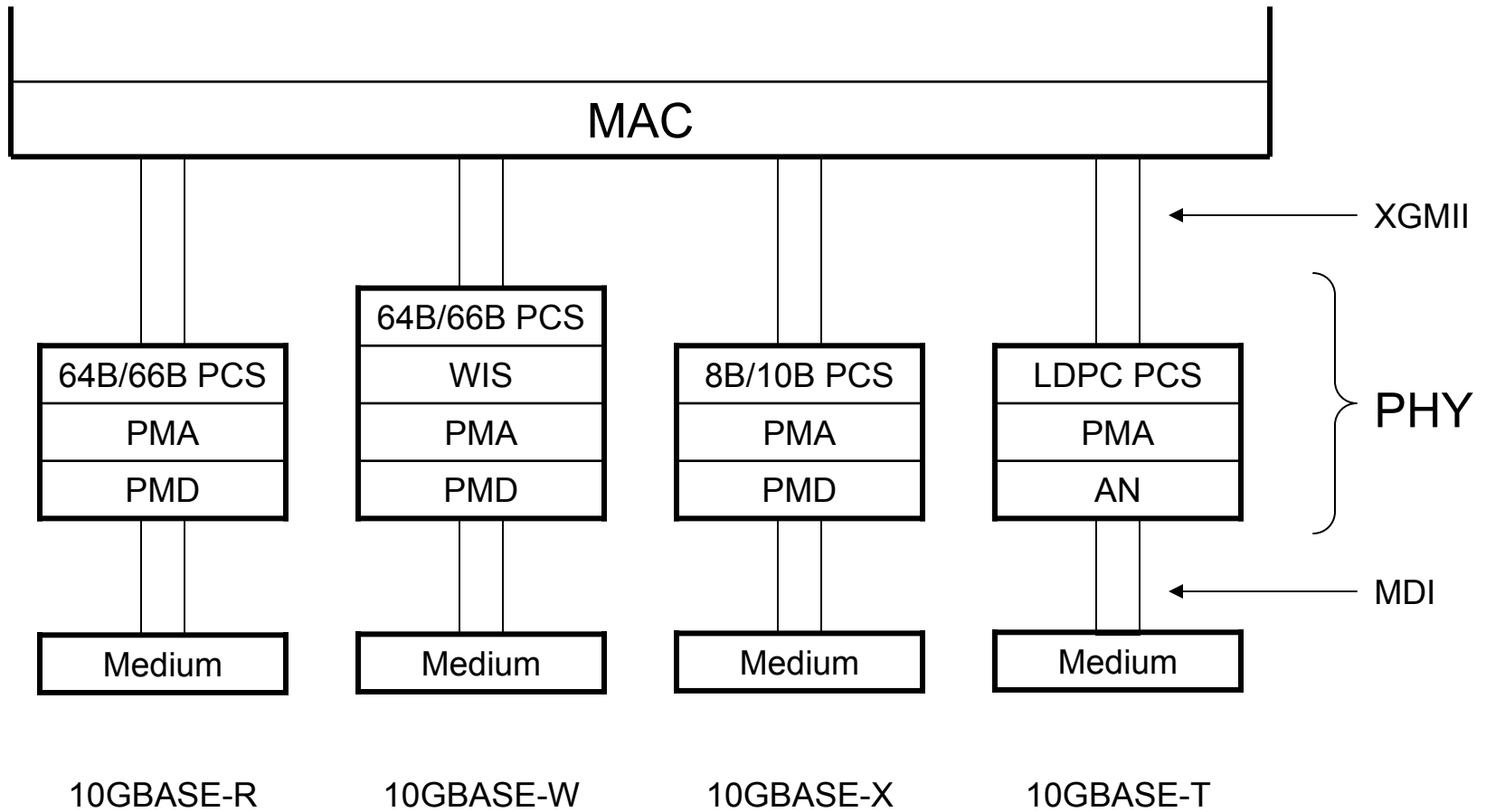


10 Gigabit Ethernet

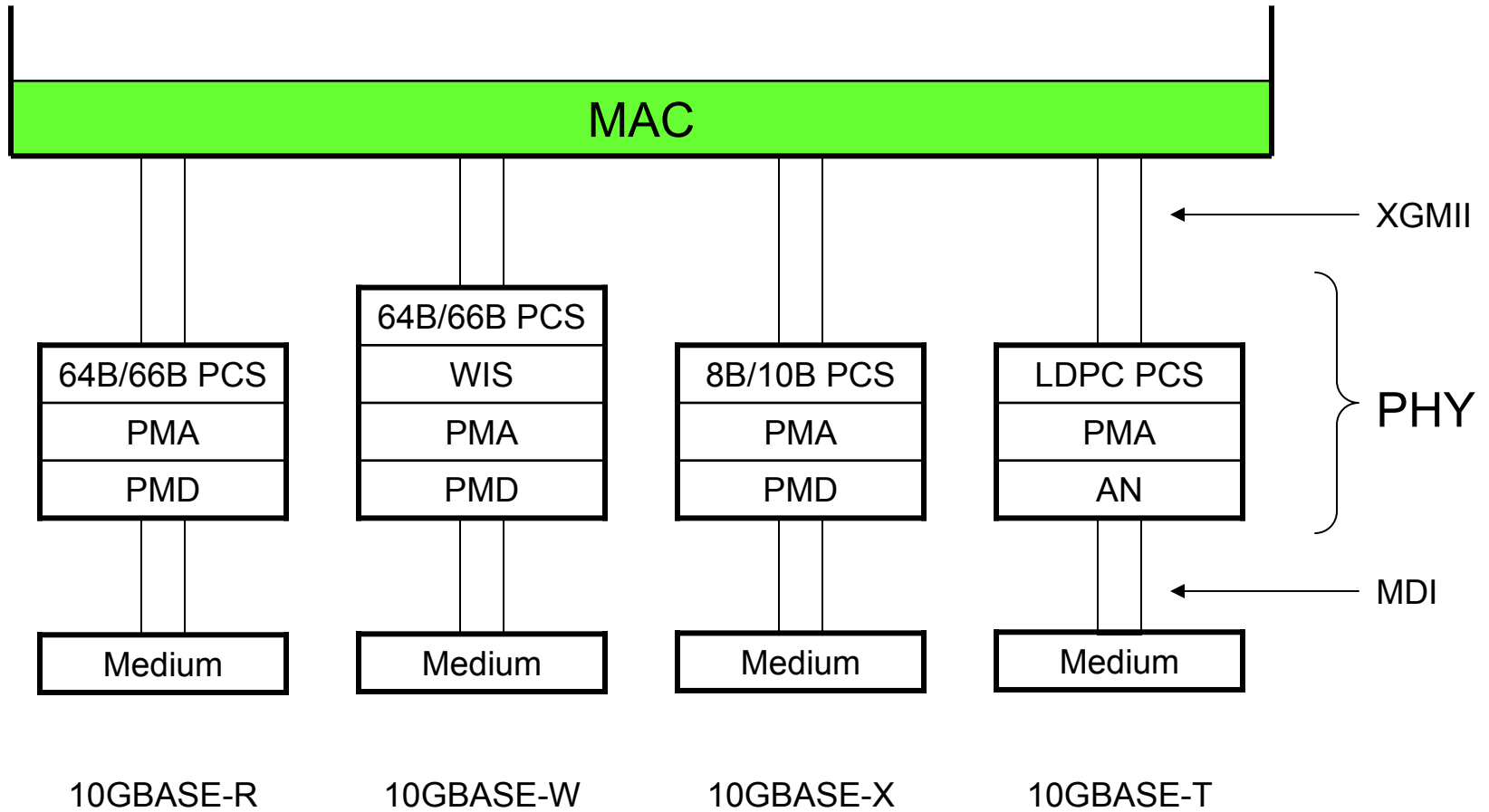
Jákó András

jako.andras@eik.bme.hu

Tartalom



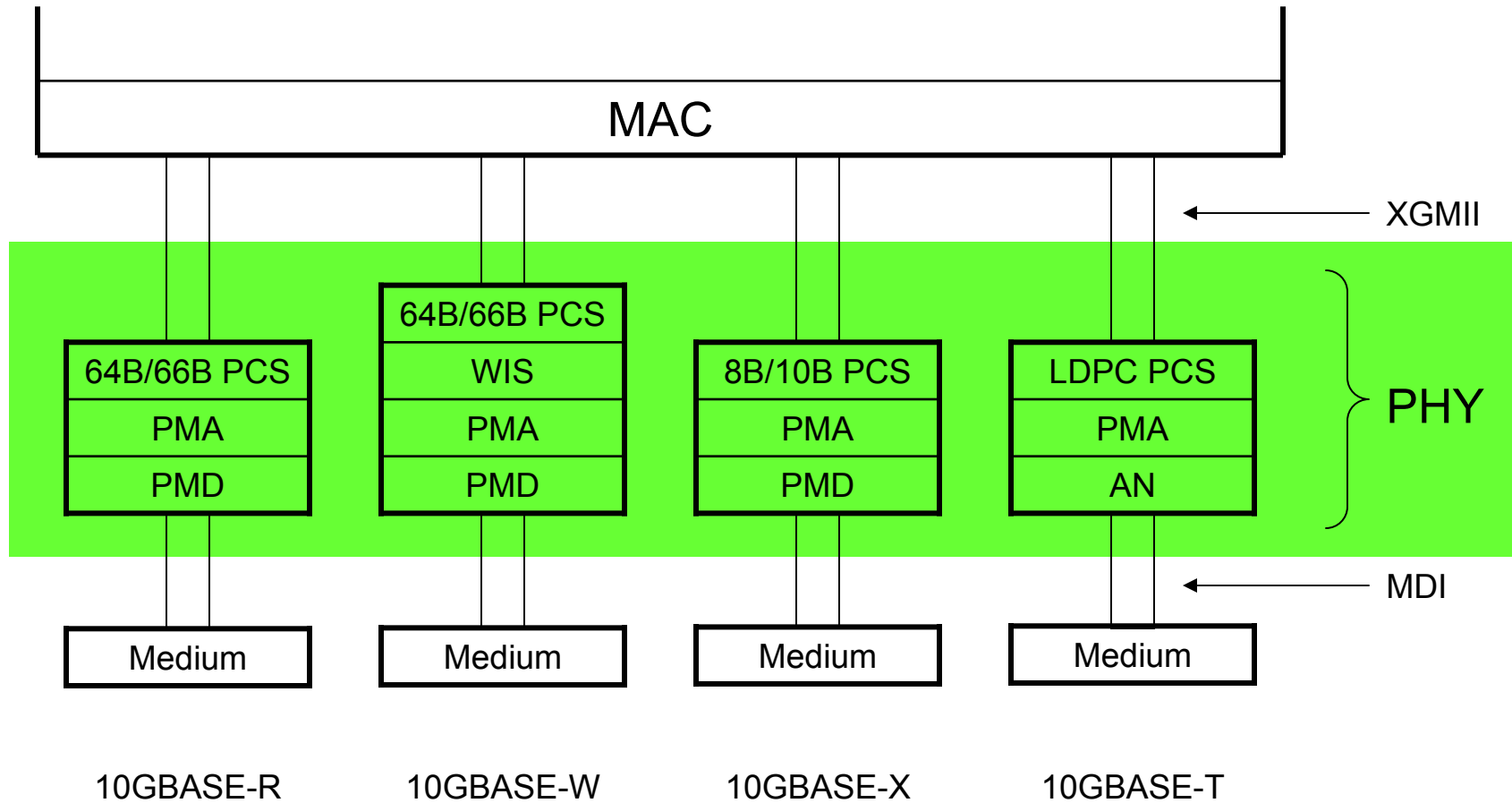
Tartalom



Medium Access Control

- csak full-duplex
 - nincs CSMA/CD
 - a half-duplex mód már a GE-nél is feleslegesnek bizonyult
 - sőt, emiatt kellett kifejleszteni a Carrier Extensiont és a Frame Burstinget

