



POLITECHNIKA
LUBELSKA
WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI
I INFORMATYKI

Laboratorium: Teletechnika w elektroenergetyce

Konfiguracja sieci Ethernet w układzie przełączanym – konfiguracja urządzeń aktywnych, usługi dodatkowe

Robert Jędrychowski

Data modyfikacji: 21 września 2022

Cel laboratorium:

Celem ćwiczenia jest demonstracja działania i sposobu konfiguracji sieci komunikacyjnych w obrębie stacji elektroenergetycznych. Światłowodowe sieci LAN stanowią obecnie podstawową technologię komunikacyjną, zapewniając możliwość wymiany danych pomiędzy urządzeniami telemechaniki, EAZ oraz systemem sterowania i nadzoru.

Ćwiczenie ma za zadanie zaprezentowanie technologii wykorzystywanych przez przełączniki i routery spełniające wymagania stawiane takim urządzeniom przez standard IEC 61850, a także zapisanych w dokumentach standaryzujących dla sieci elektroenergetycznej przesyłowej oraz sieci dystrybucyjnych.

Zakres tematyczny zajęć:

- zarządzaniem komunikacją pomiędzy urządzeniami pracującymi w sieci LAN,
- konfiguracja sieci wirtualnych,
- konfiguracja połączeń redundantnych,
- konfiguracja usług synchronizacji czasu.

Pytania kontrolne:

1. Jakie dodatkowe wymagania powinna spełniać sieć LAN w obiekcie elektroenergetycznym?
2. Jakie rodzaje pierścieni działają w obrębie stacji?
3. Jak konfigurujemy połączenia redundantne?
4. Jak konfigurujemy VLAN-y?
5. Jakie metody synchronizacji czasu wykorzystujemy do zarządzania systemem elektroenergetycznym?
6. Jakie rodzaje urządzeń definiuje PTP?

1 CZĘŚĆ TEORETYCZNA

1.1 Wymagania stawiane dla sieci LAN stacji elektroenergetycznych

Zadaniem aktywnych przełączników sieciowych jest przesyłanie ramek bądź pakietów pomiędzy segmentami sieci. Przełącznik sieciowy jest elementem aktywnym sieci, który umożliwia:

- wzajemną łączność urządzeń połączonych z siecią LAN, z bezkolizyjnym dostępem do wspólnego medium komunikacyjnego,
- obsługę przesyłanych informacji w kolejności wynikającej z przyporządkowanych im priorytetów obsługi,
- przesyłanie informacji w ramach sieci LAN trasami pozbawionymi niepożądanych cykli,
- dokonywanie samoczynnej rekonfiguracji sieci w przypadku uszkodzeń portów komunikacyjnych lub łączy pomiędzy przełącznikami,
- wyodrębnianie w ramach sieci LAN wzajemnie odseparowanych w sensie logicznym lokalnych podsieci wirtualnych VLAN.

Podstawowe funkcje przełącznika obejmują warstwę łącza danych modelu OSI. Przełącznik sieciowy stosowany w elektroenergetyce powinien spełniać wymagania funkcjonalne, które umożliwią zastosowanie w stacji rozwiązania komunikacyjnego zgodnego z normą IEC 61850 (PN-EN 61850).

Podstawowe zasady pracy przełącznika (ang. switch) są takie same jak mostu. Przełącznik pracujący w warstwie drugiej modelu OSI, podobnie jak most, uczy się na podstawie adresów źródłowych MAC ramek, a przelacza je na podstawie adresów docelowych zawartych w tablicach przełączania. Tablica przełączania znajduje się w pamięci CAM przełącznika (*ang. Content Addressable Memory*). Jeśli przełącznik warstwy 2. nie wie, gdzie wysłać ramkę, wysyła ją jako rozgłoszenie do wszystkich portów. Po uzyskaniu odpowiedzi przełącznik rejestruje nowy adres w pamięci CAM. Do najważniejszych cech przełączników drugiej warstwy należą:

- przełączanie sprzętowe,
- wydajność zgodna z prędkością nośnika,
- niskie opóźnienia,
- używanie adresów MAC,
- niskie koszty.

