز المستخدم أن يراعي إمكانية اكتشاف الأخطاء التي قد تحدث للإشارة الرقمية أثناء تراسلها خلال قناة التراسل نتيجة تعرضها للشوشرة أو معوقات التراسل (مثال تحول النبضة الثنائية 1 إلي النبضة الثنائية 0 أو تحول النبضة الثنائية 0 إلي النبضة الثنائية 1).

الترميز أحادي القطبية

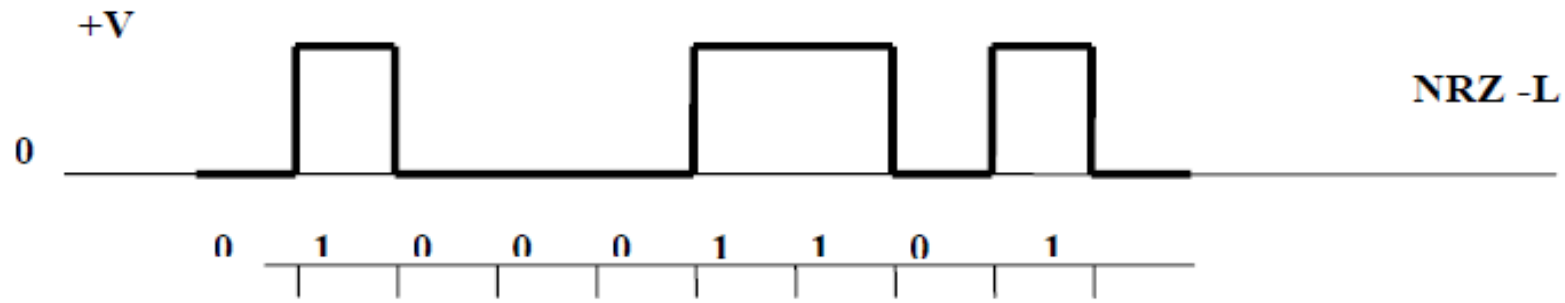
- Unipolar- Non Return to zero
- الترميز أحادي القطبية دون الرجوع للصفر
  1. NRZ-L دون الرجوع للصفر مستوى
  2. NRZ-S دون الرجوع للصفر فراغ

٤ -٢ -١ الترميز أحادي القطبية دون الرجوع إلي الصفر (Unipolar NRZ)

يعد هذا النوع من الأنواع الشائعة الاستخدام نظرا لبساطته وكون نبضاته الرقمية الثنائية مكونة من مستويين فقط أحدهما جهد عالي القيمة (High) والآخر جهد صفر القيمة (Low). يمكن تقسيم هذا النوع من الترميز إلي الأنواع التالية:

أ- الترميز دون الرجوع إلي الصفر – المستوى NRZ – Level :

يعد هذا النوع من الأنواع الشائعة الاستخدام خاصة في النظم الرقمية المنطقية حيث يكون المطلوب مستويين للجهد لتمثيل النبضات الرقمية الثنائية. أحدهما لتمثيل الرقم الثنائي 1 والآخر لتمثيل الرقم الثنائي 0.



شكل ٤ -٢

- الرقم الثنائي 0 : يتم تمثيله بنبضة منخفضة ارتفاعها يساوي 0 V خلال الفترة الزمنية للنبضة T_b.

المميزات:

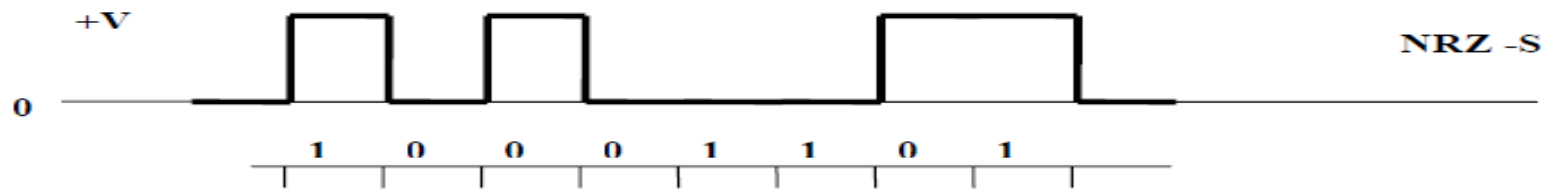
- يعد هذا النوع من الترميز بسيطا جدا وسهل التكوين.
- يعد النطاق الترددي المطلوب لإرسال هذه النبضات المرمزة متوسطا من حيث المقدار.

العيوب:

- نظرا لأن هذا النوع من الترميز أحادي القطبية فإن مركبة التيار المستمر تكون عالية جدا.
- يعد هذا النوع من الترميز غير مناسب من حيث التزامن وذلك في حالة إرسال سلسلة متعاقبة من الـ $1_{,s}$ أو سلسلة متعاقبة من الـ $0_{,s}$.
- يحتاج هذا النوع من الترميز إلي قناة تراسل منفصلة لإرسال نبضات التزامن.

