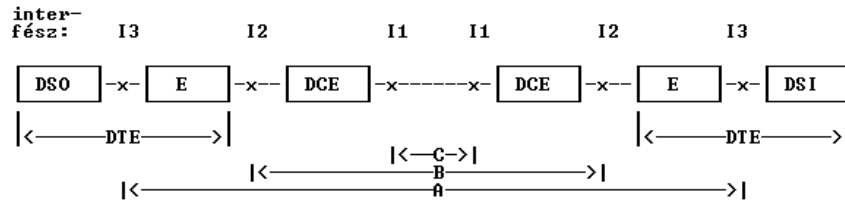


TTMER-6

Adatátvitel hozzáférési hálózaton (a modemtől a DSL-ig)

1. Rajzolja fel egy klasszikus adatátviteli összeköttetés modelljét! Végezze el a megfeleltetést az adatátviteli összeköttetés modell elemei és a mérőhely eszközei között! Mennyi az adatátviteli csatorna csillapítása a mérésben?



Az ábrán alkalmazott jelölések értelmezése:

- DSO - adatforrás
- DSI - adatnyelő
- E - vezérlő-és hibajavító berendezés /
- DTE - adatvégberendezés /adatátviteli terminál - PC-k/
- DCE - vonalcsatlakozó berendezés /DSL modemek, DSLAM/
- A - adatkapcsolat
- B - adatátviteli összeköttetés /vonalszimulátor + modemek/
- C - adatátviteli csatorna /vonalszimulátor/

Adatátviteli csatorna csillapítása a mérésben: 6dB

2. Milyen parancsokkal vezéreljük a klasszikus modemeket? Irjon fel egy Hayes parancssort egy modem bekapcsolás utáni inicializálására, az automatikus válaszmód beállítására, egy hívás kezdeményezésére, majd a felépült kapcsolat bontására!
(A lista otthon előre is elkészíthető és névvel ellátva beadható!)

A modemekbe épített mikroszámítógépek lehetővé teszik, hogy a modemeket az interface vezetékek helyett *szöveges parancsokkal* vezéreljük. Ilyen parancskészletet dolgozott ki és szabadalmaztatott az amerikai **HAYES** cég. A parancskészlet egy alapkészletből és tetszőlegesen bővíthető opcionális készletből áll. Noha a ITU-T ezt az eljárást nem szabványosította, a világon elterjedten alkalmazzák.

Minden a terminal által a modemnek küldött parancs (kivéve az A/ és +++ parancsokat) az **AT** prefixszel kezdődik, melyet a parancs további karakterei követnek. A parancsot a (CR) vezérlő karakter terminálja.

A kért parancssor:

ATZ(CR)
ATS0 (CR)
ATDT2107 (CR)
ATH0 (CR)
 (egyébként fingom nincs, remélem jó!)

3. Milyen működési állapotai vannak egy klasszikus modemnek?

- **Power up** - modem be van kapcsolva, működésre kész
- **Command state** parancsmód. A modem a terminal felől érkező üzeneteket parancsként értelmezi.
- **Connecting** - Kapcsolat felépítési fázis. A modem ebben az állapotban hívást épít fel.
- **On-line state**: adatátviteli fázis. A modem ebben az állapotban a termináltól érkezett üzenetet továbbítja a vonal másik végén levő modem felé, illetve a vonalon a másik modem felől érkezett üzenetet továbbítja a terminál felé.
- **Hang up**: bontási fázis.

4. Milyen keretkezéssel továbbítják az adatokat a DTE-DCE interfacen a terminal és a modem között? Melyik a legjobb hatásfokú eljárás?

Az interfészen áthaladó jelek formátuma – keretkezése - nem az interfész, hanem a DTE-DCE specifikációja. Az adatok keretkezésére leggyakrabban a következő három módot használják:

- **aszinkron** (start-stop)
- **szinkron, karakter orientált** /BSC - Binary Synchronous Communication/
- **szinkron, bit orientált** /HDLC - High level Data Link Control/

A karakter alapú szinkron átvitel nagyobb átviteli sebességet biztosít, mint az aszinkron.