Tartalom



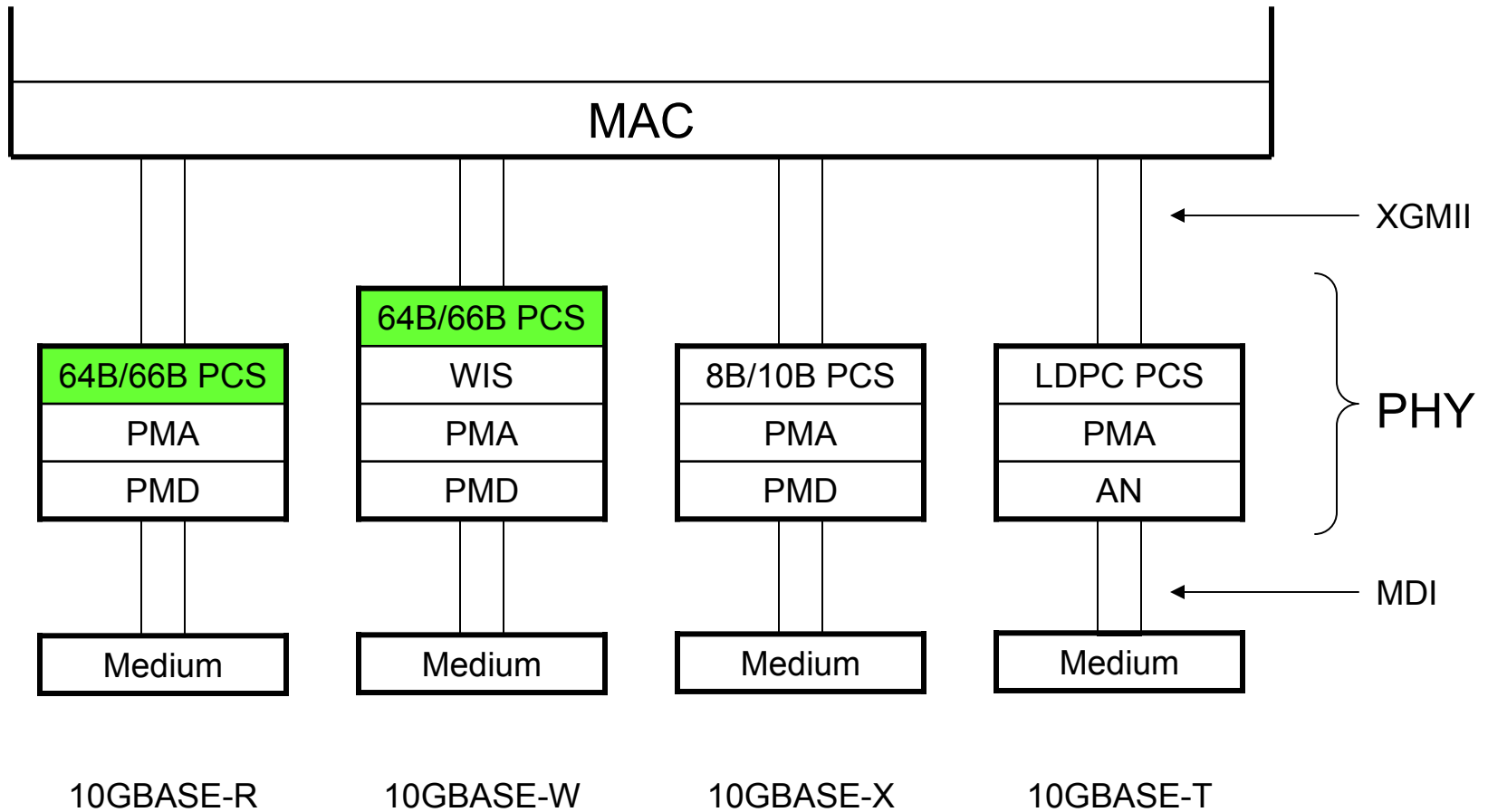
PHY jellemzők

- LAN – WAN
 - LAN: „normális” Ethernet
 - WAN: egyszerűsített SDH keretezés
- átviteli közeg
 - optikai szálpár
 - multi, mono
 - twinax kábel
 - csavart érpáros kábel
- soros – párhuzamos
 - soros: egyetlen ~10 Gbit/s jelfolyam
 - párhuzamos: több kisebb sebességű jelfolyam
 - „beépített” WDM
 - több réz vezető

PHY taxonómia

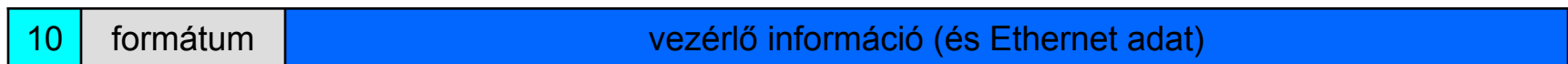
	10GBASE-SR	10GBASE-LRM	10GBASE-LR	10GBASE-ER	10GBASE-SW	10GBASE-LW	10GBASE-EW	10GBASE-LX4	10GBASE-CX4	10GBASE-T
	R				W			X		T
soros		●				●				
párhuzamos								●		●
LAN		●						●		●
WAN						●				
optikai szál		●				●		●		
twinax								●		
csavart érpár										●

Tartalom

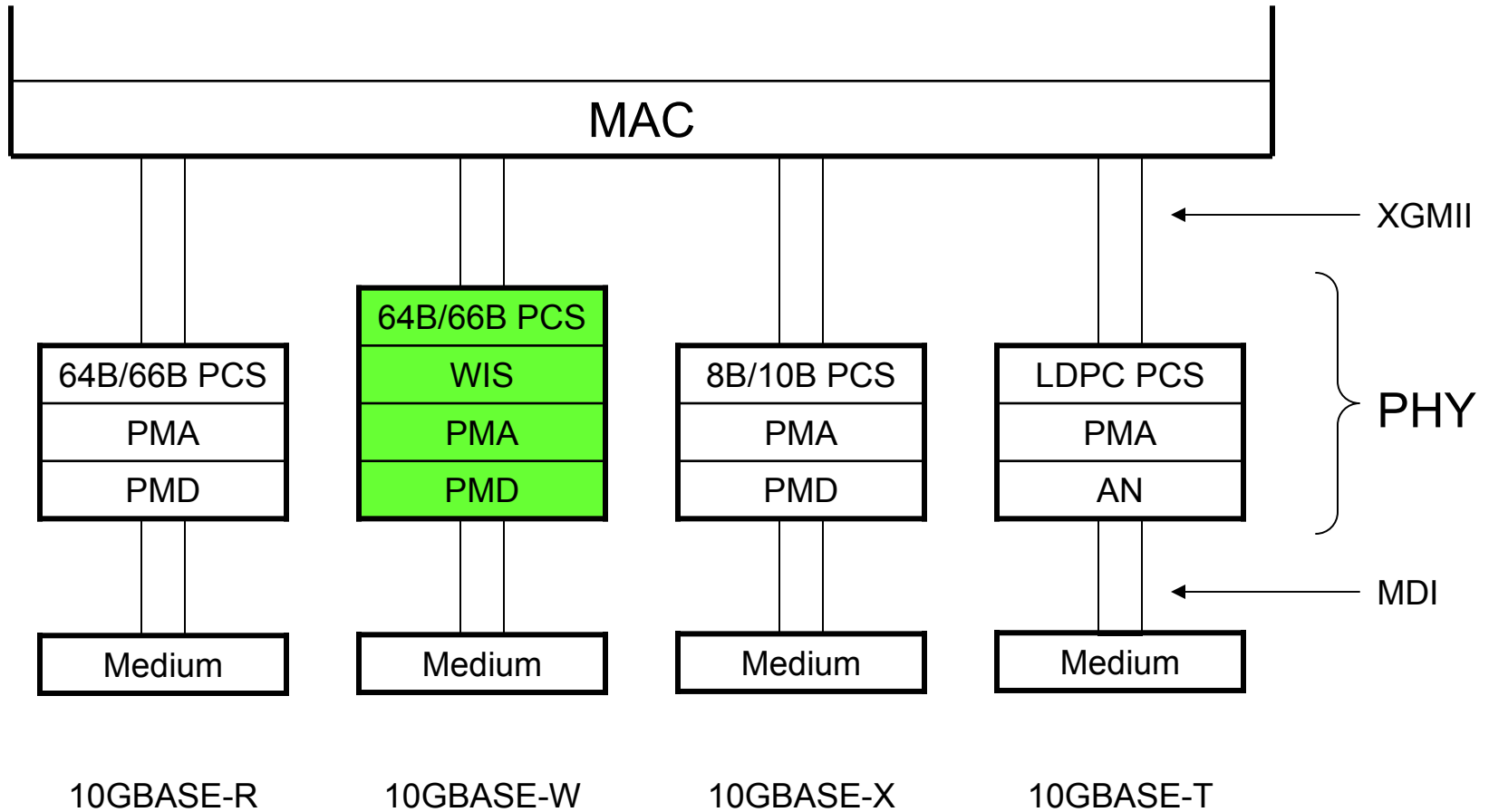


64B/66B PCS

- 2 bit header + 64 bit payload
- header
 - „01” után csupa adat
 - „10” után vezérlő információ, és esetleg adat is
 - az első byte adja meg a másik 7 struktúráját
 - „00” és „11” érvénytelen
 - az érvényes header a 66 bites blokk határának detektálására is alkalmas
- scrambler – önszinkronizáló folyamkódoló
 - a header biteket nem kódolja, csak a másik 64 bitet