ب- الترميز دون الرجوع للصفر – فراغ (NRZ – Space)

تم استخدام هذا النوع من الترميز لحل مشاكل التزامن في بعض الأحوال فقط وليس في كل أحوال التراسل.



شكل ٤ -٣

أسلوب الترميز (Encoding)

- الرقم الثنائي 1 : يتم تمثيله بنبضة مشابهة تماما للنبضة السابقة أي أنه إذا كانت النبضة السابقة ممثلة بـ 0V فإن الرقم الثنائي 1 يتم تمثيله بنبضة ممثلة بـ 0V أيضا خلال الفترة الزمنية للنبضة T_b والعكس صحيح.

- الرقم الثنائي 0 : يتم تمثيله بنبضة معاكسة تماما للنبضة السابقة أي أنه إذا كانت النبضة السابقة ممثلة بـ 0V فإن الرقم الثنائي 0 يتم تمثيله بنبضة ممثلة بـ +V خلال الفترة الزمنية للنبضة Tb والعكس صحيح.

المميزات:

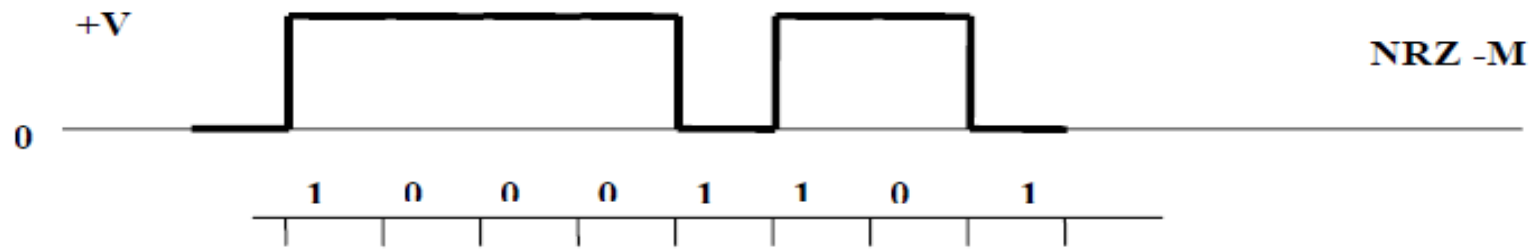
- يعد هذا النوع من الترميز بسيطاً جدا وسهل التكوين.
- يعد النطاق الترددي المطلوب لإرسال هذه النبضات المرمزة متوسطاً من حيث المقدار.

العيوب:

- نظرا لأن هذا النوع من الترميز أحادي القطبية فإن مركبة التيار المستمر تكون عالية جدا.
- يعد هذا النوع من الترميز غير مناسب من حيث التزامن في حالة إرسال سلسلة متعاقبة من الـ 1,s.
- يحتاج هذا النوع من الترميز إلي قناة تراسل منفصلة لإرسال نبضات التزامن.

ت- الترميز دون الرجوع للصفر – علامة (NRZ – Mark)

هذا النوع من الترميز يسمى في بعض الأحيان بالترميز المعكوس حيث تعتمد حالة النبضة الحالية المراد تمثيلها علي حالة النبضة السابقة التي تم تمثيلها فعلا.



أسلوب الترميز:

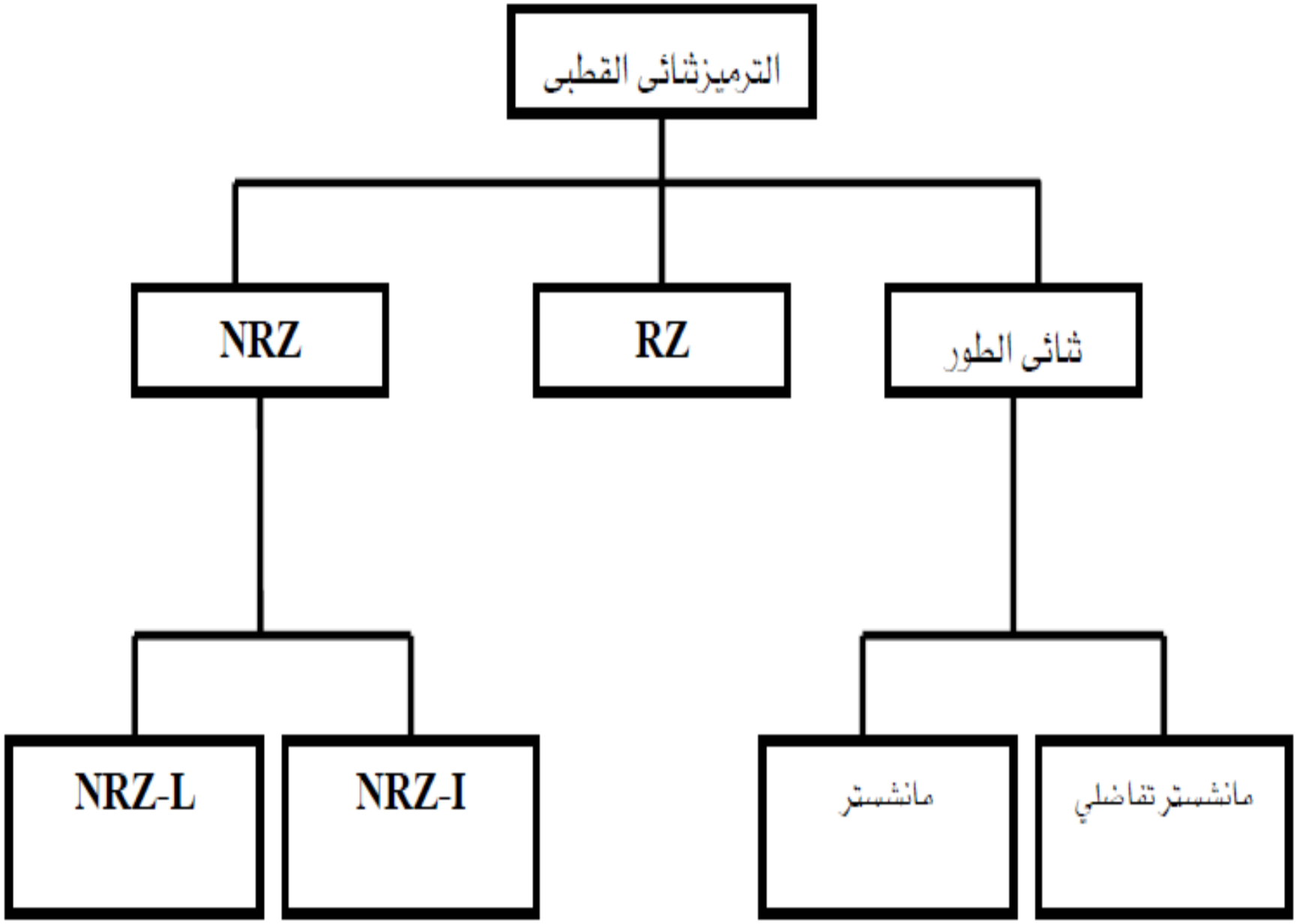
- الرقم الثنائي 1 : يتم تمثيله بنبضة معاكسة تماما للنبضة السابقة أي إنه إذا كانت النبضة السابقة ممثلة بـ 0V فإن الرقم الثنائي 1 يتم تمثيله بنبضة ممثلة بـ V+ والعكس صحيح وذلك خلال الفترة الزمنية للنبضة Tb.
- الرقم الثنائي 0 : يتم تمثيله بنبضة مشابهة تماما للنبضة السابقة أي إنه إذا كانت النبضة السابقة ممثلة بـ V+ فإن الرقم الثنائي 0 يتم تمثيله بنبضة ممثلة بـ V+ خلال الفترة الزمنية للنبضة Tb.

المميزات :

- يعد هذا النوع من الترميز بسيطاً جدا وسهل التكوين.
- يعد النطاق الترددي المطلوب لإرسال هذه النبضات المرمزة متوسطاً من حيث المقدار.

العيوب:

- نظرا لأن هذا النوع من الترميز أحادي القطبية فإن مركبة التيار المستمر تكون عالية جدا.
- يعد هذا النوع من الترميز غير مناسب من حيث التزامن في حالة إرسال سلسلة متعاقبة من الـ 0s.
- يحتاج هذا النوع من الترميز إلي قناة تراسل منفصلة لإرسال نبضات التزامن.