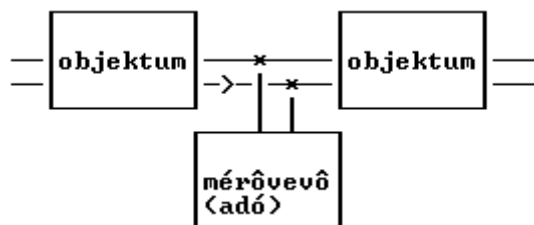
5. Milyen méréseket végeznek egy távbeszélő csatornán annak megállapítására, hogy a csatorna adatátvitelre alkalmas-e?

- távbeszélő csatorna mérések:
- amplitúdó karakterisztika
- csoportfutási idő karakterisztika
- impulzus zaj
- fázisjitter
- fázisugrás
- amplitudóugrás
- frekvenciaelcsuszás

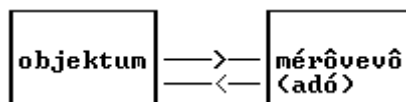
6. Hogyan (terminal vagy monitor módban?) csatlakozik a DTE-DCE interfészre a DT-10 interfész teszterrel MONITOR, BERT, és DUMP mérési üzemmódban? Rajzolja le a mérési elrendezéseket!

(A rajzok otthon előre is elkészíthetők és névvel ellátva beadhatók!)

MONITOR: monitor mód, párhuzamos



BERT, DUMP: terminal, soros



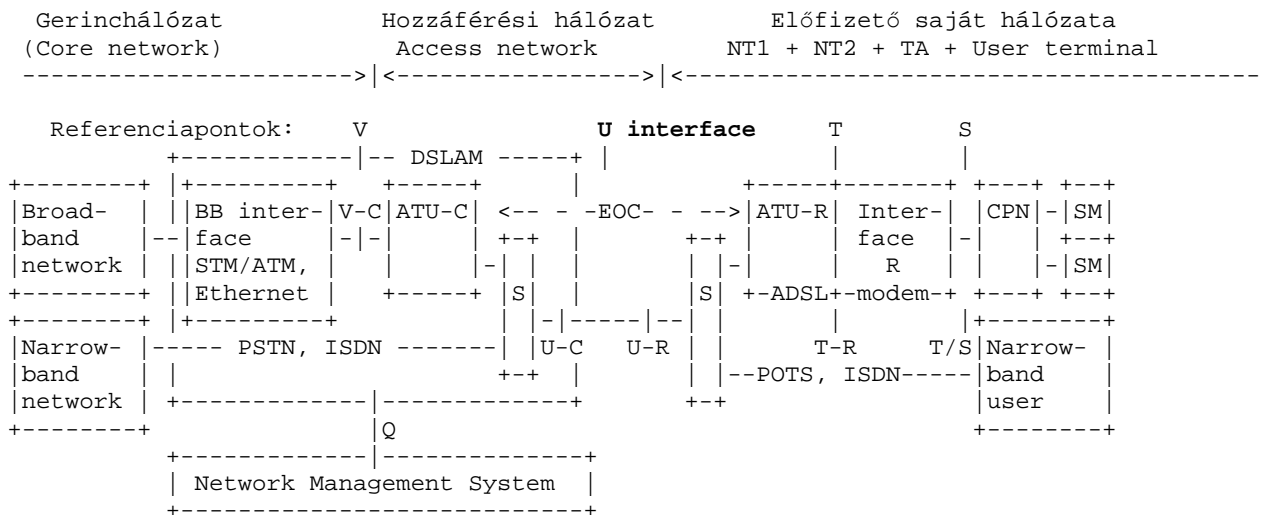
12. 20 kHz sávszélességű szűrőn keresztül 40 mV_{RMS} zajfeszültséget mérünk egy áramkörben. Mekkora feszültséget mérünk abban az esetben, ha a szűrő sávszélessége 5 kHz lenne?

$$40\text{mV}_{\text{RMS}} * \text{sqrt}(5/20) = 20\text{mV}_{\text{RMS}}$$

13. Mi a fázisábra (más elnevezésekkel vektorelrendezés, vektorábra, jeltér diagram)?

Az átviteli út torzításainak hatását az a(t) és b(t) jelekre a **szemábra felvételével** vizsgálhatjuk. Amennyiben az a(t) és b(t) jelek együttesen is rendelkezésre állnak, készíthetünk az oszcilloszkóppal kétdimenziós szemábrát is, oly módon, hogy x-y módban jelenítjük meg a jeleket az oszcilloszkópon, mintha Lissajous görbét akarnánk felvenni fázisszög méréshez. Innen adódik az ábra másik elnevezése: fázisábra, de léteznek további elnevezések is: fázorábra, vektorelrendezés, vektorábra, jeltér diagram.