Poniżej przedstawione zostaną wymagania funkcjonalne dla sieci LAN przewidywanej do stosowania w stacjach energetycznych o wartościach napięć 750, 400, 220 i 110 kV. Wymagania te mają zastosowanie w stacjach nowo budowanych, rozbudowywanych i modernizowanych i dotyczą aktywnego sprzętu sieciowego, do którego należą przełączniki sieciowe i konwertery, oraz pasywnego osprzętu sieciowego, czyli okablowania sieci LAN.

Lokalna sieć komunikacyjna LAN, obejmując swym zasięgiem rozdzielnicę i budynek technologiczny stacji energetycznej, stanowi infrastrukturę komunikacyjną dla wymiany informacji pomiędzy urządzeniami w stacji. Umożliwia komunikację pomiędzy urządzeniami Systemu Sterowania i Nadzoru a urządzeniami IED zainstalowanymi w stacji oraz komputerami personelu stacji.

Za pośrednictwem routerów możliwa jest także komunikacja sieci LAN z sieciami komputerowymi w innych obiektach energetyki, w szczególności w centrach sterowania i centrach nadzoru. Sieć LAN powinna obsługiwać przynajmniej trzy rodzaje ruchu telekomunikacyjnego:

- ruch technologiczny związany z prowadzeniem ruchu stacji,
- ruch eksploatacyjny związany z eksploatacją urządzeń i systemów stacji,

- ruch korporacyjny, czyli administracyjno-biurowy (transmisja plików, poczta elektroniczna, aplikacje korporacyjne wspomagające zarządzanie).

Wymienione powyżej rodzaje ruchu telekomunikacyjnego powinny być wzajemnie odseparowane w ramach sieci LAN.

1.2 Wymagania ogólne dla sieć LAN

Sieć LAN powinna spełniać szereg wymagań pozwalających na bezpieczny przesył danych. Poniżej przedstawiono najważniejsze z nich:

- sieć lokalna powinna być wykonana wyłącznie przy wykorzystaniu połączeń światłowodowych;
- dotyczy to zarówno połączeń między węzłami sieci, jak też pomiędzy urządzeniami dołączanymi do portów przełączników sieciowych;
- kable powinny spełniać wymagania zawarte w „Standardowej specyfikacji funkcjonalnej dla kabli światłowodowych”, przy czym powinna być zachowana redundancja włókien światłowodowych;
- każdy przełącznik sieci LAN powinien być połączony co najmniej dwiema różnymi fizycznymi trasami z każdym z pozostałych przełączników tej sieci. Użyte tutaj sformułowanie „trasa” odnosi się do ciągu wzajemnie połączonych przełączników sieciowych;
- połączenia sieci lokalnej z sieciami komputerowymi w innych obiektach energetyki, a w szczególności w centrach nadzoru i centrach sterowania powinny być realizowane za pośrednictwem routerów spełniających wymagania zawarte w „Standardowej specyfikacji funkcjonalnej dla routera sieci LAN stacji”. Urządzenia IED, urządzenia SSiN oraz routery powinny być dołączane do portu światłowodowego przełącznika bezpośrednio lub przy wykorzystaniu konwertera światłowodowego i/lub konwertera RS/LAN, a transmisja w ramach tego połączenia powinna odbywać się w trybie pełnego duplexu;
- w danej chwili logiczna konfiguracja sieci LAN powinna być drzewem, czyli pomiędzy dowolną parą przełączników sieci powinna być dostępna dokładnie jedna trasa logiczna nie zawierająca cykli;
- w przypadku uszkodzenia dowolnego łącza fizycznego naruszającego spójność drzewa logicznego, przełączniki powinny samoczynnie dokonać rekonfiguracji tak, aby w jej wyniku powstało inne spójne drzewo logiczne, obejmujące wszystkie przełączniki sieci LAN;
- przy dowolnej konfiguracji sieci LAN, łączne opóźnienie przesyłu informacji na trasie pomiędzy dowolną parą przełączników sieciowych nie powinno przekraczać czasu 0,6 ms. Całkowity czas przesyłu komunikacji międzypolowej dla stacji sieci przesyłowej wg normy IEC 61850-5 nie powinien być dłuższy niż 3 ms, a opóźnienie wysłania (odbioru) nie powinno przekroczyć 40 % granicznego czasu opóźnienia przesyłu, czyli 1,2 ms, zatem opóźnienie wnoszone przez sieć LAN nie powinno przekraczać 0,6 ms;
- w sieci lokalnej LAN powinny być co najmniej trzy odseparowane wzajemnie sieci wirtualne VLAN o następującym przeznaczeniu:
 - o sieć VLAN technologiczna – umożliwiająca prowadzenie ruchu stacji (komunikacja urządzeń SSiN oraz urządzeń automatyki stacji);
 - o sieć VLAN eksploatacji – umożliwiająca komunikację związaną ze zdalnym nadzorem (UPS, klimatyzacja, koncentratory zabezpieczeń, lokalizatory zakłóceń);
 - o sieć VLAN korporacyjna – umożliwiająca obsługę ruchu administracyjno-biurowego.