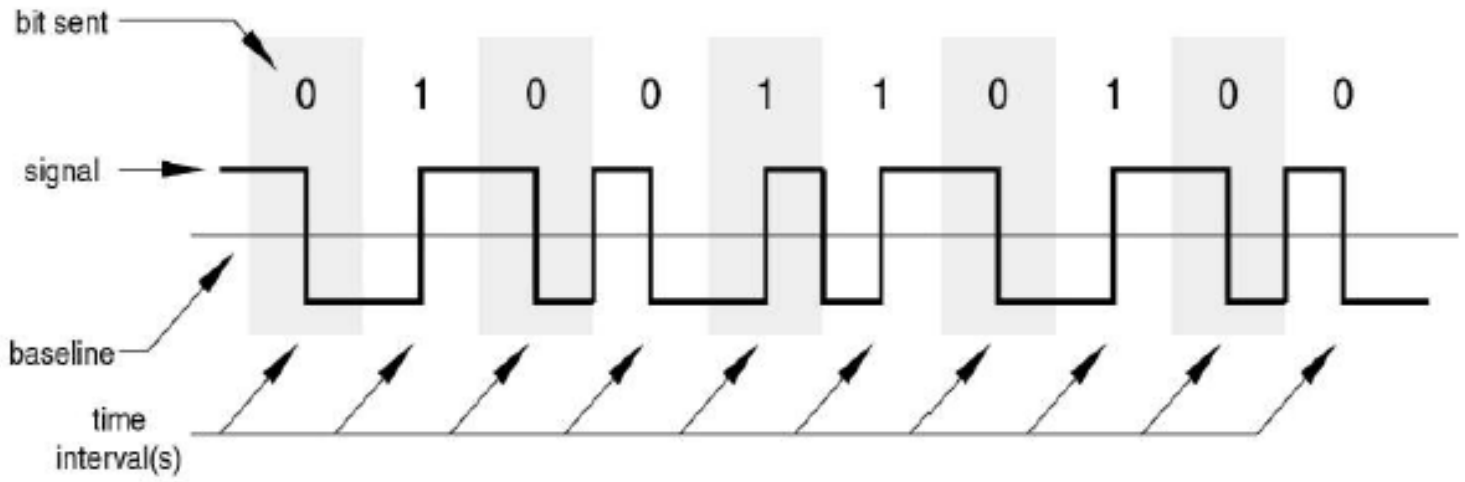

الترميزثنائى القطبى
NRZ
RZ
ثنائى الطور
NRZ-L
NRZ-I
مانشستر
مانشستر تفاضلي

الترميز ثنائي الطور Polar Bi Phase

1. Manchester الترميز ثنائي القطبية مانشستر
2. Differential Manchester الترميز ثنائي القطبية مانشستر التفاضلي

Manchester Encoding

- Has transition in middle of each bit period
- Transition serves as clock and data
- Low to high represents one
- High to low represents zero
- Used by Ethernet (IEEE 802.3)



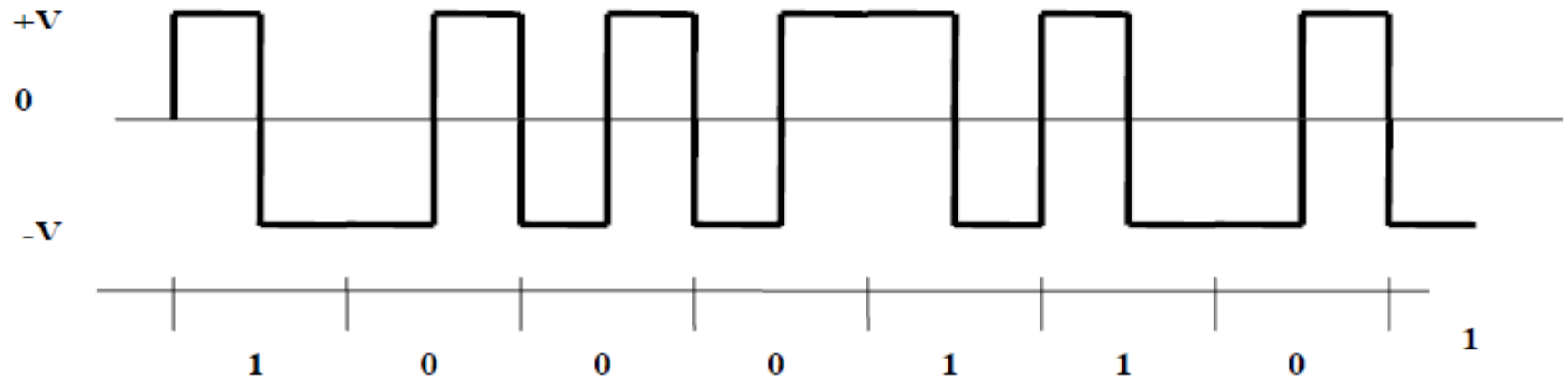
٤ -٢ -٣ الترميز ثنائي القطبية - ثنائي الطور (Polar Bi-phase)

يعتبر هذا النوع من الترميز أيضا أحد الحلول المميزة لمشاكل عملية التزامن وهو يستخدم بكثرة في شبكات التراسل وينقسم هذا النوع إلي نوعين فرعيين هما :

أ - الترميز ثنائي القطبية – مانشستر (Polar Manchester)

كان أول ظهور أو استخدام لهذا النوع من الترميز بجامعة مانشستر بإنجلترا ولهذا سمي باسم الجامعة التي ظهر بها. يستخدم هذا النوع من الترميز مستويين للجهد +V, –V كما هو مبين بالشكل كما يستخدم في الشبكات المحلية من نوع الـ Ethernet.

مانشستر



أسلوب الترميز (Encoding)

- الرقم الثنائي 1 : يتم تمثيله بحيث يكون النصف الأول من زمن النبضة $T_b/2$ ذا جهد $+V$ بينما النصف الثاني من زمن النبضة ذا جهد $-V$.
- الرقم الثنائي 0: يتم تمثيله بحيث يكون النصف الأول من زمن النبضة $T_b/2$ ذا جهد $-V$ بينما النصف الثاني من زمن النبضة ذا جهد $+V$.