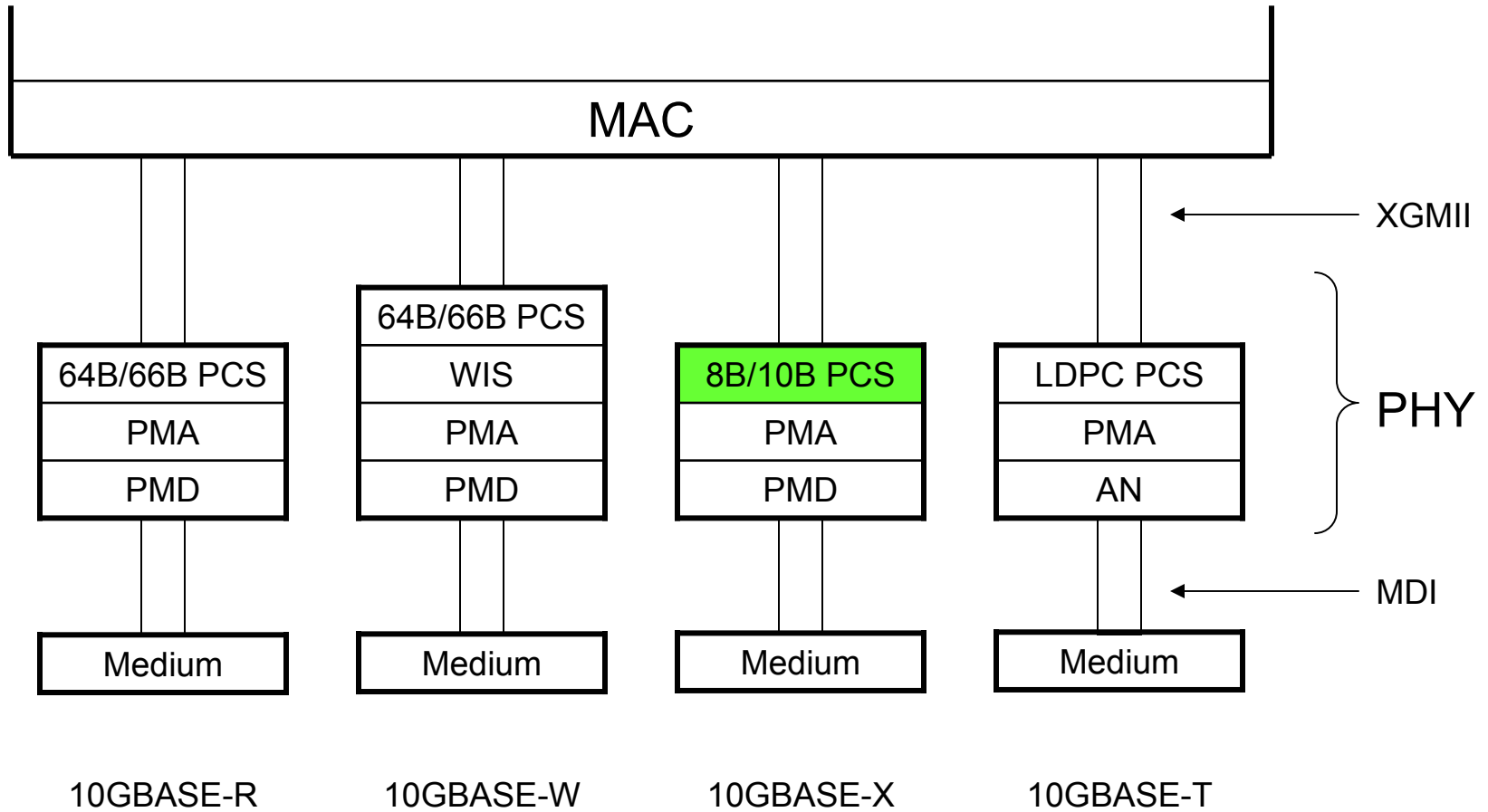
Tartalom



WAN PHY

- két 10GE állomás között pont-pont SDH/SONET link
- SDH VC-4-64c vagy SONET STS-192c
 - konyhanyelven STM-64 ill. OC-192
- ~9.58 Gbit/s adatsebesség (~9.95 Gbit/s vonali)
 - MAC és PHY között 10 Gbit/s
 - adáskor a MAC extra szünetet iktat be a keretek közé
 - ezeket a PHY eldobja
 - ami megmarad, az már belefér a ~9.58 Gbit/s-ba
 - vételkor a PHY iktat be extra üres szimbólumokat a keretek közé
 - ezen a MAC nem csodálkozik
- WIS – WAN Interface Sublayer
 - egyszerűsített SDH keretezéssel látja el az adatfolyamot
 - kezeli az SDH riasztásokat