Każda z tych sieci powinna mieć odrębny adres IP z klasy adresów prywatnych zgodnie z dokumentem RFC 1918. Zaleca się również, aby adres IP sieci wirtualnej VLAN zawierał informację o ODM (Obszarowa Dyspozycja Mocy) nadrzędnej w stosunku do danej stacji, numer stacji, numer VLAN na danej stacji i numer urządzenia w ramach danej sieci VLAN.

1.3 Wymagania dotyczące konfiguracji sieci LAN

Jednym z zapisów dotyczących konfiguracji sieci LAN jest wymóg stosowania konfiguracji sieci w sposób wielopierścieniowy, w którym wyróżnia się:

- pierścieni sieci szkieletowej zlokalizowanej w budynku technologicznym;
- pierścienie poszczególnych rozdzielni stacji muszą być połączone z pierścieniem sieci szkieletowej;
- inne pierścienie obejmujące wydzielone przestrzenie podsystemy stacji również muszą być połączone z pierścieniem sieci szkieletowej.

Jest powiedziane, że w pierścieniu sieci szkieletowej muszą znajdować się co najmniej dwa węzły (wieloportowe przełączniki sieciowe), z których jeden pełni funkcję węzła - korzenia drzewa logicznego sieci LAN stacji, a drugi pełni funkcję rezerwową. Do sieci szkieletowej powinny być dołączone następujące elementy sieci:

- urządzenia SSiN takie jak: serwery systemu nadzorującego przebieg procesu technologicznego lub produkcyjnego (SCADA), stacje operatorskie (HMI), komputery stacyjne, centralne urządzenia synchronizacji czasu, drukarki operatorski itp., przy czym każde z wyżej wymienionych urządzeń powinno być niezależnie dołączone do dwóch węzłów sieci szkieletowej;
- węzły pierścieni poszczególnych rozdzielni i innych podsystemów stacji, przy czym powinny być one dołączone zarówno do węzła pełniącego rolę korzenia, jak też do węzła rezerwującego;
- węzły łączności z rozległą siecią komputerową (wzajemnie rezerwujące się routery stacji), przy czym powinny one być niezależnie dołączone do portów węzłów sieci szkieletowej;
- węzły instalowane w kioskach rozdzielni, gdy urządzenia automatyki stacji instalowane są w kioskach; oraz w budynku technologicznym w przypadku, gdy urządzenia automatyki stacji instalowane są w szafach instalowanych w tym budynku, przy czym jest dopuszczane, by węzeł sieci mógł obsługiwać większą liczbę pól niż w przypadku kiosków.

Dopuszcza się także konfiguracje sieci LAN, w których wyróżnia się jeden pierścień.