المميزات:

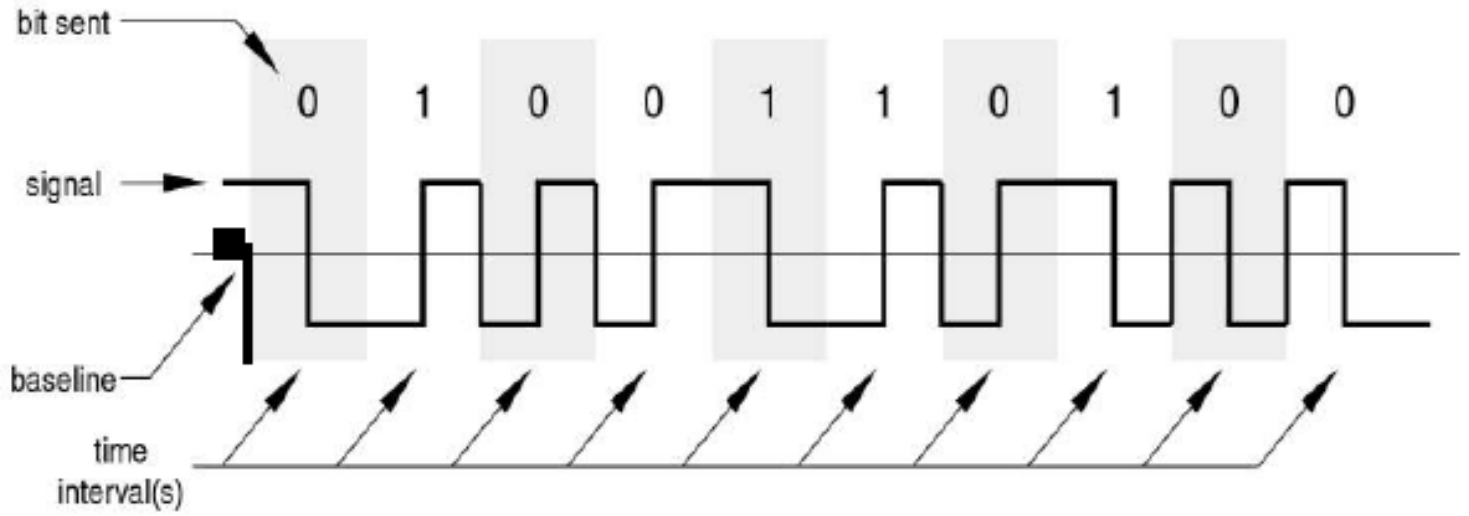
- نظرا لأن هذا النوع من الترميز ثنائي القطبية فإن مركبة التيار المستمر في هذه الحالة تكون منخفضة جدا أو منعدمة.
- حل مشكلة التزامن في حالة إرسال سلسلة متعاقبة من الـ 1_s أو سلسلة متعاقبة من الـ 0_s نظرا لإمكانية تحديد بداية ونهاية الفترة الزمنية للنبضة T_b .

العيوب:

- نظرا لأن هذا النوع من الترميز يحتاج لفترتين زمنيتين لترميز رقم ثنائي واحد فإن هذا يتطلب دوائر رقمية خاصة.
- هذا النوع من الترميز يحتاج إلي نطاق ترددي كبير لإرسال الإشارة الرقمية المرمزة.

Differential Manchester Encoding

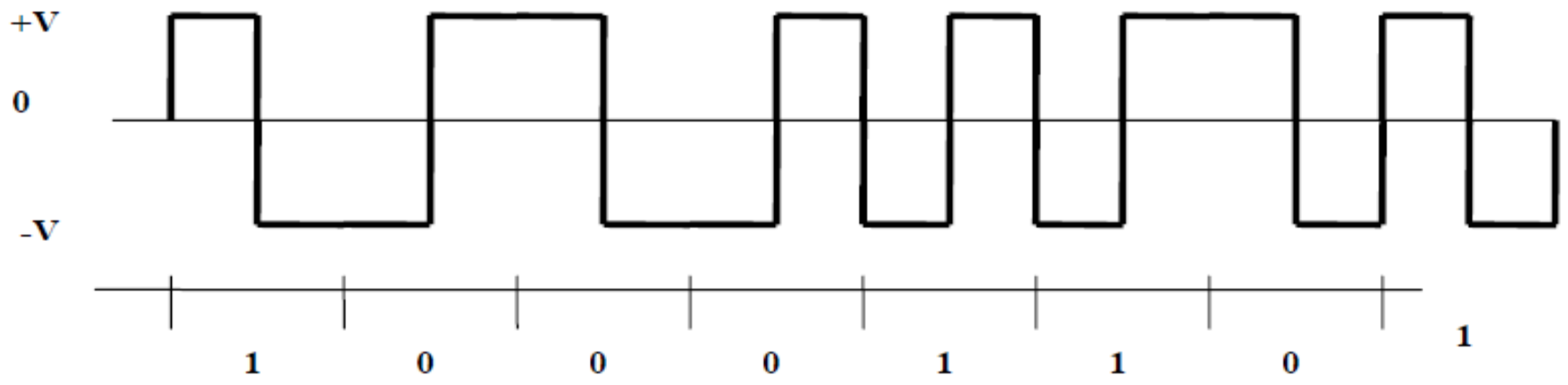
- mid-bit transition is clocking only
- transition at start of bit period representing 0
- no transition at start of bit period representing 1
  - this is a differential encoding scheme
- used by token ring (IEEE 802.5)



ب - الترميز ثنائي القطبية - مانشستر الفرقي (Polar Differential Manchester)

هذا النوع مشابه للنوع السابق لكنه يتميز بأن تحديد نوع النبضة الحالية لا يعتمد فقط علي الرقم الثنائي المراد ترميزه بل أيضا علي حالة النبضة السابقة مما يمنع حدوث أي التباس أو شك حول تحديد نوع النبضة لو حدث تبديل لأسلاك الاتصال. يستخدم هذا النوع من الترميز في الشبكات من نوع الـ (Token Ring).

