## *TTMER3 - Alapsávi digitális jelátvitel rézkábelen*

***1. Ismertesse az átviteltechnikai mérőadók szolgáltatásait!***

Az (átviteltechnikai) mérőadó szinuszos mérőjelet előállító mérőkészülék olyan műszaki paraméterekkel és szolgáltatásokkal, melyek lehetővé teszik, hogy egy hírközlő berendezésbe mérőjelet lehessen táplálni. A mérőadó a frekvenciaosztásos (FDM) átviteltechnika alapvető mérőműszere volt.

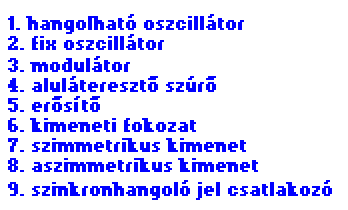
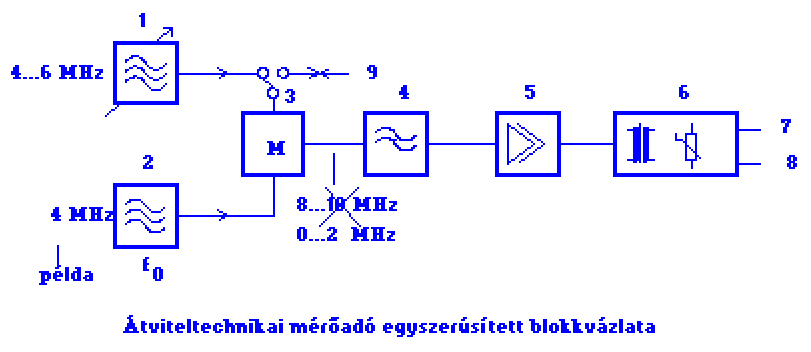
* **Frekvencia beállítás:** Alapkövetelmény az 1 Hz felbontású - a teljes működési frekvenciatartományban sávváltás nélküli - frekvenciabeállítási lehetőség. Ezt az ún. üttetéses generátor elven valósítják meg. Ennek lényege az, hogy az adó kimenőjelének frekvenciája két oszcillátor (1) és (2) frekvenciájának különbsége. Az eljárás előnye az, hogy a generátor frekvenciája széles sávban folyamatosan változtatható. (rajz lentebb!)

A különbségképzést az (3) modulátorral és a (4) aluláteresztő szűrővel végzik el. A kisebb igényű mérőadókban az (1) hangolható oszcillátor egy szabadonfutó oszcillátor, a frekvencia beállítást beépített frekvenciamérő segíti

* **Szintbeállítás:** Az előállított mérőjel nagyságának (szintjének) beállítása relatív egységekben (decibel) történik a mérőadó kimeneti fokozatában (6). A beállított szintérték illesztetten lezárt kimenetre vonatkozik. Ha a vonatkoztatási szint abszolút teljesítményszint, akkor az illesztetten lezárt mérőadó kapocsfeszültsége a kimeneti impedanciától is függ.
* **Szintletiltás:** A kimenőjel szintje frekvenciaváltáskor letiltható legyen. Ez üzem alatt lévő FDM berendezéseken végzett méréseknél szükséges, azért hogy a mérőadó áthangolásakor ne tápláljunk jelet a berendezés üzemelő csatornáiba.
* **Kimeneti impedancia:** A kimeneti impedanciák a szokásos (75, 150, 600 ohm) értékűek. A mérőadók egy része rendelkezik 0 ohmos kimenettel is.
* **Kimeneti csatlakozó**:
  + Föld független szimmetrikus. A csatlakozásra 3 pólusú CF csatlakozót használnak.
  + aszimmetrikus (koaxiális) csatlakozó

<http://alpha.tmit.bme.hu/meresek/5-6a.htm>

***2. Rajzolja le egy átviteltechnikai mérőadó blokkvázlatát!***

****

***3. Ismertesse az átviteltechnikai mérővevők szolgáltatásait!***

Az (átviteltechnikai) mérővevők mérőkészülékek olyan műszaki paraméterekkel és szolgáltatásokkal, melyek hírközlő berendezésen a vizsgált jel szintjének mérését teszik lehetővé.