14. Ismertesse az ADSL digitális előfizetői átviteli rendszer modelljét!



Jelölések:

- *Broadband network* - szélessávú csomagkapcsolt hálózat (Internet)
- *Narrowband network* - a klasszikus PSTN/ISDN hálózat elnevezése itt
- *POTS* (Plain Old Telephone Service) - A klasszikus telefonszolgáltatás egy elnevezése
- *DSLAM* (DSL Access Multiplexer) - Az ADSL rendszer hálózati illesztő berendezésének elnevezése. A berendezés részei:
 - *BB interface* - ADSL rendszer szélessávú csomagkapcsolt hálózati illesztője. A klasszikus ADSL hálózati csatlakozás: STM-1 (optikai) interfész, a payload ATM, a cellák hordozzák az IP csomagokat. A BB interface kapcsoló funkciót is megvalósít: az ATM cellák fejlécében a VPI/VCI útvonal azonosítókkal egyszerűen lehet irányítani az IP csomagokat a felhasználók felé, ez a megoldás elterjedtségének oka.
 - *ATU-C* (ADSL Transceiver Unit Central office Side) - ADSL adó/vevő (modem) készlet, központ oldali illesztő (Fizikailag egy egységben 16-32 adó/vevő helyezkedik el.)

- *S - splitter* - váltószűrő. A két szolgáltatás - az ADSL és a PSTN/ISDN - jele a frekvenciatartományban egymás mellett helyezkedik el és ezekkel a szűrőkkel választható szét.
- *Network Management System* - Az ADSL hálózatot menedzselő rendszer (mely lehet egyszerűen egy terminál, de lehet egy számítógép hálózat is). A menedzselő rendszer SNMP-n (Simple Network Management Protocol) keresztül tartja a kapcsolatot a DSLAM-mal. Az ADSL modem menedzselése az U interfészen keresztül az ADSL keretekbe ágyazott szolgálati csatornán (EOC - Embedded Operational Channel) keresztül valósul meg. A modem gyártók ezen felül a modemeket is felszerelik menedzsment porttal.
- Az előfizető oldalán helyezkedik el az ADSL modem. Ennek részei:
 - *S - splitter* - váltószűrő.
 - *ATU-R* (ADSL Transceiver Unit Central Remote terminal end) - ADSL adó/vevő, távoli előfizetői oldali illesztő (ADSL modem)
 - *Interface R* - Az előfizetői hálózat illesztője. (Fizikai interfészek: 10 Mbit/s ethernet, 25,6 Mbit/s ATM, USB)
- *CPN* (Customer Premise Network) - Hálózat a felhasználó telephelyén, a felhasználó hálózata. Az ADSL a CPN és a Broadband Network között egy LAN Bridge-t valósít meg.
- *SM* (Service Module) - Az előfizetői hálózathoz csatlakozó végberendezés (pl. terminál)
- *Narrowband user* - PSTN/ISDN előfizetői végberendezés (pl. telefon) vagy hálózat (pl. ISDN előfizetői hálózat).

A hálózat egyes elemei szabványos, ún. referenciapontokon keresztül kapcsolódnak össze.

15. Ismertesse az ADSL digitális előfizetői átviteli rendszer referenciapontjait!

- **Q referenciapont** - A menedzselő hálózat hálózati referenciapontja. (Nem tévesztendő össze az ISDN előfizetői hálózat Q referenciapontjával!)
- **S referenciapont** - Az előfizetői készülékeket összekapcsoló interfész.
- **T referencia pont** - Az előfizetői hálózat és a szolgáltatói hálózat határpontja.
- **U referencia pont** - Az előfizetői hálózatot a szolgáltatóval összekapcsoló interfész.
- **V referencia pont** - A szolgáltató központjának csatlakozási pontja.

16. Milyen a digitális jelek átvitelére használt modulációs eljárásokat ismer?

ASK, PSK, FSK, CAP, DMT, QPSK, QAM

Milyen modulációt használ az ADSL rendszer?