مانشستر تفاضلى



أسلوب الترميز (Encoding)

- الرقم الثنائي 1 : يتم تمثيله بحيث يكون النصف الأول من زمن النبضة. $T_b/2$ ذا جهد يساوي 1 XOR حالة النبضة السابقة 1 أو 0. النصف الثاني من زمن النبضة تمثيله عكس النصف الأول.
- الرقم الثنائي 0: يتم تمثيله بحيث يكون النصف الأول من زمن النبضة. $T_b/2$ ذا جهد يساوي 0

المميزات:

- نظرا لأن هذا النوع من الترميز ثنائي القطبية فإن مركبة التيار المستمر في هذه الحالة تكون منخفضة جدا أو منعدمة.
- حل مشكلة التزامن نظرا لإمكانية تحديد بداية ونهاية الفترة الزمنية للنبضة Tb.

العيوب:

- يحتاج هذا النوع من الترميز دوائر رقمية خاصة لتمثيل البيانات المراد ترميزها.
- يتطلب هذا النوع من الترميز نطاقاً ترددياً عريضاً لإرسال الإشارة الرقمية المرمزة.

Biphase Pros and Cons

- Pros
  - synchronization on mid bit transition (self clocking)
  - has no dc component
  - has error detection
- Con
  - at least one transition per bit time and possibly two
  - maximum modulation rate is twice NRZ
  - requires more bandwidth

Scrambled Encodingالترميز المختلط

1. AMI الترميز عاكس العلامة بالتناوب
2. HDB3 الترميز عالي الكثافة

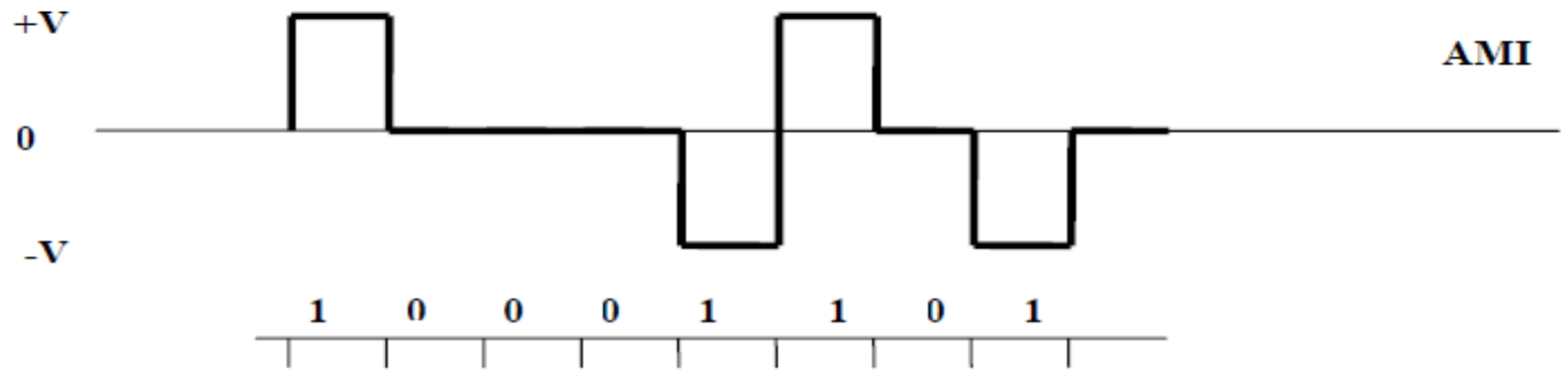
٤ -٣ الترميز المختلط (Scrambled Encoding)

يستخدم في هذا النوع من الترميز ثلاثة مستويات للجهد لتمثيل البيانات الثنائية V+ , 0 ,V–.

ينقسم هذا النوع من الترميز إلي :

٤ -٣ -١ الترميز عاكس العلامة بالتناوب(AMI)

في هذا النوع من الترميز يتم تمثيل الـ 1,s المتعاقبة بنبضات موجبة وسالبة الجهد بالتناوب بحيث يمكن اكتشاف الخطأ في الإشارة المستقبلة في حالة ورود نبضتين متعاقبتين بنفس الاتجاه.



شكل ٤ -١١

أسلوب الترميز (Encoding)

- الرقم الثنائي 1 : يتم تمثيل الـ 1,s المتعاقبة بنبضات موجبة وسالبة الجهد بالتناوب.
- الرقم الثنائي 0 : يتم تمثيله بنبضة جهدها 0V خلال الفترة الزمنية للنبضة Tb.

المميزات :

- نظرا لهذا التناوب في قطبية الـ 1,s فإن مركبة التيار المستمر في هذه الحالة تكون منخفضة جدا أو منعدمة.
- حل مشكلة التزامن في حالة إرسال سلسلة متعاقبة من الـ 1,s أو سلسلة متعاقبة من الـ 1,s والـ 0,s.
- يمكن اكتشاف الخطأ في النبضات المستقبلة في حالة ورود نبضتين متتاليتين كل منهما V+ أو نبضتين كل منهما V– متتاليتين.