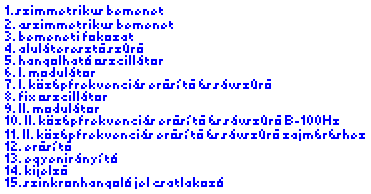
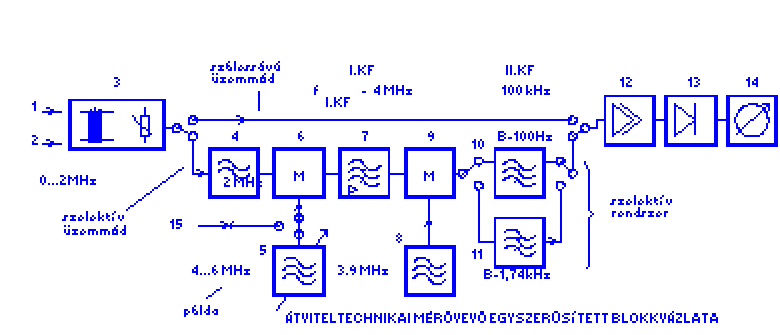
* **Üzemmódok:**
  + *szélessávú:* a mérővevő a bemenetére csatlakoztatott jelnek az üzemi frekvenciatartományba eső effektív értékét méri
  + *szelektív:* a mérővevő a bemenetére csatlakoztatott jel egy a szelektív rendszer által kiválasztott, spektrális összetevőjének szintjét méri
* **Üzemi frekvenciatartomány:** A mérővevők általában széles (0...10,20,100 MHz) működési frekvencia- tartománya - áramköri okokból - több szűkebb ún. üzemi frekvencia- tartományra van felosztva.
* **Bemeneti impedancia:** A bemeneti impedanciák a szokásos /75, 150, 600 ohm / értékűek.
* **Bemeneti csatlakozó:**
  + föld független szimmetrikus (transzformátoros leválasztású)
  + aszimmetrikus (koaxiális) (kondenzátoros leválasztású)
* **Érzékenység:** Szinttartomány (-120 ... +20 dB), 1 dB felbontóképességgel. Szelektív módban kétféle beállítási lehetőség:
  + LOW NOISE: nagy felbontóképességű mérésekhez (átvitel)
  + LOW DIST: magas kivezérlési határ, alacsonyabb felbontás, spektrumanalízis mérésekhez
* **Szelektív rendszer:** A szelektív rendszer a szuperheterodin rádió elvén működik. A szelektív rendszer bemenetén levő (4) szűrő gondoskodik az üzemi frekvencia- tartományon kívül eső jelek kiszűréséről. A kiválasztott spektrális összetevőt a (6) modulátorral a (7) szűrő áteresztősávjába keverjük fel. Az I. KF (középfrekvenciás) szűrő áteresztősávja az üzemi frekvenciasáv felett van, ezzel biztosítva a tükörfrekvenciás 5-6bx jelek elnyomását. A szelektivitást megvalósító szűrők (10,11) a 100 kHz-es frekvenciasávban helyezkednek el, ebben a frekvenciasávban a szűrők könnyen realizálhatók. Az első és második KF közti transzponálást a (9) modulátor végzi.
* **Frekvencia beállítás:** Alapkövetelmény az 1 Hz felbontású - a teljes működési frekvencia- tartományban sávváltás nélküli – frekvencia beállítási lehetőség.
* **Szinkronhangolhatóság:** Frekvenciamenet méréskor is célszerű szelektíven mérni, mert a szelektív vevővel kiszűrhetjük a zavaró jeleket. A mérést komfortossá teszi a szinkronhangolás: a mérőadó hangolójelét átvezetjük a mérővevőbe így egy kezelőszervvel egyszerre lehet mindkét műszert hangolni.

Belátható, a szinkronhangolhatóság kritériuma: 5-6bb. A mérőadó fix oszcillátorának frekvenciája meg kell, hogy egyezzen a mérővevő első középfrekvenciájával.

