

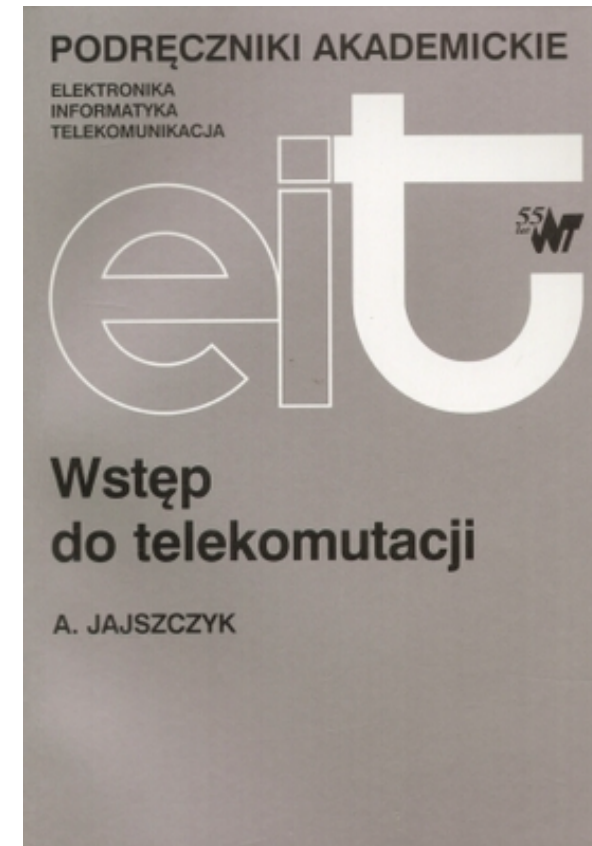
Telekomutacja

Podręcznik akademicki

Andrzej Jajszczyk:
Wstęp do telekomutacji

WNT, Warszawa 2004 r

Instytut Telekomunikacji
Politechniki Warszawskiej



Podstawy telekomunikacji (cz. V) 1

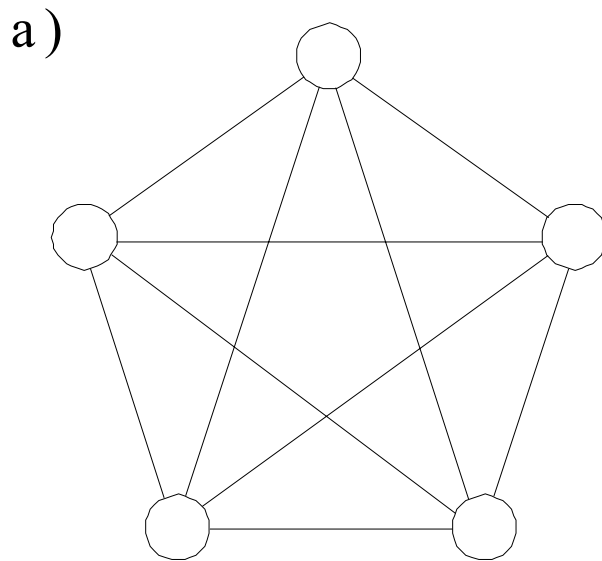
Telekomutacja

- ◆ System telekomunikacyjny:
 - ✎ stacje końcowe (aparaty przetwórcze)
 - ✎ urządzenia transmisyjne i komutacyjne
 - ✎ procedury sygnalizacyjne

Umożliwia przekazywanie wiadomości między żądanymi - w danej chwili - stacjami końcowymi