CAP, DMT (laborban DMT)

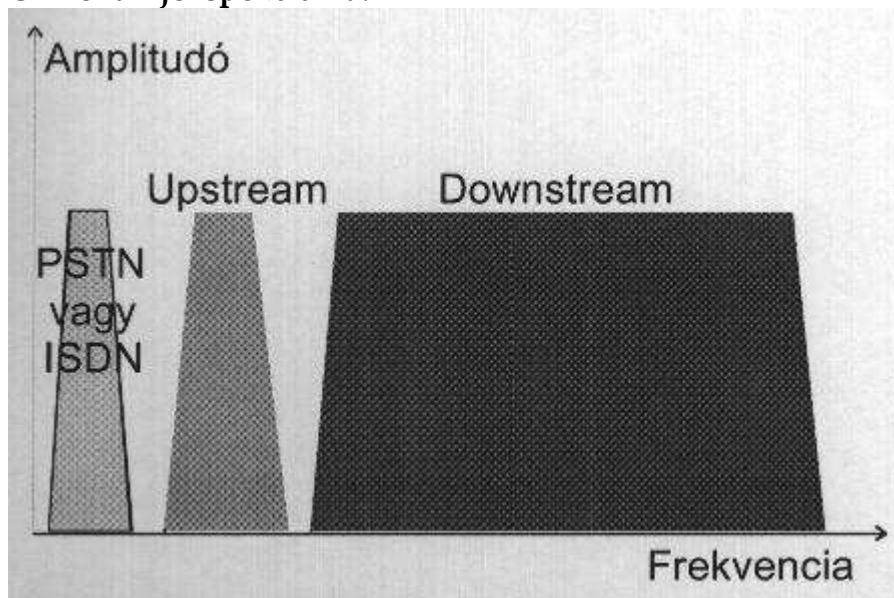
17. Ismertesse az ADSL U interfész vonali rétegét (moduláció, spektrum, fő paraméterek)!

Moduláció

Az ADSL rendszerben *DMT* (Discret MultiTone - diszkrét több vivős) modulációt használnak.

Frekvencia-raszter:	4.3125 kHz
a DMT csatorna vivőfrekvenciák száma:	256 #0...255
a jelzési sebesség (szimbólum sebesség) az egyes DMT csatornáknban:	4 kBaud (250 us)
az egyes DMT csatornáknban továbbított bitek száma:	2...15 Az aktuális érték az egyes csatornáknban a jel/zaj viszony értékétől függ. A konkrét érték az inicializáláskor kerül meghatározásra.
becsült csatornkapacitás (minden DMT csatornában 8 bitet továbbítunk):	$256 * 8 * 4000 = 8192$ kbit/s
modulációs technika:	IDFT (Inverse Discrete Fourier Transform) Az egyes csatornáknban továbbítandó jelek komplex amplitúdó és fázis értékeiből meghatározza a hozzátartozó időfüggvény mintáit.

Az ADSL vonali jel spektruma:



A vonali réteg fő paraméterei

Ezek a paraméterek az ADSL modemek mérési eredményei, és a menedzselő rendszeren keresztül hozzáférhetőek:

- **Attainable bit rate** - az elérhető - a DMT csatornáknban mért jel/zaj viszony alapján meghatározott - bitsebesség
- **SNR (Signal to Noise Ratio) Margin** - a mért jel/zaj viszony decibelben a követelményhez viszonyítva.

- **Line attenuation** - Az adott és vett jelteljesítményekből meghatározható előfizetői réz érpár csillapítás.
- **Bits/channel** - DMT csatornánkénti bitkiosztás. Megadja, hány bitet lehet átvinni DMT-csatornánként.

18. Ismertesse az ADSL U interfész csatorna rétegét (hordozócsatornák, átviteli út)! Mi az a dual latency?

Az ADSL multiplex képességekkel is rendelkezik. Az ADSL szállítási kapacitása: max. 7 felhasználói adatfolyam hét **hordozócsatornán (Bearer channels)** szimultán módon. Ezek közül **négy szimplex csatorna (AS0..3)** csak downstream irányban, **három duplex csatorna (LS0..2)**. Kötelező az AS0,LS0 megvalósítása, a többi csatorna opcionális. A hordozó csatornák sávszélessége **32 kbit/s egész számú többszöröse** ($1 \text{ byte} * 4000/s = 4000 \text{ byte/s} = 32000 \text{ bit/s}$), és a menedzselő rendszerben konfigurálható.