* **Sávszélesség:** A mérővevő sávszűrő készlete alkalmas spektrum és zajmérésekre.
  + Spektrumanalízis: 20-100 Hz
  + Zajmérés:
    - 3,1 kHz - beszédcsatorna /súlyozatlan/
    - 1,74 kHz - pszofometrikusan súlyozott beszédcsatorna ekvivalens zaj sávszélessége
* **Szintmérés:** A szintmérés felbontóképessége: min. 0.1 dB
* **Szinthitelesítés:** A szinthitelesítés a mérővevőben levő hiteles szintforráshoz történik.
* **Mérőmező:** A mérőadóhoz és mérővevőhöz csatlakoztatható mérőmezővel impedancia, reflexió és szimmetriamérések végezhetők.

<http://alpha.tmit.bme.hu/meresek/5-6b.htm>

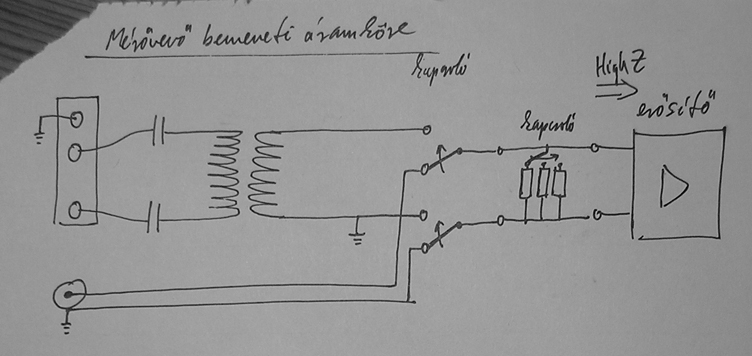
***4. Rajzolja le egy átviteltechnikai mérővevő blokkvázlatát!***

****

***5. Rajzoljon kapcsolási vázlatot az átviteltechnikai mérővevők bemeneti áramköréről!***

*A mérővevő szimmetrikus (3 pólusú távközlés csatlakozó) és aszimmetrikus (koax) jelek vételére is alkalmas. Szükség lesz tehát egy kapcsolóra, ami a két lehetőség közül választ. A szimmetrikus jeleket mérőtranszformátoron át vezetjük az erősítőhöz, ezzel megoldottuk a galvanikus leválasztást. Kondikat helyezünk be az esetleges egyenkomponens kiszűrésére. Az aszimmetrikus jeleket egy kondin keresztül közvetlenül az erősítőre vezethetjük (BOCSI, A JELVEZETÉK KONDIJA LEMARADT AZ ÁBRÁRÓL).*

*Mivel az erősítő nagyon nagy bemenő impedanciát jelent, a vezetékek illesztett lezárásához párhuzamosan kell kötnünk az erősítő bemenetével a kábel hullámimpedanciájának megfelelő impedanciát (egy nagyon nagy és egy kicsi ellenállás párhuzamos kapcsolásakor az eredő ellenállás kb. a kicsi lesz). Mivel többféle kábelt is használhatunk, többféle impedancia közül kell tudnunk választani egy kapcsoló segítségével.*