العيوب:

- يتطلب هذا النوع من الترميز نطاقاً ترددياً كبيراً نسبيا.
- هذا النوع من الترميز غير مناسب من حيث التزامن في حالة إرسال سلسلة متعاقبة من الـ 0,s.

٤ -٣ -٢ الترميز عالي الكثافة (HDB3)

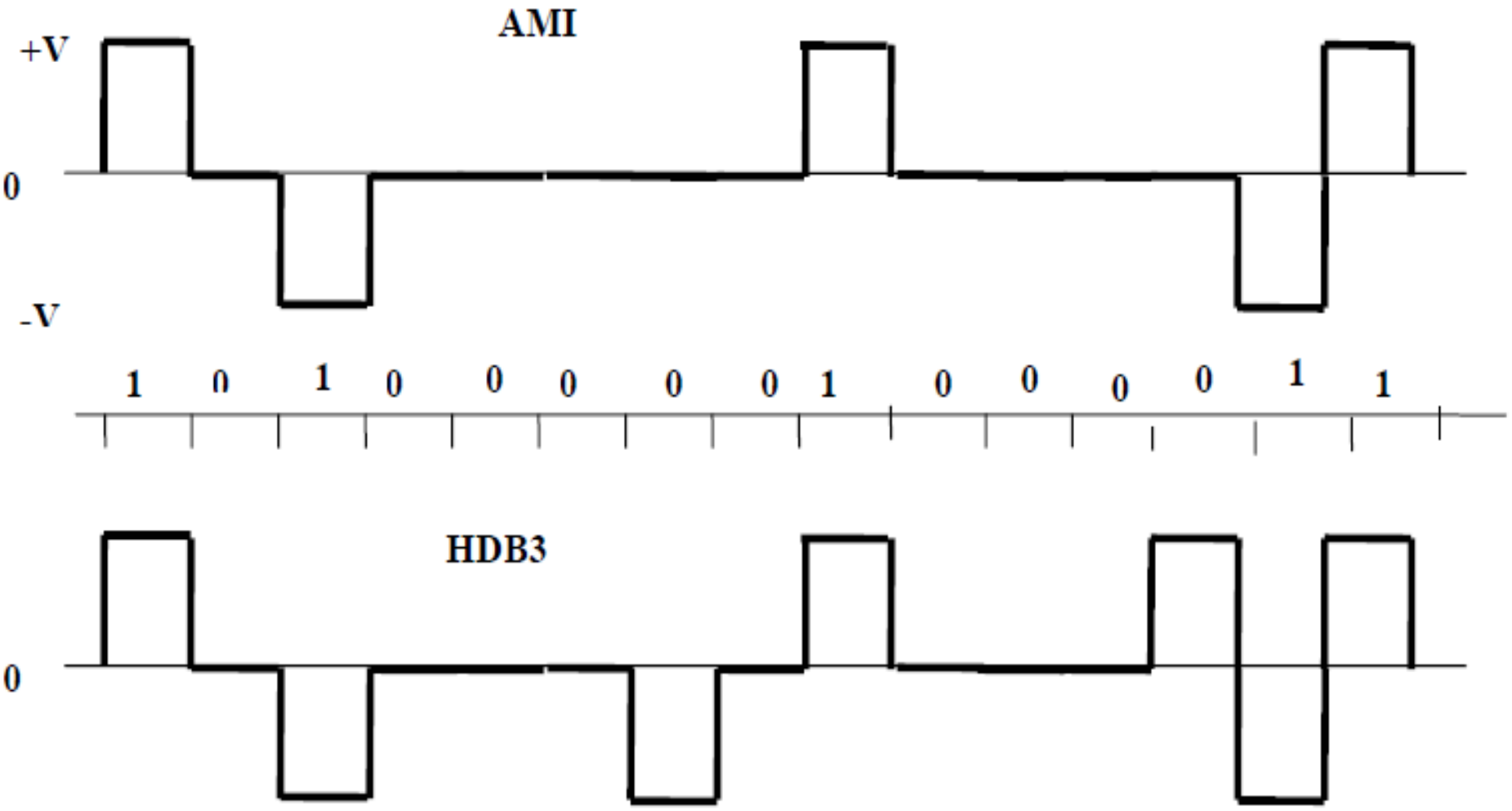
هذا النوع من الترميز يستخدم في النظم الأوروبية لتراسل الإشارات الرقمية لمسافات بعيدة كما إنه أمكن حل مشكلة التزامن في حالة إرسال سلسلة متعاقبة من .الـ 0,s الموجودة بطريقة الترميز AMI. تستخدم طريقة الترميز HDB3 إذا كان هناك أكثر من ثلاثة 0,s متعاقبة.