1.4 Wymagania jakościowe dla sieci LAN stacji elektroenergetycznych

Wymagania dla sieci LAN określone są na podstawie międzynarodowych norm IEC 61850-5 oraz IEC-60870-4. Normy te opisują czasy trwania pewnych operacji wykonywanych przez przełączniki a także inne aspekty:

- czas opóźnienia przełączania ramki Ethernet, który w każdym przełączniku sieciowym sieci LAN stacji nie powinien przekraczać 30 ms. Czas ten jest liczony z wyłączeniem czasu transmisji ramki Ethernet;
- łączne opóźnienie przesyłu informacji, czas ten na trasie pomiędzy dowolną parą przełączników sieciowych w sieci lokalnej stacji nie powinien przekraczać 0,6 ms;
- czas rekonfiguracji przełącznika, jest związany z procesami wykonywanymi przez przełącznik przy zastosowaniu protokołu Spanning Tree i nie powinien przekraczać 5 ms;

- średni czas międzyawaryjny, związany z niezawodnością sieci LAN rozumiany jako zdolność transmisji informacji pomiędzy parą jej portów komunikacyjnych. Wartość średniego czasu międzyawaryjnego MTBF powinna być większa lub równa 100 000 godzin (spełnienie wymagań klasy R3);
- średni czas MTTR przywrócenia uszkodzonej sieci LAN do stanu pełnej sprawności nie powinien przekraczać 12 godzin (spełnienie wymagań klasy M3);
- dyspozycyjność danej sieci lokalnej stacji nie powinna być gorsza niż 99,98% (klasa A3), którą wylicza się z poniższego wzoru:

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \cdot 100\%$$

gdzie A – dyspozycyjność danej sieci lokalnej stacji;

Średni czas naprawy uszkodzonej stacji MRT nie powinien przekraczać sześciu godzin.

2 REALIZACJA ĆWICZENIA

2.1 Diagnostyka konfiguracji okablowania i sieci komputerowej

Wykonanie kolejnych zadań opisanych w instrukcji pozwoli na stworzenie sieci komunikacyjnej odwzorowującej pracę sieci LAN w stacji elektroenergetycznej. Sieć ta składać się będzie z dwóch niezależnych pierścieni, wymieniających dane pomiędzy sobą, do których przyłączone zostaną urządzenia EAZ, telemechaniki oraz serwery i komputery tworzące model symulacyjny sieci przesyłowej. Po wykonaniu poprawnej konfiguracji sieci i poszczególnych urządzeń sieci, będzie możliwa wymiana danych pomiędzy urządzeniami.

Sieć składać się będzie z dwóch współpracujących ze sobą pierścieni, zarządzanych niezależnie:

- pierścień badawczy, zbudowany na przełącznikach MOXA PT 7728 oraz PT 7210, niepodlegający konfiguracji zapewnia komunikację w obrębie modelu symulującego pracę sieci elektroenergetycznej,
- pierścień dydaktyczny, zbudowany na przełącznikach MOXA PT 7828 oraz PT 508, wykorzystywany do ćwiczeń laboratoryjnych.

Pierwszym krokiem w konfiguracji sieci będzie połączenie się ze stacji roboczych wskazanych przez prowadzącego zajęcia, sprawdzenie poprawności wykonanych połączeń fizycznych oraz zidentyfikowanie ustawień przełączników sieciowych przeznaczonych do realizacji ćwiczenia. W tym celu należy wykorzystać urządzenia testujące okablowanie z zestawu Fluke Networks CableIQ Gigabit Service Kit oraz polecenia systemowe do diagnostyki sieci.

W celu przeprowadzenia konfiguracji należy:

- Sprawdzić kable sieciowe wykorzystywane w ćwiczeniu za pomocą testerów Fluke.
- Wykonać połączenia fizyczne pomiędzy wszystkimi urządzeniami biorącymi udział w ćwiczeniu.
- Zidentyfikować za pomocą testera adres wyłączników na portach wykorzystywanych do konfiguracji.
- Sprawdzić za pomocą polecenia systemowego ipconfig konfigurację kart sieciowych komputerów. Adresy IP komputerów oraz przełączników powinny znajdować się w tej samej podsieci. Jeżeli tak nie jest, należy odpowiednio zaadresować karty sieciowe.
- Sprawdzić poprawność komunikacji pomiędzy urządzeniami za pomocą polecenia ping.