**

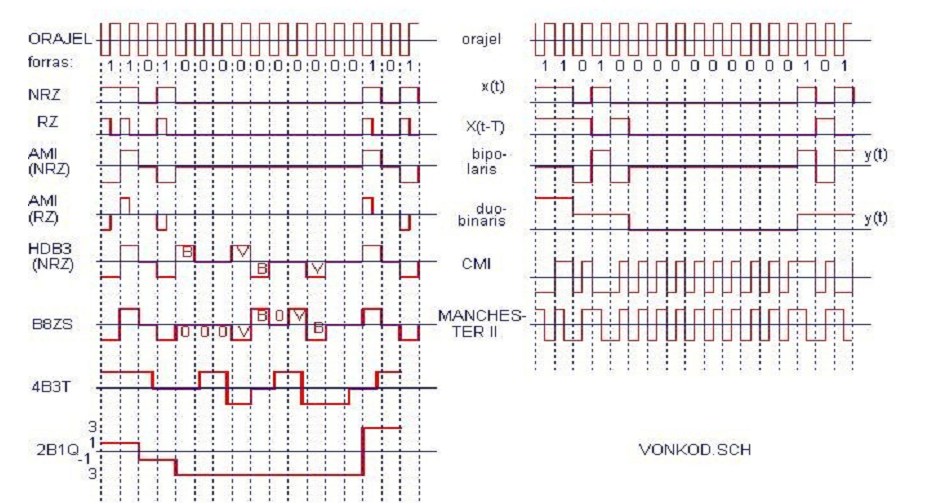
***6. Mi a szinkronhangolás, és mi a megvalósíthatóság feltétele egy átviteltechnikai mérőadó/vevő pár esetén?***

Lásd: 3 kérdés.

a szinkronhangolhatóság kritériuma: 5-6bb

***7. Milyen vonali kódolási eljárásokat ismer?***

**RZ**, **NRZ**, **AMI-RZ** (Alternate Mark Inversion), **AMI-NRZ**, **HDB3** (High-Density Bipolar / Modified AMI), **B8ZS** (Bipolar 8 Zero Substitution), **4B3T** (4 Binary 3 Ternary), **2B1Q** (2 Binary 1 Quaternary), **bipoláris**, **duobináris**, **CMI** (Coded Mark Inversion), **Manchester** **II**.



**NRZ** és **RZ** kódolás esetén a bináris információt egyenáramú impulzusok hordozzák. NRZ: a vonali jel teljesen kitölti az elemi jel időt, RZ esetén csak részben.

**HDB3** /High-Density-Bipolar (third-order)/ kód. A kódolás során négy közvetlenül egymást követő bináris 0 jelet a következő sorozattal helyettesítünk:

**B00V**

ahol:

* B - a bipoláris szabályt megtartó
* V - a bipoláris szabályt sértő impulzus

**BnZS** /Bipolar with n Zeros Substitution/ A kódolás során a bináris forrásban minden n elemből álló zérus bitsorozatot helyettesítünk egy megfelelő kódszóval (B8ZS: 000VB0VB).

**4B3T** A kódolás során 4 bináris elemnek 3 elemből álló ternáris blokkot feleltetünk meg. A kódolt jelnek nincs egyenkomponense, a kódolással sávszélességet takaríthatunk meg. Alkalmazás: ISDN BRI (160 kbit/s -> 120 kBaud)

**2B1Q** A kódolás során 2 bináris elemnek 1 elemből álló négyszintű jelet feleltetünk meg. Alkalmazás: ISDN U interfész (T-COM) (160 kbit/s -> 80 kBaud), HDSL)

**CMI** /Coded Mark Inversion/ A CMI kódban a bináris értéket szabályosan alternáló + és - impulzusok, a 0 bináris értéket pedig a jellemző időtartam első felében - míg a második felében + amplitúdójú impulzusok hordozzák/ (A kódot és inverzét a G.703 ajánlás specifikálja)

**Manchester II.** A kódolás során a bináris "1" értéknek a +A -A amplitúdópár (a bitidő első felében +A, második felében -A) felel meg, a bináris "0"-nak pedig a -A +A amplitúdópárat feleltetjük meg.

<http://alpha.tmit.bme.hu/meresek/4-17.htm>

***8. Hogyan állítunk elő bináris jelsorozatból bipoláris és duobináris jelsorozatot?***

- **bipoláris jel**: A kódoló nem más, mint egy elsőfokú digitális felüláteresztő szűrő, mely a forrás jelsorozat és annak egy bittel korábbi értékének különbségét képezi.



- **duobináris jel**: A kódoló nem más, mint egy elsőfokú aluláteresztő szűrő, mely a forrás jelsorozat és annak egy bittel korábbi értékeinek összegét képezi.