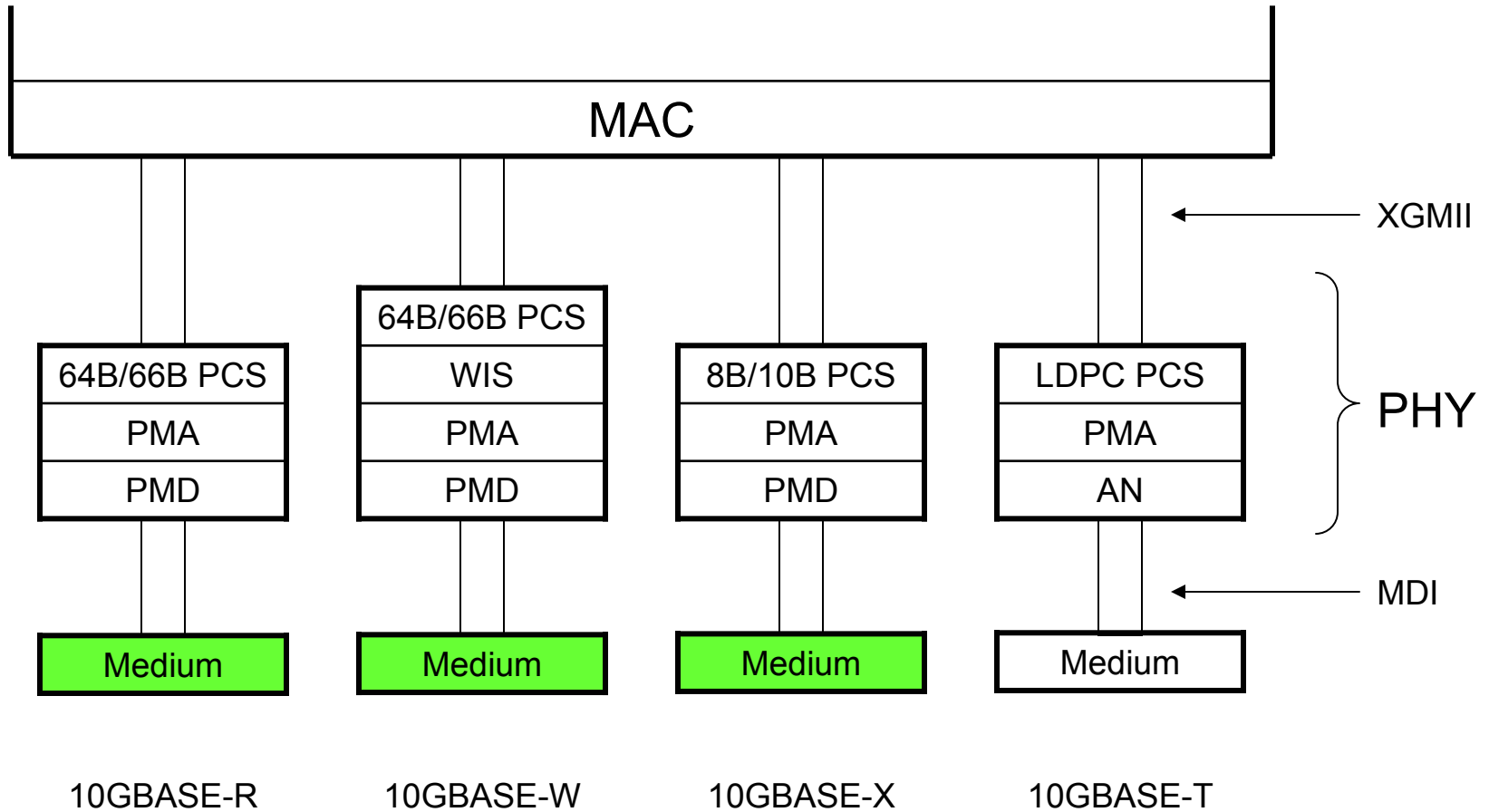
Tartalom



8B/10B PCS

- 8B/10B blokk kódolás
 - mint a GE-nél (1000BASE-X)
 - vezérlőinformációk elférnek a szimbólumtérben
 - órajel visszanyerhető a jelfolyamból
- négy párhuzamos jelfolyam
 - 3.125 Gbaud jelzési sebesség

Tartalom



Optikai média

típus	hullámhossz [nm]	multimódusú szálpár	monomódusú szálpár
10GBASE-SR	850	●	
10GBASE-SW		●	
10GBASE-LRM	1310	●‡	
10GBASE-LX4		●‡	●
10GBASE-LR			●
10GBASE-LW			●
10GBASE-ER	1550		●
10GBASE-EW			●

- 10GBASE-LX4: 4 WWDM lambda 24.5 nm-enként

‡ mode-conditioning patch kábel szükséges

Optikai hatótávolság

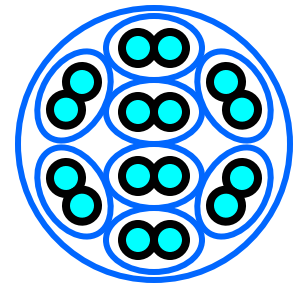
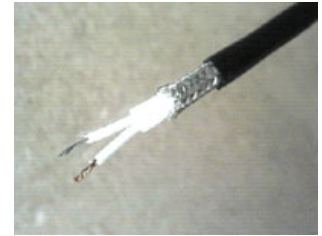
- monomódusú szálon
 - 10GBASE-L* : 10 km
 - 10GBASE-E* : 40 km
- multimódusú szálon függ a szál modális sávszélességétől is

mag átmérő [μm]	modális sávszélesség [MHz*km]		áthidalható távolság [m]		
	850 nm	1300 nm	10GBASE-S* (~10 Gbaud)	10GBASE-LRM (~10 Gbaud)	10GBASE-LX4 (~3 Gbaud)
62.5	160	500	26	220	300
	200	500	33	220	300
50	400	400	66	100	240
	500	500	82	220	300
	2000	500	300	220	300

- 10GBASE-LRM: vételi oldalon elektronikus diszperzió-kompenzáció

10GBASE-CX4 médium

- twinaxiális kábel
 - olyan koaxiális kábelhez képest, mint a sajtburger a hamburgerhez képest
 - legalábbis az elnevezés...
 - koaxiális kábelhez hasonlít, de belül két vezető van
- CX4 kábel = 8 twinax összefogva
 - irányonként 4
- Infiniband 4X csatlakozó
- max. 15 m

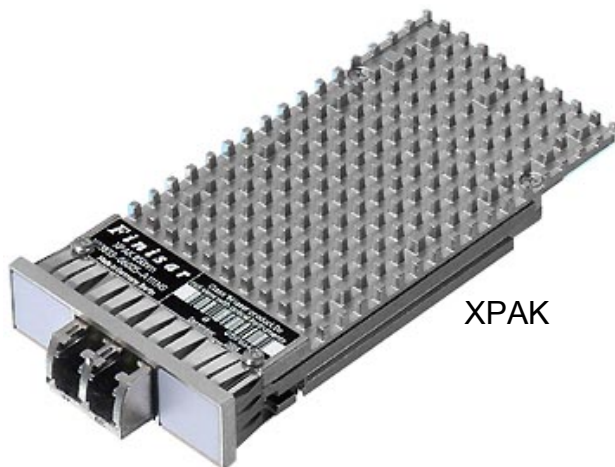


Transceiverek

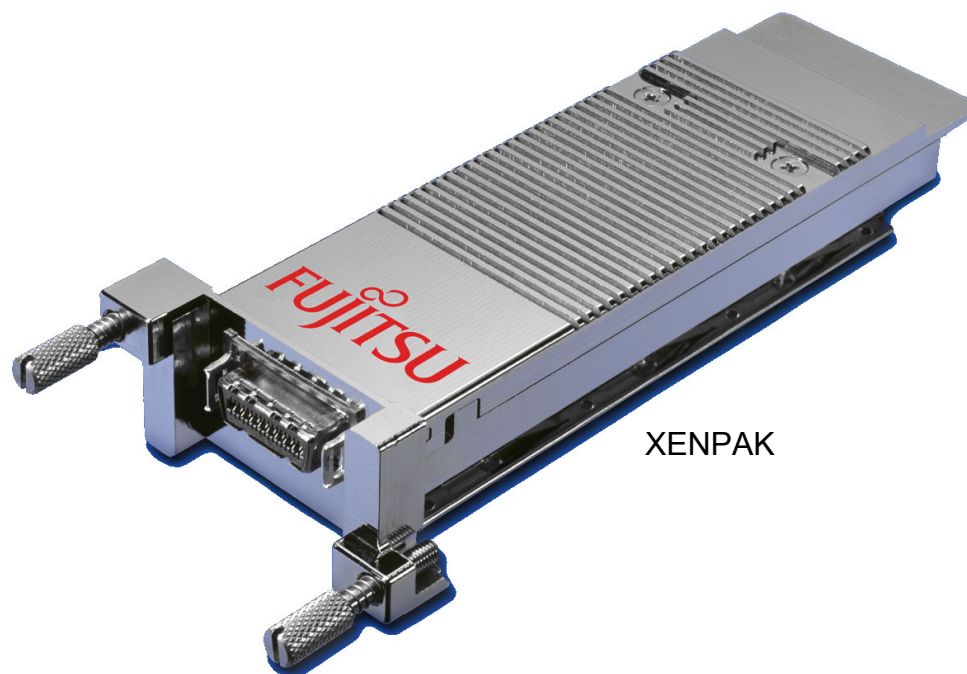
- Multi-Source Agreement (MSA)
 - több gyártó által közösen kialakított specifikáció
 - kvázi szabvány
- XENPAK, X2, XPAK
 - a teljes PHY benne van
- XFP (10 Gbit Small Form Factor Pluggable)
 - csak a PMD van benne