2.2 Konfiguracja ustawień podstawowych przełączników

Konfiguracja ustawień podstawowych ma na celu zapewnienie łączności pomiędzy urządzeniami podłączonymi do przełączników, określenie dostępnych dla nich portów oraz

trybu komunikacji, a także zapewnienie podstawowych usług synchronizacji czasu pomiędzy urządzeniami. Do konfiguracji należy wykorzystać przeglądarkę WWW, wpisując adres IP zidentyfikowany w poprzednim punkcie. Konfiguracje opisane w tym podrozdziale należy wykonać dla obu przełączników.

Przebieg konfiguracji

- Konfiguracja portów przełącznika (*Main Menu → Basic Settings → Port*). Opcja ta pozwala na sprawdzenie konfiguracji poszczególnych portów, jej modyfikację oraz wprowadzenia opisu portów. W ćwiczeniu należy:
 - zidentyfikować poszczególne porty,
 - nadać nazwy portom tak, aby można było łatwo identyfikować przyłączone urządzenia,
 - określić szybkość oraz rodzaj komunikacji dla poszczególnych portów,
 - zablokować działanie portów niewykorzystywanych.
- Konfiguracja parametrów sieciowych (*Main Menu → Basic Settings → Network*). Okno pozwala na wprowadzenie informacji o adresowaniu w sieci IP tak, aby dostosować adres do potrzeb użytkownika. Należy ustawić następujące opcje:
 - konfiguracja automatycznego ustawienia adresu – należy pozostawić wartość Disable,
 - adres IP przełącznika – podany przez prowadzącego,
 - maska podsieci – podana przez prowadzącego,
 - domyślna brama – podany przez prowadzącego,
 - adres pierwszego serwera DNS – może pozostać puste,
 - adres drugiego serwera DNS – może pozostać puste.

2.3 Konfiguracja połączeń redundantnych pomiędzy urządzeniami aktywnymi

Konfiguracja połączeń redundantnych wymaga współpracy co najmniej dwóch przełączników. Wszystkie etapy konfiguracji należy przeprowadzić na obu przełącznikach, wybrane działania powinny być kompatybilne. W zależności od wybranej opcji zrealizować można następujące połączenia:

- Port Trunking (*Main Menu → Port Trunking → Trunking Setting*). Połączenie to ma na celu ustanowienie komunikacji pomiędzy dwoma pierścieniami. Zrealizowane zostanie z wykorzystaniem łączy światłowodowych pomiędzy przełącznikami PT 7728 oraz PT7828. W tym celu należy połączyć wybrane porty przełączników dwoma światłowodami, a następnie przystąpić do konfiguracji. Należy określić następujące parametry:
 - grupa trunkingowa – zazwyczaj 1, chyba że połączeń będzie więcej,
 - typ trunkingu – przyjąć protokół LACP,
 - z listy portów dostępnych należy wybrać dwa porty, do których dołączono światłowody.
- Po zatwierdzeniu zmian należy dokonać sprawdzenia poprawności wykonanej pracy. (*Main Menu → Port Trunking → Trunking Table*). Poleceniem ping wysłanym na adres przełącznika po drugiej stronie łączy sprawdzić poprawność przekazywania komunikatów.
- Turbo Ring v2 (**Main Menu → Communication Redundancy**). Połączenie jest wykonywane pomiędzy przełącznikami PT 7828 a przełącznikiem PT 508, które mogą komunikować się pomiędzy sobą. Do tego celu należy wykorzystać porty światłowodowe tych przełączników. W celu zrealizowania zadania należy skonfigurować następujące parametry:
 - Protokół redundancji – należy ustawić protokół Turbo Ring V2.

- Zaznaczyć jeden z dwóch dostępnych pierścieni jako odblokowany.
- Wybrać porty tworzące pierścień – są to te porty, do których przyłączono światłowody.
- W jednym z przełączników zaznaczyć opcję Master, w przypadku braku zaznaczonej opcji przełączniki same ustalą to pomiędzy sobą.

Przydatność poszczególnych opcji zależy od celu stawianego przed połączeniem oraz potrzebom konfiguracyjnym stacji.