<http://alpha.tmit.bme.hu/meresek/4-17.htm>

***9. Milyen alapvető követelményeket támasztanak a vonali kódolási eljárásokkal szemben?***

* A vonali szimbólumsorozat (jel) egyértelműen **dekódolható** legyen
* A vonali szimbólumsorozatból az **időzítő információ** kinyerhető legyen
* A vonali szimbólumsorozatnak ne legyen **egyenáramú komponens**e.
* A vonali átvitel forrás szimbólumsorozat (bitsorozat) független (**transzparens**) legyen.
* A vonali jel spektrumában a kisfrekvenciás összetevők kis amplitúdójúak legyenek.
* A vonali jel rendelkezzen elegendő **redundanciá**val az átvitel során fellépő hibák felderítéséhez

<http://alpha.tmit.bme.hu/meresek/4-17.htm>

***10. Ismertessen néhány - a gyakorlatban is használt - vonali kódolási eljárást!***

**AMI** (Alternate Mark Inversion):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **bináris forrás** | **AMI kód** | **Megjegyzés** |
| 0 | 0 |  |
| 1 | +1,-1 | szabályosan váltakozva (bipoláris szabály) |

Az így kódolt jelnek nincs egyenkomponense, a jelből az időzítő információ kinyerhető. Hátránya: a jelben lehetnek hosszú 0 sorozatok amelyek eredményeképpen a vevő elvesztheti az időzítő információt.

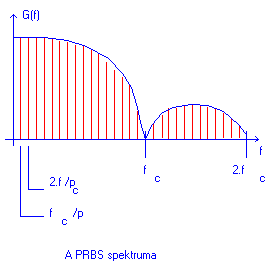
**2B1Q** (2 Binary 1 Quaternary):

A kódolás során 2 bináris elemnek 1 elemből álló négyszintű jelet feleltetünk meg. Ezzel a kódolással jelentős sávszélesség megtakarítás érhető el. Pl.:

10: +3V 11: +1V 01: -1V 00: -3V

***11. Rajzolja fel az álvéletlen bináris jelsorozat (PRBS) spektrumát és sorolja fel a spektrum fő tulajdonságait!***

* kétszintű (+a, -a)
* a két szint közötti váltás csak meghatározott időpillanatokban az **órajel** (fc) ütemében lehetséges
* a sorozat véges számú (p) váltási időpont után ismétlődik **sorozathossz**, így periódusideje T=p\*dt, ahol dt=1/2fc
* p páratlan szám
* a sorozat +a és -a szintű bitjeinek száma eggyel különbözik
* a mintasorozat kötött
* A PRBS autokorrelációs függvénye T szerint periodikus. A PRBS teljesítmény sűrűség spektruma vonalas, a spektrum burkolója |sin(x)/x|.



<http://alpha.tmit.bme.hu/meresek/5-4-1-1.htm>

***12. Mi a szemábra? Hogyan jelenítjük meg a szemábrát? Milyen következtetéseket lehet levonni a szemábrából az átvitel minőségére vonatkozóan?***

Az átviteli út torzításainak és zajának hatását a digitális jelre oszcilloszkóppal is megfigyelhetjük.

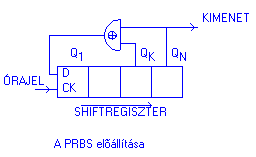
A szemábra a vizsgált adatjel elemi jeleinek egymásra rajzoltatása az oszcilloszkóp képernyőjén kihasználva azt, hogy az oszcilloszkóp képernyőjének utánvilágítása véges. A mérésnél az oszcilloszkópot az adatjel időzítő jeléről /órajel/ indítjuk, és T eltérítési sebességet állítunk be. (T - az elemi jel időtartama)

A szem "nyitottsága" az adatátvitel egyik fő minőségi jellemzője. Ha a szem függőleges irányban csukott, amplitúdó torzításra (illetve zajra!), ha vízszintes irányban csukott, futási idő torzításra következtethetünk. A szem időszakos becsukódásának mértéke az adatátviteli összeköttetés zajtűrő képességére enged következtetni.