Węzeł w systemie telekomunikacyjnym

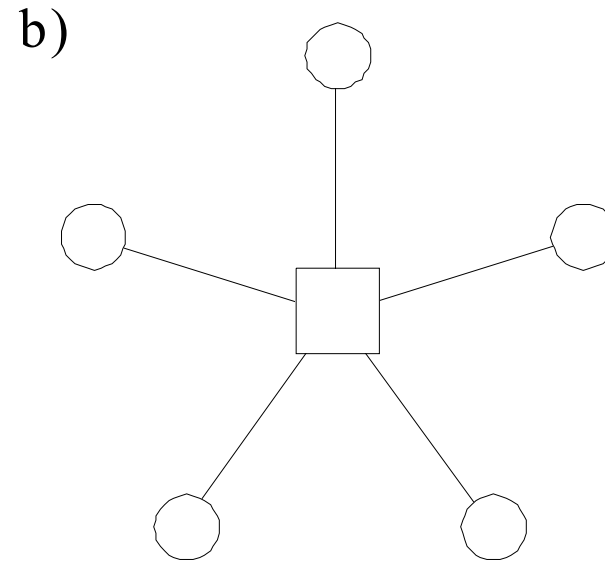
System bez węzła



$$n(n - 1)/2$$

liczba łączy dla n urządzeń końcowych

z jednym węzłem



$$n$$

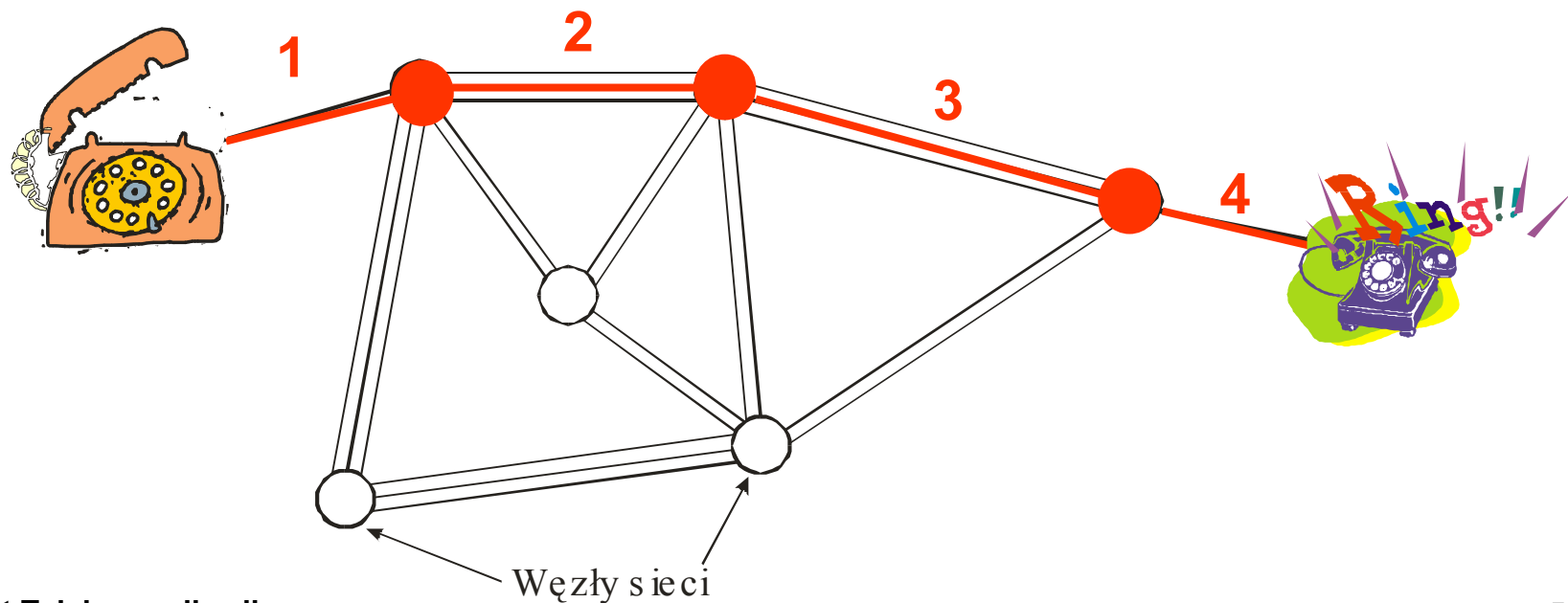
Metody komutacji

- ◆ Komutacja łączy (kanałów)
- ◆ komutacja wiadomości
- ◆ komutacja pakietów
- ◆ komutacja ATM

Komutacja łączy

Tworzenie między dwoma stacjami końcowymi drogi połączeniowej aż do chwili rozłączenia

