

Техничке спецификације интерфејса у терминалним тачкама мреже

У складу са чланом 47. Закона о електронским комуникацијама („Службени гласник РС”, број 35/23) и Правилником о начину објављивања података о интерфејсима електронских комуникационих мрежа у терминалним тачкама мреже („Службени гласник РС”, број 50/24), **АКТОН d.o.o. Београд** објављује тачне, детаљне и ажуриране техничке карактеристике интерфејса своје јавне фиксне електронске комуникационе мреже на којима се омогућава повезивање терминалне опреме крајњих корисника.

1. Електрични Ethernet интерфејси

Електрични Ethernet интерфејси се користе за директно жичано повезивање терминалне опреме корисника (рутера, свича или рачунара.

100BASE-TX

Референтни стандард: IEEE 802.3u

Физички конектор: RJ-45 (ISO/IEC 8877)

Максимална брзина / Режим рада: 100 Mbps / Half & Full Duplex

1000BASE-T

Референтни стандард: IEEE 802.3ab

Физички конектор: RJ-45 (ISO/IEC 8877)

Максимална брзина / Режим рада: 1 Gbps / Full Duplex

Каблирање: За потпуну функционалност и остваривање симетричних брзина преноса података на 1000BASE-T интерфејсу, неопходно је коришћење бакарних CAT5е или CAT6 UTP/FTP каблова.

2. Оптички интерфејси и модули

Оптичке везе реализују се одговарајућим SFP/SFP+ модулима и активном мрежном опремом. У наставку су наведене карактеристике модула.

1000BASE-LX

Референтни стандард: IEEE 802.3z

Таласна дужина (λ): 1310 nm (Tx,Rx)

Влакно / Конектор: SMF (Single-mode), LC/PC

Максимални домет: до 20 km

1000BASE-BX10-U

Референтни стандард: IEEE 802.3ah

Таласна дужина (λ): 1310 nm Tx, 1550 nm Rx

Влакно / Конектор: SMF (Single-mode), LC/PC

Максимални домет: до 10 km

1000BASE-BX10-D

Референтни стандард: IEEE 802.3ah

Таласна дужина (λ): 1550 nm Tx, 1310 nm Rx

Влакно / Конектор: SMF (Single-mode), LC/PC

Максимални домет: до 10 km

1000BASE-BX20-U

Референтни стандард: IEEE 802.3ah

Таласна дужина (λ): 1310 nm Tx, 1550 nm Rx

Влакно / Конектор: SMF (Single-mode), LC/PC

Максимални домет: до 20 km

1000BASE-BX20-D

Референтни стандард: IEEE 802.3ah

Таласна дужина (λ): 1550 nm Tx, 1310 nm Rx

Влакно / Конектор: SMF (Single-mode), LC/PC

Максимални домет: до 20 km

1000BASE-BX40-U

Референтни стандард: IEEE 802.3ah

Таласна дужина (λ): 1310 nm Tx, 1550 nm Rx

Влакно / Конектор: SMF (Single-mode), LC/PC

Максимални домет: до 40 km

1000BASE-BX40-D

Референтни стандард: IEEE 802.3ah

Таласна дужина (λ): 1550 nm Tx, 1310 nm Rx

Влакно / Конектор: SMF (Single-mode), LC/PC

Максимални домет: до 40 km

1000BASE-BX80-U

Референтни стандард: IEEE 802.3ah

Таласна дужина (λ): 1490 nm Tx, 1550 nm Rx

Влакно / Конектор: SMF (Single-mode), LC/PC

Максимални домет: до 80 km

1000BASE-BX80-D

Референтни стандард: IEEE 802.3ah

Таласна дужина (λ): 1550 nm Tx, 1490 nm Rx

Влакно / Конектор: SMF (Single-mode), LC/PC

Максимални домет: до 80 km

10GBase-LR

Референтни стандард: IEEE 802.3ae

Таласна дужина (λ): 1310 nm (Tx,Rx)