<http://alpha.tmit.bme.hu/meresek/6-1-2.htm>

***13. Hogyan állítunk elő PRBS jelet?***

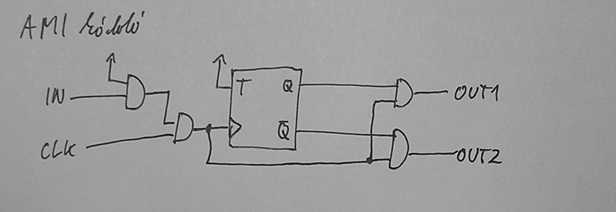
Az N fokozatú shiftregiszter K-adik és N-edik fokozatának QK és QN kimenete a modulo 2 összeadó bemenetére csatlakozik. Az órajel hatására a regiszterben tárolt bitek egy hellyel jobbra lépnek, és az első helyre a mod 2 összeadás eredménye lép. A sorozat 2eN - 1 impulzus után ismétlődik és az "1" értékek száma eggyel több a "0" értékek számánál a sorozaton belül.



***14. Rajzoljon le egy AMI kódoló kapcsolást!***

* Bemenetek:
  + IN - TTL adatjel
  + CLK - TTL időzítőjel
* Kimenetek:
  + OUT1 - TTL kapcsoló vezérlőjel "1" - ha pozitív impulzust kell kiadni
  + OUT2 - TTL kapcsoló vezérlőjel "1" - ha negatív impulzust kell kiadni

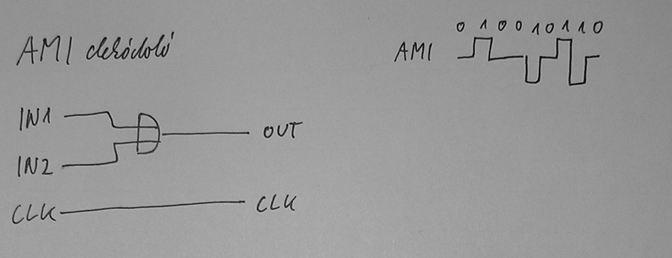
*T Flip-flop tárolja, hogy legutóbb felfelé vagy lefelé impulzust adtunk-e ki. A flip-flop akkor billen, ha IN=1 illetve az órajel is felfutó. Ugyanezt a jelet kell egyszer OUT1, egyszer OUT2 kimenetre kapuzni.*



***15. Rajzoljon le egy AMI dekódoló kapcsolást!***

* Bemenetek:
  + IN1 - TTL jel "1" - ha pozitív impulzus érkezett
  + IN1 - TTL jel "1" - ha negatív impulzus érkezett
  + CLK - TTL a vett jelből kinyert időzítőjel
* Kimenetek:
  + OUT - TTL adatjel
  + CLK - TTL időzítőjel

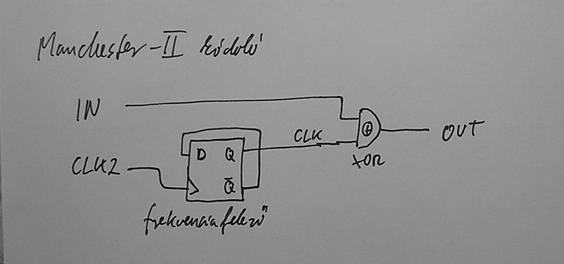
*OUT = 1, ha IN1=1 vagy IN2=1, egyébként 0*



***16. Rajzoljon le egy Manchester II kódoló kapcsolást!***

* Bemenetek:
  + IN - TTL adatjel
  + CLK2 - TTL kétszeres frekvenciájú időzítőjel
* Kimenetek:
  + OUT - TTL kódolt jel

*lásd 7.kérdés ábra. A ManchesterII kód éppen az x(t) jel és az órajel XOR-ja. A kétszeres frekvenciájú órajelet először felezni kell, erre szolgál a visszacsatolt D-tároló.*