XFP

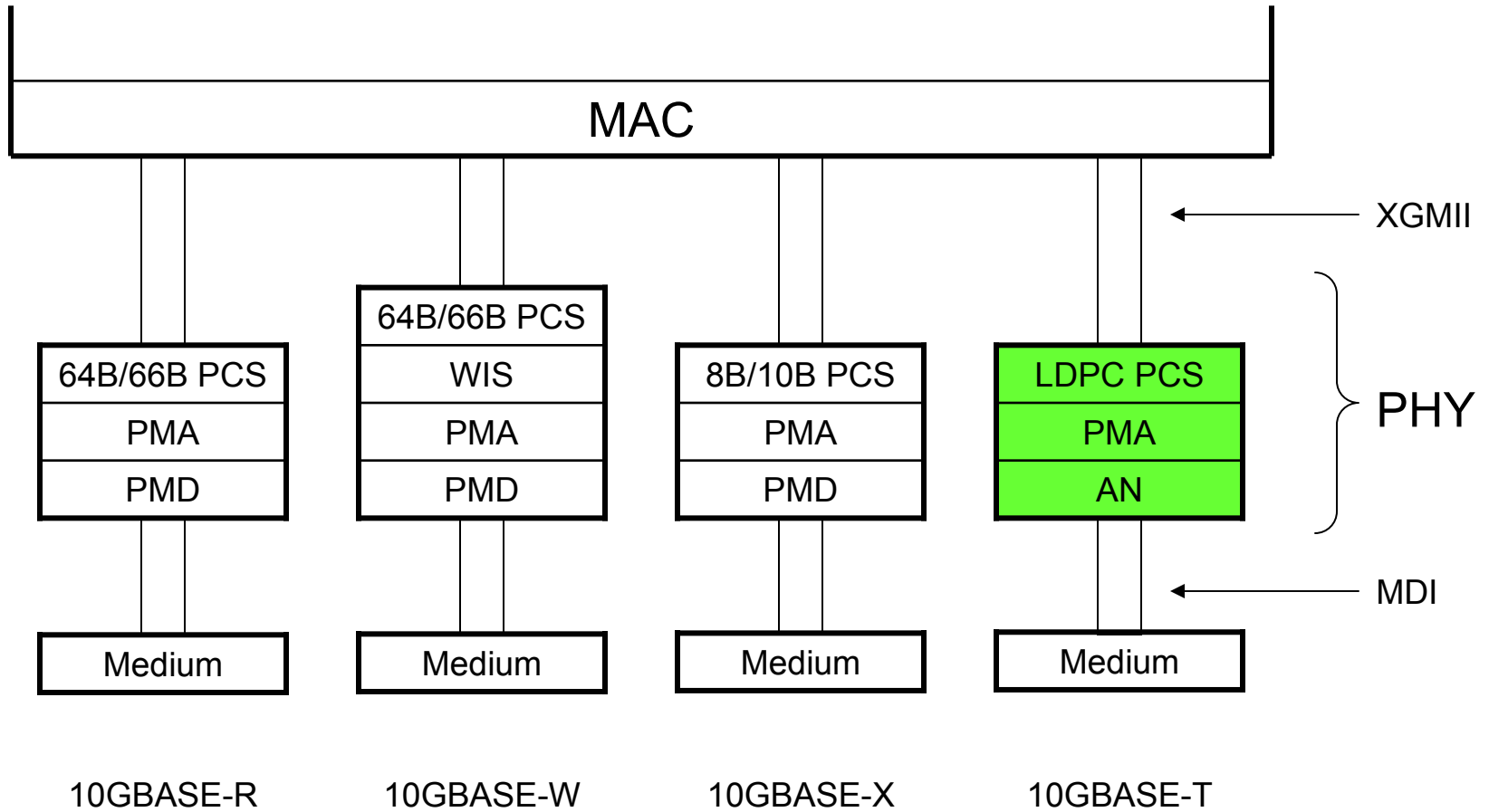


XPAK



XENPAK

Tartalom



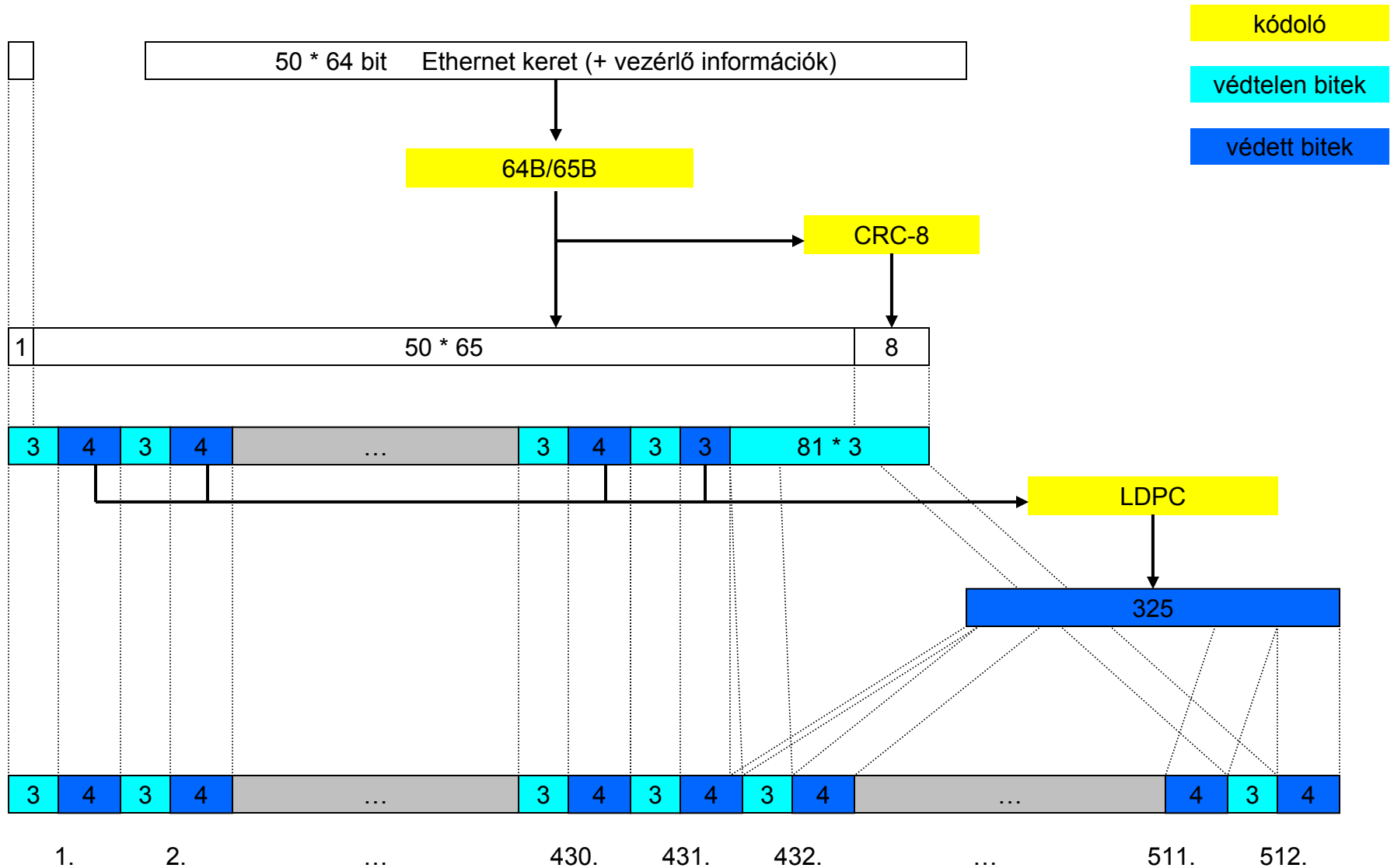
10GBASE-T

- kidolgozás alatt, 802.3an draft
- komoly kódolási és jelfeldolgozási arzenál
- jó minőségű kábel
- ami változatlan:
 - max. 100 m
 - RJ-45
 - adás és vétel mind a négy érpáron
 - hibrid áramkörök
 - auto-negotiation

64B/65B, LDPC

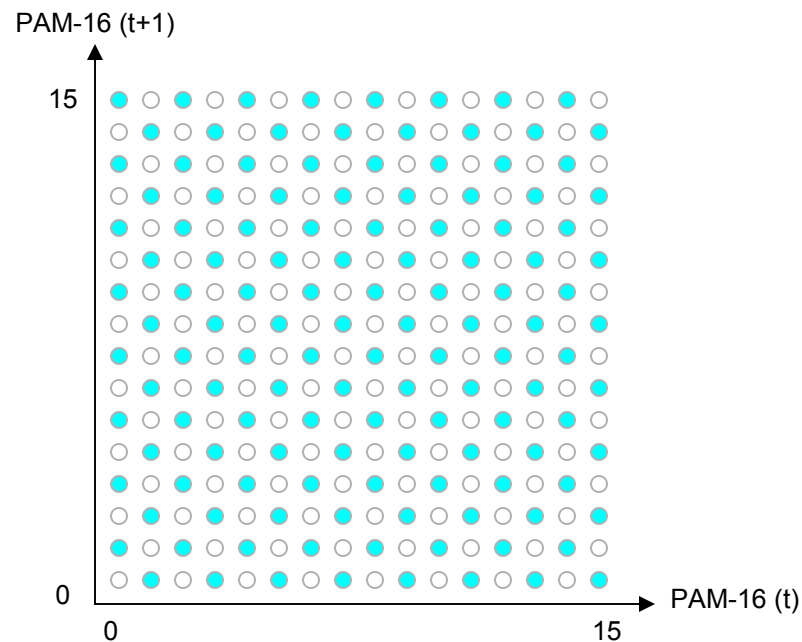
- 64B/65B
 - majdnem azonos a 64B/66B-vel
 - 1 bit jelzi, hogy a többi 64 tisztán adat-e vagy vezérlő is
- scrambler – önszinkronizáló folyamkódoló
 - mind a 65 bitet kódolja
 - más kódoló (polinom) a MASTER és a SLAVE PHY-n