A hordozócsatornák továbbítására az U-interfészen **két út** áll rendelkezésre:

- **fast út** - kis késleltetés, gyenge hibavédelem
- **interleaved út** - nagy késleltetés, erős hibavédelem

Az út a menedzselő rendszerben konfigurálható. Egyidejűleg használhatjuk csak az egyik átviteli utat (*single latency*), vagy mindkettőt (*dual latency*).

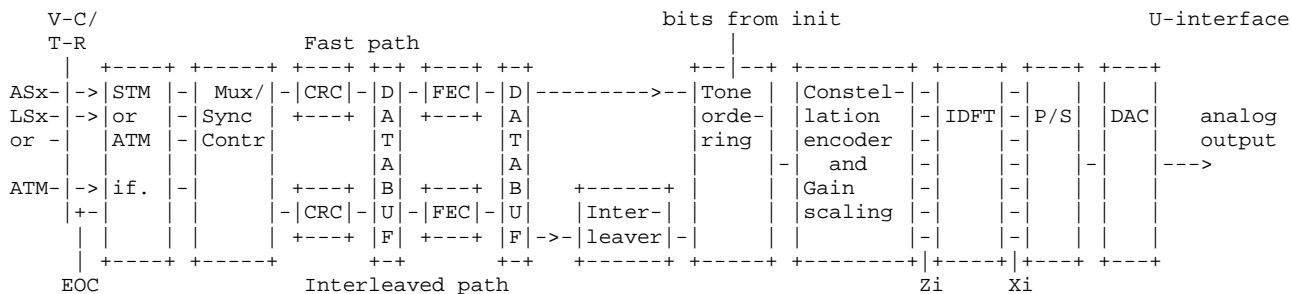
19. Ismertesse az ADSL U interfész adatút rétegét (szinkron, aszinkron)!

Az ATU-C bemenetére érkező felhasználói adatfolyam kétféle formában érkezik:

- **STM** - keretezetlen, szinkron átviteli mód (nem tévesztendő össze az SDH STM-1 kerettel!)
- **ATM** - keretezett, aszinkron átviteli mód, ahol az információt ATM cellákba csomagolva továbbítják. Az ATM hálózat felhasználói oldalán a továbbítandó információt AAL5 keretekbe mappeljük.

Az adatfolyam sebessége a DSLAM menedzselő rendszerében 32 kbit/s-os lépcsőkben programozható. A felhasználói adatfolyam multiplexelt hordozócsatornákból állhat.

20. Rajzolja fel egy ADSL modem adóegységének blokkvázlatát!



A továbbítandó $n \times 32 \text{ kbit/s}$ sebességű felhasználói adatfolyam az **ASx, LSx, ATM** portokon keresztül soros formában érkezik az ATU-C bemenetére (**STM or ATM if.**). A **Mux/Sync Contr.** áramkör kapcsolja a hordozócsatornákat a kiválasztott átviteli útra (fast / interleaved path). A következő lépés a soros/párhuzamos átalakítás, a

felhasználói adatfolyamból 250 us-nyi (1/4000 Baud) részletet eltárolunk egy adat bufferbe (DATABUF), úgy hogy ellenőrző összeget is képezünk (CRC). A max. 256 byte méretű DATABUF-ban állítjuk össze keretezett formában (ADSL keret) a továbbítandó felhasználói adatfolyam részletet.

21. Ismertesse az ADSL átviteli rendszer inicializálásának fő eljárásait!

Az ADSL átviteli rendszer inicializálása egy összetett folyamat, mely a következő fő eljárásokból áll:

- **Handshake** - kapcsolatfelvétel az adó/vevők közt, alapadatok (pl. STM/ATM átvitel) átküldése
- **Training** - Jelszint mérések, vonali kiegyenlítő, echotörlők beállítása
- **Channel analysis** - a DMT csatornáknban a jel/zaj viszony megmérése, és ennek alapján a csatornánkénti bitkiosztás (Tone ordering) meghatározása
- **Exchange** - a mérési eredmények cseréje az adó/vevők közt

Az inicializálás során alkalmazott mérőjelek: tone, PRBS, az adat csatornák 4QAM kódolásúak.