Uwaga: We wszystkich przełącznikach oraz dla wszystkich przypadków należy bezwzględnie zachować port 1 jako port zarządzający, nie należy go wykorzystywać dla połączeń redundantnych oraz przypisywać do żadnego VLAN-u.

2.4 Konfiguracja sieci wirtualnych

Konfiguracja sieci wirtualnych decyduje o podziale dostępnych sieci na logiczne segmenty, w których urządzenia mogą komunikować się pomiędzy sobą. W ćwiczeniu wykonanych zostanie kilka VLAN-ów w oparciu o różne kryteria decyzyjne.

Uwaga: We wszystkich przełącznikach oraz dla wszystkich przypadków należy bezwzględnie zachować port 1 jako port zarządzający, nie należy go przypisywać do żadnego VLAN-u.

Przebieg konfiguracji:

- VLAN oparty na portach jednego przełącznika (*Main Menu* → *Virtual LAN* → *VLAN Settings*). Jest to najprostsza forma sieci wirtualnej, w której do stworzenia VLAN-u wykorzystujemy konfigurację poszczególnych portów przełącznika. Dla przełącznika PT 7828 wybrać cztery porty, którym należy przypisać unikatowy numer. W tym celu należy w oknie konfiguracji wybrać następujące opcje:
 - wybrać wiersz opisujący dany port,
 - w kolumnie Type ustawić wartość Access,
 - w kolumnie PVID wstawić numer VLAN-u – możemy wstawić wartość z przedziału od 2 do xxx,
 - te same czynności wykonać dla pozostałych portów należących do tego VLAN-u.
 - nieużywane porty powinny pozostać w VLAN-ie oznaczonym numerem 1.
- VLAN oparty na znacznikach. Jest to metoda pozwalająca na wykorzystanie zmodyfikowanych ramek Ethernet do utworzenia sieci wirtualnej, w której wykorzystujemy konfigurację poszczególnych portów wielu przełączników. Dla zrealizowania ćwiczenia modyfikowane będą porty przełączników w pętli laboratoryjnej oraz wykorzystane stałe ustawienia przełączników w pętli badawczej. W tym celu należy:
 - wybrać wiersz opisujący dany port,
 - w kolumnie Type ustawić wartość Trunk,
 - w kolumnie PVID wstawić numer 1,
 - w kolumnie Fixed VLAN (tagged) – należy wstawić numer zadanego VLAN-u, dostępne numery podaje prowadzący laboratorium,
 - jeżeli port obsługuje więcej niż jeden VLAN (dotyczy portów w połączeniach pomiędzy przełącznikami) należy numery wpisywać kolejno po przecinku,
 - te same czynności wykonać dla pozostałych portów należących do kolejnych VLAN-ów,
 - nieużywane porty powinny pozostać w VLAN-ie oznaczonym numerem 1.

- W celu sprawdzenia poprawności wykonanej pracy należy dołączyć komputery (urządzenia) do wykorzystanych portów i sprawdzić poleceniem ping poprawność przekazywania komunikatów.

2.5 Konfiguracja synchronizacji czasu

Usługa ma na celu wskazanie położenia serwera czasu UTC lub GPS w celu dostarczenia go do wszystkich urządzeń wymagających synchronizacji. Jako serwer czasu wskazany powinien zostać sterownik MST2, do którego dołączono odbiornik sygnału GPS lub inny alternatywny serwer czasu. Czas uzyskany przez przełącznik przekazywany będzie wszystkim urządzeniom przyłączonym do jego portów. W celu dokonania konfiguracji synchronizacji czasu należy przejść do zakładki System Time (*Main Menu* → *Basic Settings* → *Time*), w którym można modyfikować ustawienia czasowe połączonych przełączników.