Влакно / Конектор: SMF (Single-mode), LC/PC

Максимални домет: до 10 km

10GBASE-BX20-U

Референтни стандард: IEEE 802.3ae

Таласна дужина (λ): 1270 nm Tx, 1330 nm Rx

Влакно / Конектор: SMF (Single-mode), LC/PC

Максимални домет: до 20 km

10GBASE-BX20-D

Референтни стандард: IEEE 802.3ae

Таласна дужина (λ): 1330 nm Tx, 1270 nm Rx

Влакно / Конектор: SMF (Single-mode), LC/PC

Максимални домет: до 20 km

SFP GPON 2.5/1.25G

Референтни стандард: ITU G984.4

Таласна дужина (λ): 1490 nm Tx, 1310 nm Rx

Влакно / Конектор: SMF (Single-mode), LC/PC, SC/APC на корисничкој страни

Максимални домет: до 20 km

3. Логички интерфејси и L2VPN реализација

VLAN таговање

За реализацију услуга виртуелних приватних мрежа на слоју 2 (L2VPN / Ethernet Private Line / EVPL), AKTON користи логичке интерфејсе засноване на енкапсулацији и раздвајању саобраћаја путем VLAN тагова.

У зависности од уговореног техничког решења на локацији корисника, примењују се следећи формати преноса рамова:

IEEE 802.1Q (Single VLAN Tagging)

- Корисничка терминална опрема (CPE) је у обавези да шаље рамове означене унапреддоговореним VLAN ID-јем (VLAN ID из опсега 2-4094).
- Етер-тип (EtherType) вредност за логички интерфејс износи **0x8100**.
- Сви рамови који стигну без дефинисаног тага (untagged) или са погрешним тагом биће одбачени на улазу у мрежу оператора, осим ако уговором није експлицитно дефинисан пропусни „Native VLAN”.

IEEE 802.1ad (Provider Bridges / QinQ double tagging)

- Користи се у ситуацијама када корисник транспарентно преноси своје сопствене (унутрашње) VLAN-ове кроз мрежу оператора.
- Оператор на терминалној тачки прихвата корисничке рамове (који могу бити untagged или већ означени са Customer-VLAN 0x8100) и додаје спољни таг оператора (Service-VLAN).
- Етер-тип за спољни (S-TAG) износи **0x88a8** (или алтернативно 0x8100, у зависности од применљиве конфигурације на чвору).
- **Максимална величина рама (MTU):** Да би се омогућио несметан пренос QinQ рамова без фрагментације, кориснички интерфејс подржава Jumbo Frames са минималном вредношћу MTU од **1522 до 9000 бајтова** (у зависности од техничких спецификација уговорене трасе).

4. Дефинисање терминалне тачке мреже (TTM)

Терминална тачка мреже (гранична тачка одговорности оператора и корисника) експлицитно се дефинише у зависности од комерцијално-техничког решења уговорене услуге:

Терминална тачка на пасивном оптичком разводнику (ODF)

Уколико корисник закупљује пасивно оптичко влакно (Dark Fiber), TTM представља оптички пач-панел у корисничком реку. Корисник преузима оптички сигнал директно са LC/PC или SC/APC оптичког конектора.

Терминална тачка на активном уређају оператора

Код прикључака где оператор обезбеђује активан уређај за испоруку услуге (Media Converter / CPE рутер или свич), **TTM се налази на физичком RJ-45 или оптичком порту тог уређаја**. Све физичке карактеристике одговарају стандардима из поглавља 1 и 2, док се логички параметри (VLAN, брзина, MTU) дефинишу према поглављу 3.

5. Пратећи међународни стандарди и усаглашеност

Сви интерфејси који се испоручују крајњим корисницима у потпуности су усаглашени са следећим референтним оквирима међународних организација за стандардизацију:

- **IEEE 802.3** серија стандарда за жичани Ethernet пренос података
- **IEEE 802.3z, 802.3ae и 802.3ah** за Ethernet пренос преко оптичких SFP/SFP+ модула
- **IEEE 802.1Q и IEEE 802.1ad** за означавање виртуелних локалних мрежа и L2VPN архитектуру
- **ITU-T G.984** за опрему и пренос у оквиру GPON система
- **ITU-T G.652.D** за карактеристике једномодних оптичких влакана и каблова која се користе у транзитној и приступној мрежи оператора
- Физички слој конектора одговара **IEC 61754** стандарду за оптичке конекторе (LC и SC типови) и **ISO/IEC 8877** за RJ-45 конекторе