- 50 db 65 bites blokkhoz 8 bit CRC
- +1 kitöltő bit, hogy összesen 3259 legyen
 - ebből $3 * 512$ bit marad kódolatlanul
 - a többi 1723 bithez LDPC kódolóval 325 bit paritás
 - Low-Density Parity-Check, lineáris blokk kódoló
 - $1723 + 325 = 2048 = 4 * 512$
- 512 db 7 bites szó ($3 * 512 + 4 * 512$)
 - az első 3 bit védtelen
 - a második 4 hibajavító kóddal védett

64B/65B, LDPC



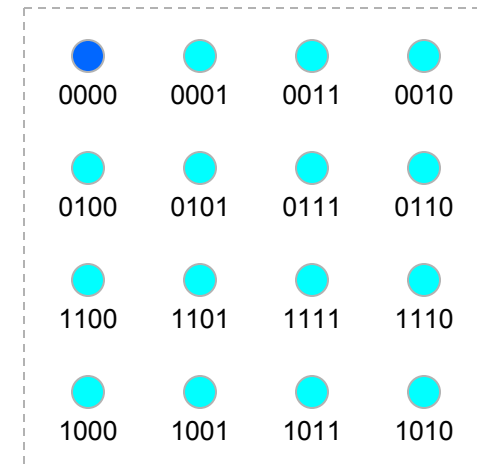
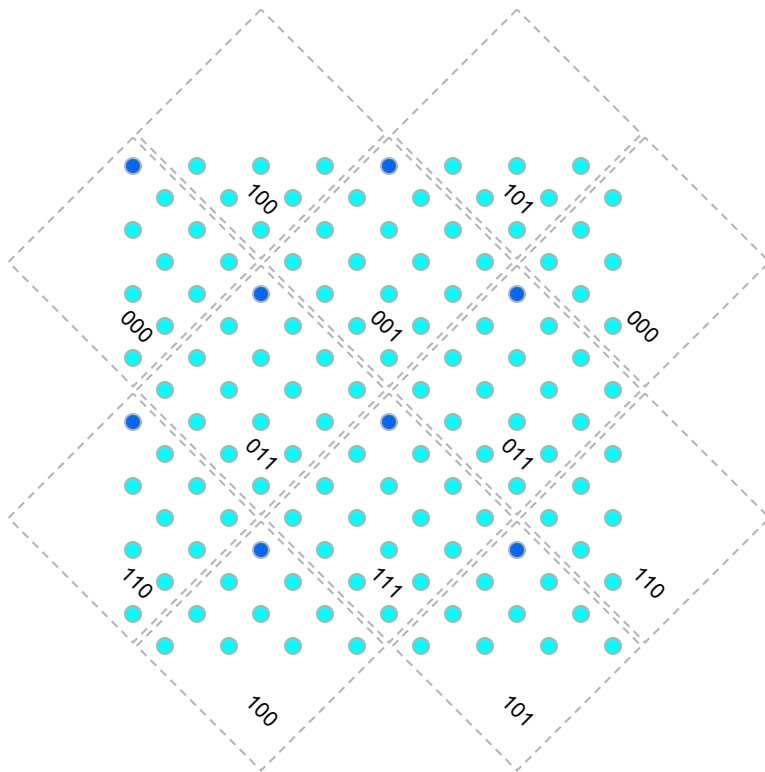
DSQ128, PAM16

- két, időben egymást követő 16 szintű PAM szimbólum
 - 256 kombináció
- ebből egy 128 elemű maximális távolságú konstelláció
 - DSQ: double square



DSQ128, PAM16 (folyt.)