المميزات:

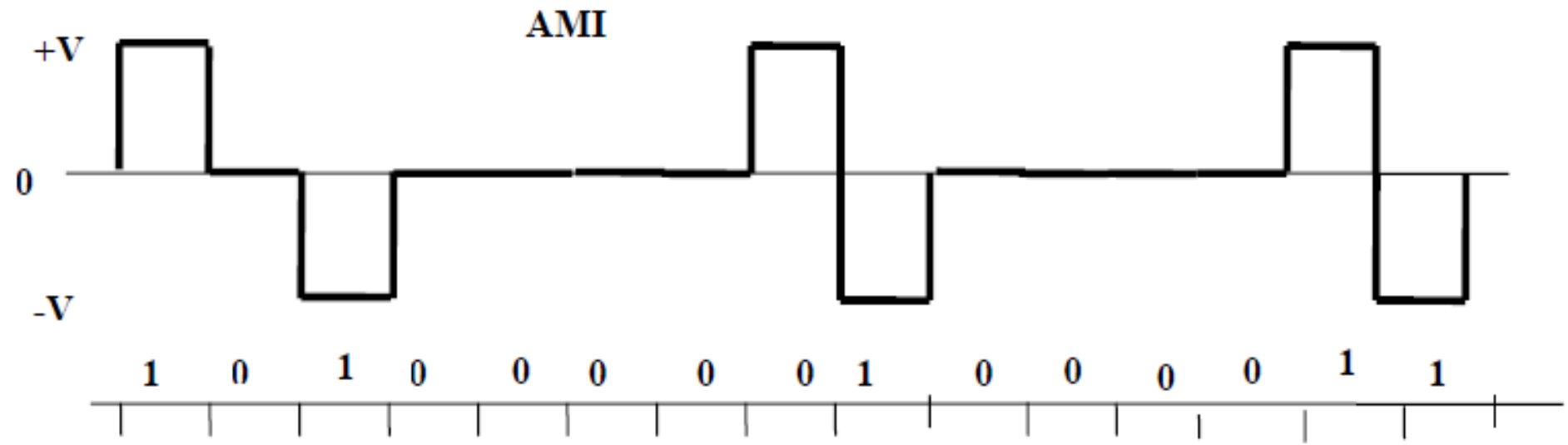
- نظرا لهذا التناوب في القطبية فإن مركبة التيار المستمر للإشارة المرمزة تكون منخفضة جدا أو منعدمة.
- حل مشكلة التزامن في حالة إرسال سلسلة من الأصفار تزيد عن ثلاثة أصفار.
- تستخدم هذه التقنية في حالة تراسل البيانات لمسافات بعيدة.
- يمكن اكتشاف الأخطاء في حالة ورود نبضتين موجبتين متتاليتين أو نبضتين سالبتين متتاليتين.

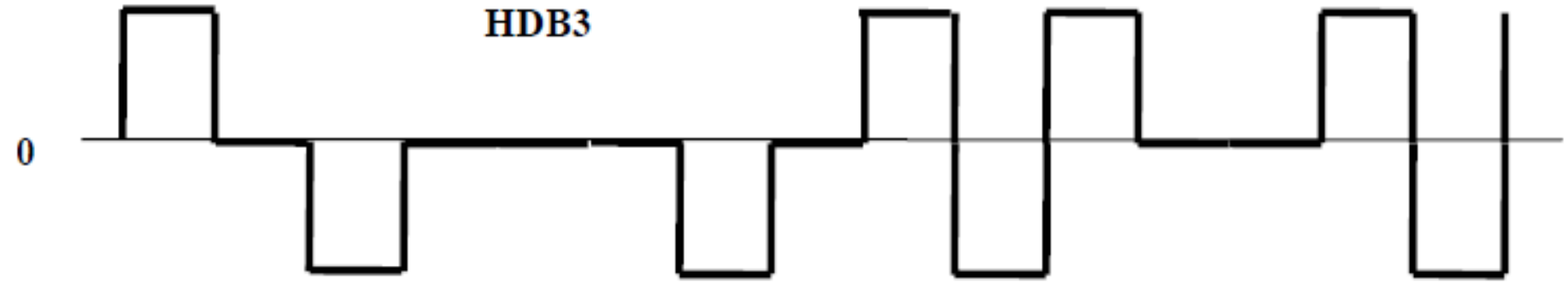
العيوب:

- يتطلب هذا النوع من الترميز نطاقا ترددیا عريضا نسبيا لإرسال الإشارة الرقمية المرمزة.



Original	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
																Signal
HDB3	1	0	-1	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	1	-1	1	0





Original	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
																Signal
HDB3	1	0	-1	0	0	0	-1	1	-1	1	0	0	1	-1	1	0

Multilevel Binary
Bipolar-AMI

- Use more than two levels
- Bipolar-AMI
  - zero represented by no line signal
  - one represented by positive or negative pulse
  - one pulses alternate in polarity
  - no loss of sync if a long string of ones
  - long runs of zeros still a problem
  - no net dc component
  - lower bandwidth
  - easy error detection

Multilevel Binary Pseudoternary

- one represented by absence of line signal
- zero represented by alternating positive and negative
- no advantage or disadvantage over bipolar-AMI
- each used in some applications