22. Sorolja fel az ADSL hálózaton végezhető méréseket!

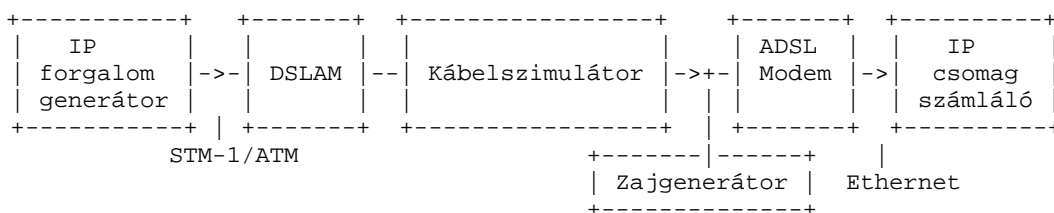
- **Fizikai réteg tesztek**
- **Funkcionális tesztek**
- **Stress teszt**
- **Villamos tesztek**
- **Átviteli jellemzők / Teljesítményképesség tesztek**
- **Relatív jel/zaj viszony ellenőrzés**

Itt az ADSL összeköttetést előforgalom nélkül vizsgáltuk.

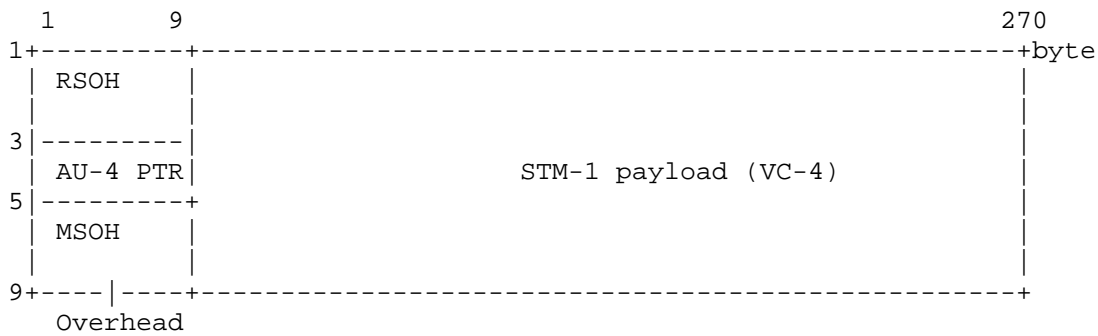
Itt az ADSL összeköttetést előforgalommal terheljük.

- **Kábel teszt**
Itt az átviteli közeg paramétereit mérjük, alkalmas-e ADSL átvitelre.
- **TDR - reflexiók vizsgálata**
- **Frekvenciamenet**
- **DMT teszt**
- **Zajmérés**
- **Magasabb rétegbeli tesztek**

23. Rajzolja fel egy ADSL összeköttetés teljesítményvizsgálatára szolgáló mérési elrendezés blokkvázlatát!



24. Ismertesse az STM-1 keret felépítését!



A keret fő részei:

- **payload** ("hasznos teher") a továbbítandó információ, mely VC-4 keretezésű.
- **overhead** - a keret fejléce. A fejléc további két részre bontható:
 - **SOH Section Overhead** - a keret szervezésével kapcsolatos adatok összessége.
 - *RSOH* - regenerator section overhead
 - *MSOH* - multiplexer section overhead
 - **AU-4 (Administrative Unit) pointer** - a payload (VC-4) nincs kötött fázishelyzetben a kerethez képest (dinamikus keretezés) a pointer megadja a payload helyzetét a kerethez képest. A pointer változtatásával kiegyenlíthetjük a VC és a payload közti fázis és sebességkülönbséget.

A keret fő paraméterei:

Keretidő: 125 us

A keret 9 sorból, soronként 270 byte-ból áll.

Hogyan mappeljuk az ATM cellákat a VC-4-be az SDH-ban?

Az ATM cellákat byte szinkron módon helyezük a konténerbe. Mivel a VC-4 konténer nem egész számú többszöröse az ATM cellának, az ATM cellák átnyúlhatnak a következő VC-4-es konténerbe.