- a 7 bites szó 3 kódolatlan bitje jelöli ki a csoportot
 - ezek között nagy lesz a távolság
- a 4 LDPC-vel kódolt bit pedig a csoporton belüli pozíciót
 - ezek között kisebb a távolság, de ezt kompenzálja a hibajavító kód



Jelzési sebesség

- $50 * 64$ adatbit \rightarrow $512 * 7$ bit kódolva
- 7 bit \rightarrow 2 PAM16 szimbólum
 - 10 Gbit adat \rightarrow 3.2 G szimbólum
- a PAM16 szimbólumok a 4 érpárra szét vannak osztva
 - 800 Mbaud jelzési sebesség ($3.2 \text{ G} / 4$)
 - 1.25 ns szimbólumidő

LDPC dekódolás

- soft decision
 - a vett PAM-16 jel még az A/D konverzió előtt az LDPC dekóderhez kerül
 - az A/D konverziónál elveszne értékes információ
 - nem csak 16 diszkrét érték, hanem egy finom felbontású jelszint a dekóder bemenete
 - a dekóder egy valószínűségi értéként értelmezi ezt
- iteratív
 - esetleg több lépésben próbál hihetőnek tűnő adatblokkot reprodukálni
 - a sikerességet a 8 bites CRC-vel ellenőrzi

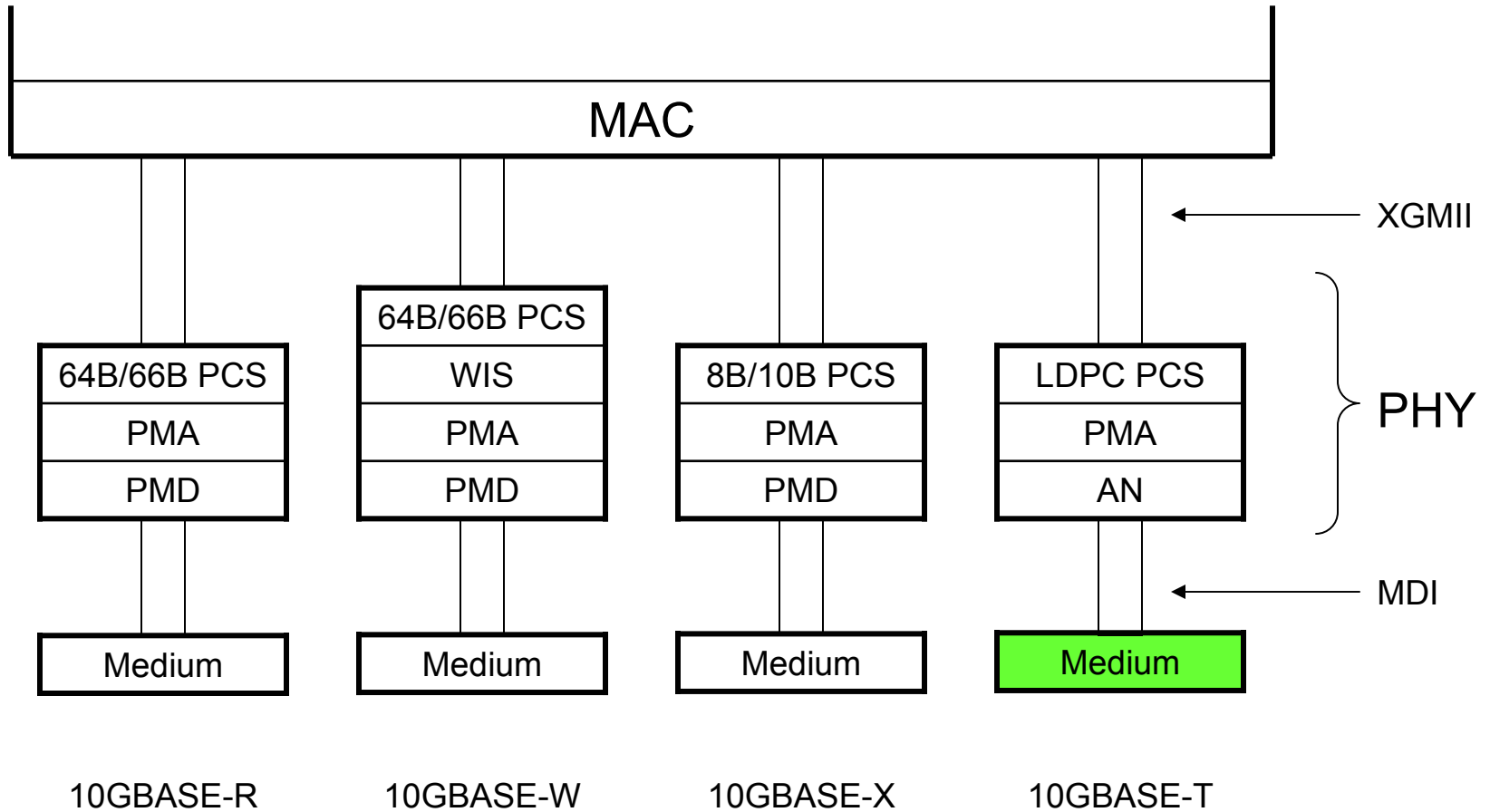
DSP módszerek

- Tomlinson-Harashima Precoding (THP)
 - a csatorna karakterisztikájának vizsgálata teszt mintákkal (train)
 - link inicializálásakor
 - később korrekciók
 - ennek megfelelő equalizer használata adáskor
- visszhang elnyomás
- közeli és távoli áthallás (NEXT, FEXT) elnyomása

A 10GBASE-T kihívásai

- nehéz megtalálni a jó kompromisszumot vevő oldalon a dekódolás és a DSP bonyolultsága és hatékonysága közt
- nagy az interface energiaigénye
 - pillanatnyi cél: < 10 W
- az eddigi eredmények biztatók
 - remélhetőleg hamarosan elkészül a szabvány kiegészítése
 - és előbb-utóbb termékek is megjelennek

Tartalom



Cat6a UTP

- Cat6a = augmented Cat6
 - kidolgozás alatt, talán kész lesz 2006-ban
- mitől jobb?
 - sűrűbben megcsavart érpárok
 - a 4 érpár csavarása eltér egymástól
 - az érpárokat műanyag terelő pozicionálja a kábelben
 - vastagabb külső burkolat



Köszönöm a figyelmet!



az előadás teljes szövege:
<http://splash.eik.bme.hu/>