**

***17. Rajzoljon le egy Manchester II dekódoló kapcsolást!***

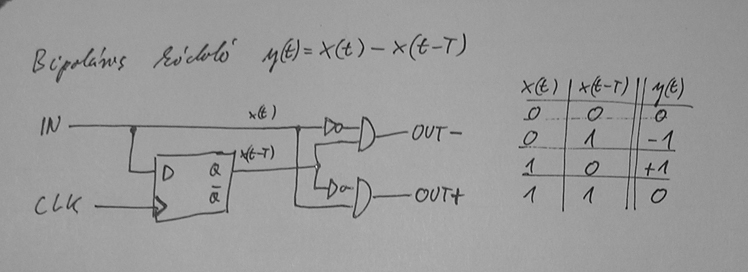
* Bemenetek:
  + IN - TTL kódolt adatjel
  + CLK2 - TTL kétszeres frekvenciájú a vett jelből kinyert időzítőjel
* Kimenetek:
  + OUT - TTL dekódolt jel

*A kétszeres frekvenciájú órajelet először felezni kell, erre szolgál a visszacsatolt D-tároló. A dekódoló ugyanaz, mint a kódoló, az órajellel vett XOR*

***18. Rajzoljon le bipoláris kódoló kapcsolást!***

* Bemenetek:
  + IN - TTL adatjel
  + CLK - TTL időzítőjel
* Kimenetek:
  + OUT1 - TTL kapcsoló vezérlőjel "1" - ha pozitív impulzust kell kiadni
  + OUT2 - TTL kapcsoló vezérlőjel "1" - ha negatív impulzust kell kiadni

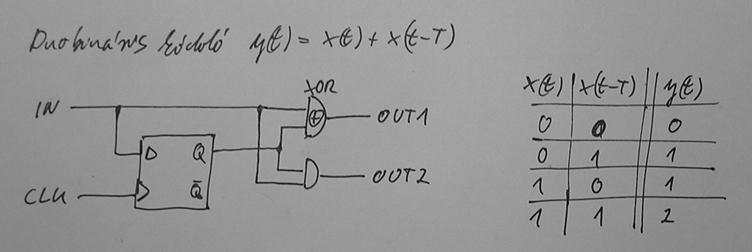
*Bipoláris kódolás esetén a kimenet y(t) = x(t) – x(t-T). Egy D flip-flopban eltároljuk az előző értéket, majd egy kombinációs hálózattal megvalósítjuk y képzését.*



***19. Rajzoljon le egy duobináris kódoló kapcsolást!***

* Bemenetek:
  + IN - TTL adatjel
  + CLK - TTL időzítőjel
* Kimenetek:
  + OUT1 - TTL kapcsoló vezérlőjel "1" - ha pozitív impulzust kell kiadni
  + OUT2 - TTL kapcsoló vezérlőjel "1" - ha 2-szeres pozitív impulzust kell kiadni

*Duobináris kódolás esetén a kimenet y(t) = x(t) + x(t-T). Egy D flip-flopban eltároljuk az előző értéket, majd egy kombinációs hálózattal megvalósítjuk y képzését.*

**

***20. Rajzolja le egy R0 hullámellenállású szűrő illesztett lezárásának kapcsolását, ha a generátor 0 ohmos, és ha a szűrő kimenetére oszcilloszkóp csatlakozik! Hogyan valósítaná meg az illesztett lezárást abban az esetben, ha a generátor belső ellenállása 2R0?***

*Az oszcilloszkóp hatalmas bemenő impedanciájú (~1MOhm), ezért reflexió lép fel a szűrő kimenetén. Ennek megakadályozására az oszcilloszkóppal egy R0 értékű ellenállást kötünk párhuzamosan, hiszen ekkor az eredő terhelés R0-nak látszik majd.*

*Ha a generátor belső impedanciája 0 Ohm, akkor a generátorral R0-at kell sorba kötni. Ha a generátor belső impedanciája 2R0, akkor a bemenetével 2R0-at kell párhuzamosan kötni, mert két azonos értékű ellenállás párhuzamos kapcsolásának eredője az ellenállásuk fele lesz.*