Należy skonfigurować:

- Konfiguracja czasu NTP/SNTP. Do dyspozycji mamy następujące opcje System Time Settings:
 - Current Time - obecny czas: 12:35:52;
 - Current Date - obecna data: 2022/04/16
 - System Up Time - czas działania systemu: 143d13h7m18s
 - Time Zone - strefa czasowa: (GTM+01:00) Sarajevo, Skopje, Sofija, Warsaw, Zagreb;
 - 1st Time Server IP/Name - IP/nazwa pierwszego serwera czasu: 212.182.22.126;
 - 2nd Time Server IP/Name - IP/nazwa drugiego serwera czasu: time.nist.gov.
- Konfiguracja PTP. Zegary występujące w przełącznikach MOXA PT-508:
 - v1 BC -działa jako Boundary Clock zgodnie z IEEE 1588 v1;
 - v2 E2E 2-step TC -działa jako Transparent Clock end-to-end w metodzie dwuetapowej;
 - v2 E2E 1-step TC -działa jako Transparent Clock end-to-end;
 - v2 P2P 2-step TC -działa jako Transparent Clock peer-to-peer w metodzie dwuetapowej;
 - v2 E2E BC -działa jako Boundary Clock end-to-end zgodnie z IEEE 1588 v2;
 - v2 P2P BC -działa jako Boundary Clock peer-to-peer zgodnie z IEEE 1588 v2.
- Konfiguracja dla ustawionego zegara v1 BC:
 - logSyncInterval - ustawia interwał czasowy wiadomości synchronizacji;
 - logMinDelayReqInterval - minimalny interwał komunikatu żądania opóźnienia;
 - Subdomain Name - nazwa domeny podrzędnej (IEEE 1588-2002) w komunikatach PTP:
 - `_DFLT` - odwzoruj wartość subdomeny `_DFLT` w wersji 1 na wartość `domainNumber` w wersji 2 i na odwrot,
 - `_ALT1` – odwzoruj wartość subdomeny `_ALT1` w wersji 1 na wartość `domainNumber 1` w wersji 2 i na odwrot,
 - `_ALT2` – odwzoruj wartość subdomeny `_ALT2` w wersji 1 na wartość `domainNumber 2` w wersji 2 i na odwrot,
 - `_ALT3` - odwzorujwartość subdomeny `_ALT3` w wersji 1 na wartość `domainNumber 3` w wersji 2 i odwrotnie;
 - Transport of PTP - protokół transportu komunikatu IEEE 1588 PTP, IPv4 - obsługuje tylko IEEE 1588 PTP V1 IPv4;
 - Preferred Master - ustaw ten przełącznik by pełnił funkcję Grandmastera;

- Status
 - Offset To Master (nsec) 0 - przesunięcie względem mastera;
 - Grandmaster UUID - 00:90:e8:41:e0:28 - wartością pola jest wartość nadrzędnego zbioru danych zegara wysyłającego ten komunikat;
 - Parent UUID - 00:90:e8:41:e0:28 - wartością pola powinna być wartość danych zegara, który wysłał ten pakiet;
 - Clock Stratum 4 - zegar warstwy 4;
 - Clock Identifier DFLT - domyślny identyfikator zegara.
- PTP Port Settings.
- Konfiguracja dla ustawionego zegara v2 E2E 1-step TC:
 - logMinDelayReqInterval;
 - Domain Number;
 - Transport of PTP;
 - Ipv4;
 - 802.3/Ethernet.
 - Status;
 - Clock Identity 00:90:E8:FF:FE:41:E0:28.
- Konfiguracja dla ustawionego zegara v2 P2P 2-step TC:
 - logMinDelayReqInterval;
 - Domain Number;
 - Transport of PTP
 - Status
- Konfiguracja dla ustawionego zegara v2 E2E BC
 - logSyncInterval;
 - logAnnounceInterval - ustawia interwał ogłaszania wiadomości;
 - announceReceiptTimeout - wielokrotność limitu czasu odbioru wiadomości ogłaszania;
 - logMinDelayReqInterval;
 - Domain Number;
 - Transport of PTP;
 - priority1 - nastaw pierwszą wartość priorytetu; 0 = najwyższy priorytet, 255 = najniższy (od 0 do 255), 128 – domyślne;
 - priority2 - nastaw drugą wartość priorytetu; 0 = najwyższy priorytet, 255 = najniższy (od 0 do 255), 128 – domyślne;
 - clockClass - oznacza możliwość śledzenia czasu lub częstotliwości rozprawiania przez zegar grandmastera (od 0 do 255), 248 – domyślne;
 - clockAccuracy - charakteryzuje zegar dla potrzeb algorytmu BMC. Ta wartość jest ustalona na 0x21. Oznacza to, że czas przełączenia EDS jest dokładny do 100 ns, 0x21 – domyślne.
 - Timescale
 - ARB - podczas normalnej pracy epokę wyznacza procedura administracyjna. Epokę można zresetować podczas normalnej pracy. Okres pomiędzy wywołaniami procedury administracyjnej jest ciągły. Dodatkowe odwołania się do procedury administracyjnej mogą wprowadzić nieciągłości w ogólnym harmonogramie.
 - PTP - podczas normalnej pracy epoka jest epoką PTP, a skala czasu jest ciągła. Jednostką czasu są sekundy SI.
 - ARB Time - geoida czasu odniesienia zegara PTP w sekundach (od 0 do 255), 0-domyślne;