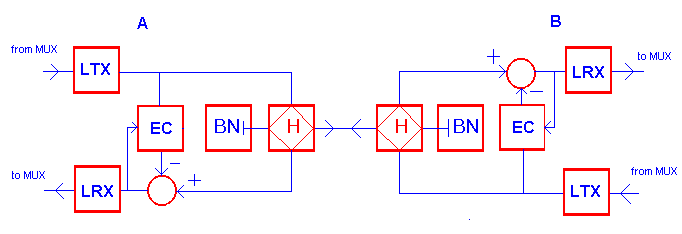
**

***21. Hogyan csökkentették a továbbítandó jel sávszélesség igényét a HDSL rendszer alkotói?***

* Kéthuzalos, full-duplex, echo-kompenzált átvitel alkalmazása (Eddig half-duplex, az új megoldással feleződik a felhasznált érpárok száma.) Lásd: 22 kérdés.
* Scramblerezés (az átalakított bináris jelfolyam 0, 1 értékeinek előfordulási valószínűsége 0.5, 0.5) és sávszélesség takarékos vonali kódolás alkalmazása (pl.: 2B1Q vagy CAP).
* Több érpárra szétbontva továbbítják az átvinni kívánt adatokat. (1, 2, 3 érpár)

<http://alpha.tmit.bme.hu/meresek/4-18-1.htm>

***22. Rajzolja fel egy kéthuzalos echo kompenzált teljes duplex digitális átviteli rendszer vázlatát!***

******

BN: kiegyenlítő áramkör

EC: echo-törlő áramkör

H: hibrid

<http://alpha.tmit.bme.hu/meresek/2wire.htm>

***23. Milyen interfészei vannak egy HDSL modemnek?***

* **PWR** - bekapcsoló gomb
* **230/115V** - tápcsatlakozó aljzat
* **AUX** - soros port, ezen keresztül köthető a modem a felügyeletét végző PC-re
* **G.703 interfész** - ezen keresztül csatlakozik a modem a PCM trönkre
  + szimmetrikus csatlakozás - RJ 45 csatlakozó
  + aszimmetrikus csatlakozás - koaxiális csatlakozók
* **Vonal csatlakozók** - a modemet a távoli modemmel összekötő (réz) vezetékpárok  
  csatlakozói.

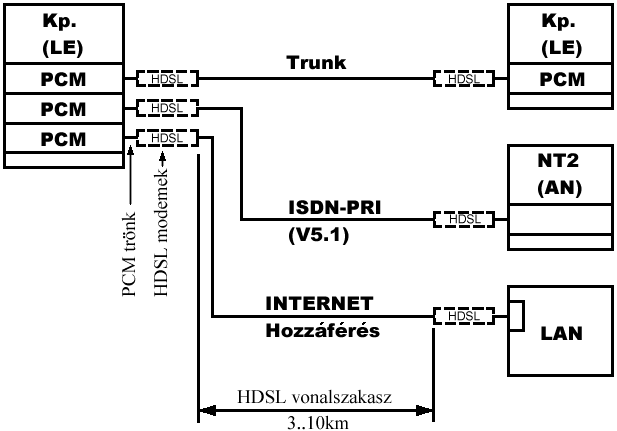
<http://alpha.tmit.bme.hu/meresek/hdslm.htm>

***24. Ismertesse a HDSL rendszerben alkalmazott kerettípusokat?***

* **Application frame**: Az alkalmazási interfész felöl érkező jelfolyamot az *Interface* egység csomagokba, un. Application frame-ekbe szervezi. Szerkezetük interface függő. (Pl.: Primer PCM)
* **Core frame**: *Mapping Unit* az Application frame-eket Core frame-ekké alakítja. Struktúrájuk az alkalmazástól függ, pl.: 4 db Primer PCM keretből áll.
* **HDSL frame**: pl.: 4 db Core frame-bő állhat. Kiegészítve kiegyenlítő, fenntartási és fejléc bitekkel.

<http://alpha.tmit.bme.hu/meresek/4-18-2.htm>

***25. Rajzolja fel egy HDSL rendszer blokkvázlatát!***



<http://alpha.tmit.bme.hu/meresek/4-18-1.htm>