- Leap59 - ostatnia minuta bieżącego dnia UTC zawiera 59 sekund. Jeśli epoka nie jest PTP, wartość zostanie automatycznie ustawiona na FALSE;
- Leap61 -ostatnia minuta bieżącego dnia UTC zawiera 61 sekund. Jeśli epoka nie jest PTP, wartość zostanie ustawiona na FALSE.
- UTC Offset Valid - wartość stanu początkowego będzie TRUE, jeśli wiadomo, że wartość aktualnego przesunięcia UTC jest poprawna; w przeciwnym razie będzie FALSE;
- UTC Offset - znane przesunięcie czasu UTC w sekundach (od 0 do 255), 0 – domyślne;
- Status:
 - Current Data Set -aktualny zestaw danych
 - Offset To Master (nsec) - 0 -przesunięcie względem mastera;
 - Mean Path Delay (nsec) - 0
 - Step Removed - 1
 - Parent Data Set -nadrzędny zbiór danych:
 - Parent Identity - nadrzędny identyfikator, 00:90:E8:FF:FE:41:E0:28 - wartością pola powinna być wartość danych zegara, który wysyła ten pakiet;
 - Grandmaster Identity - identyfikator grandmastera, 00:90:E8:FF:FE:41:E0:28 - wartością pola jest wartość nadrzędnego zbioru danych zegara wysyłającego ten komunikat;
 - Grandmaser clockClass - oznacza możliwość śledzenia czasu lub częstotliwości rozprowadzania przez zegar grandmastera (od 0 do 255), 248 – domyślne;
 - Grandmaser clockAccuracy - charakteryzuje zegar dla potrzeb algorytmu BMC. Ta wartość jest ustalona na 0x21. Oznacza to, że czas przełączenia EDS jest dokładny do 100 ns, 0x21 – domyślne.
 - Grandmaser priority1 - nastaw pierwszą wartość priorytetu; 0 = najwyższy priorytet, 255 = najniższy (od 0 do 255), 128 – domyślne;
 - Grandmaserpriority2 -nastaw drugą wartość priorytetu; 0 = najwyższy priorytet, 255 = najniższy (od 0 do 255), 128 - domyślne
 - Parent Time Data Set -nadrzędny zbiór danych czasu
 - Current UTC Offset Valid - aktualne ważne przesunięcie UTC;
 - Current UTC Offset - bieżące przesunięcie UTC;
 - Leap59 - ostatnia minuta bieżącego dnia UTC zawiera 59 sekund. Jeśli epoka nie jest PTP, wartość zostanie ustawiona na FALSE;
 - Leap61 - ostatnia minuta bieżącego dnia UTC zawiera 61 sekund. Jeśli epoka nie jest PTP, wartość zostanie ustawiona na FALSE.
 - Timescale – PTP, podczas normalnej pracy epoka jest epoką PTP, a skala czasu jest ciągła. Jednostką czasu są sekundy SI;
 - Time Source - źródło czasu - INTERNAL OSCILLATOR – oscylator wewnętrzny urządzenia
- Konfiguracja dla ustawionego zegara v2 P2P BC.