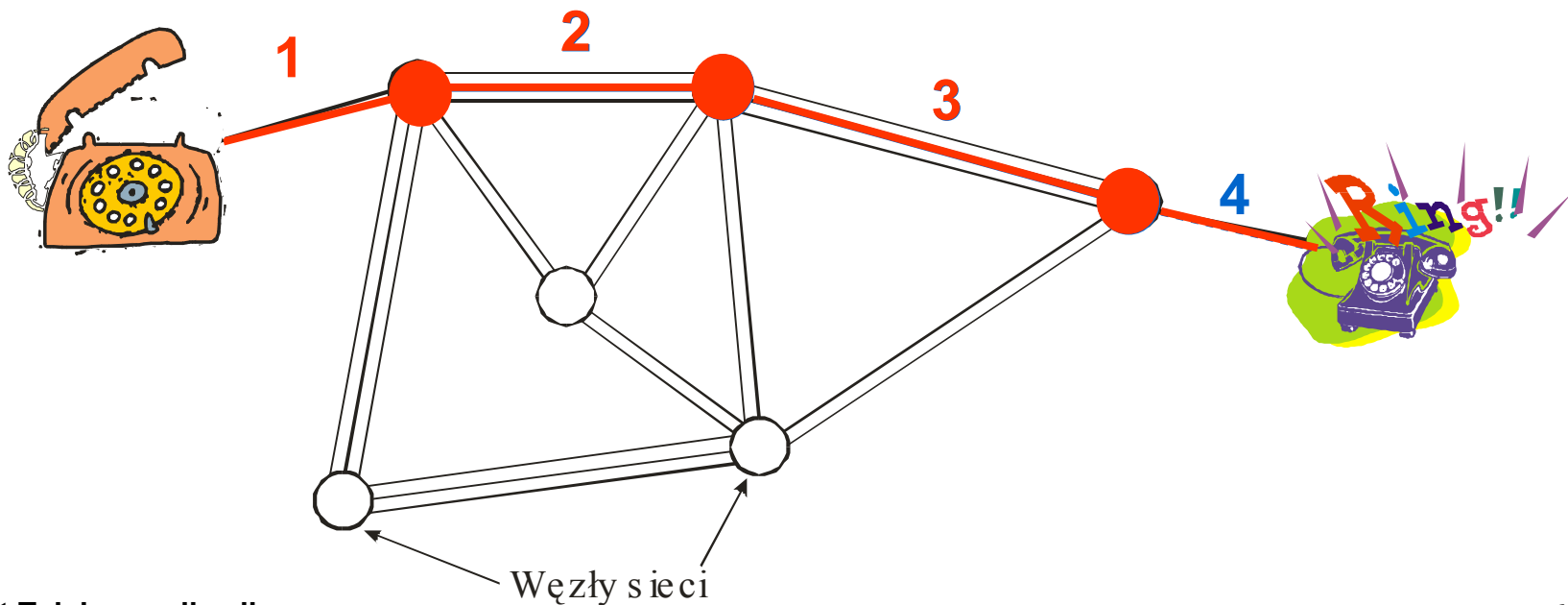
Zajmowanie kolejnych odcinków



Komutacja łączy

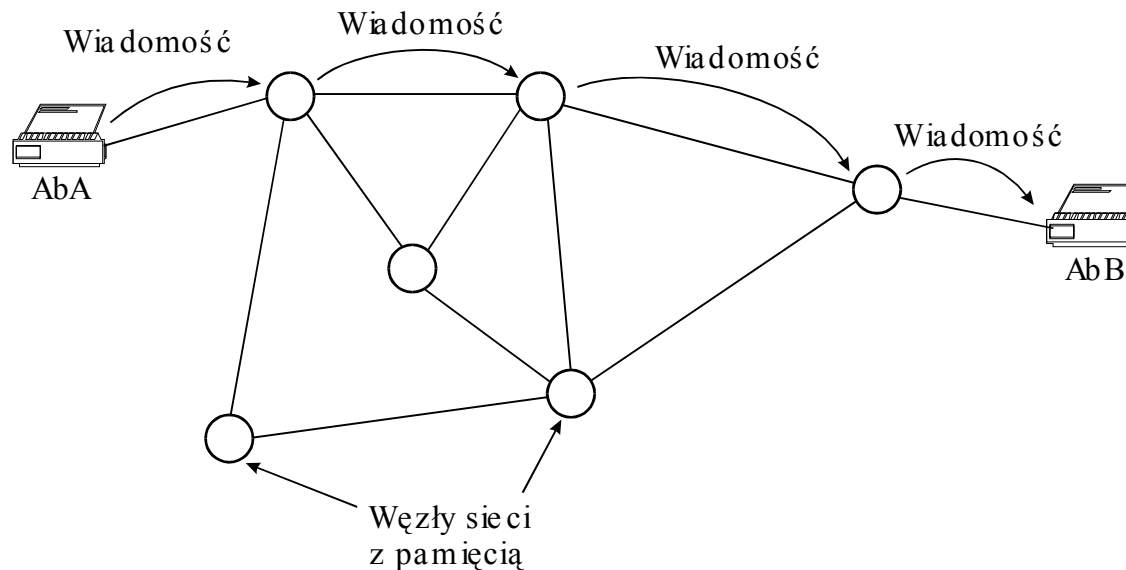
Tworzenie między dwoma stacjami końcowymi drogi połączeniowej aż do chwili rozłączenia

Wstępne przygotowanie połączenia → połączenie



Komutacja wiadomości

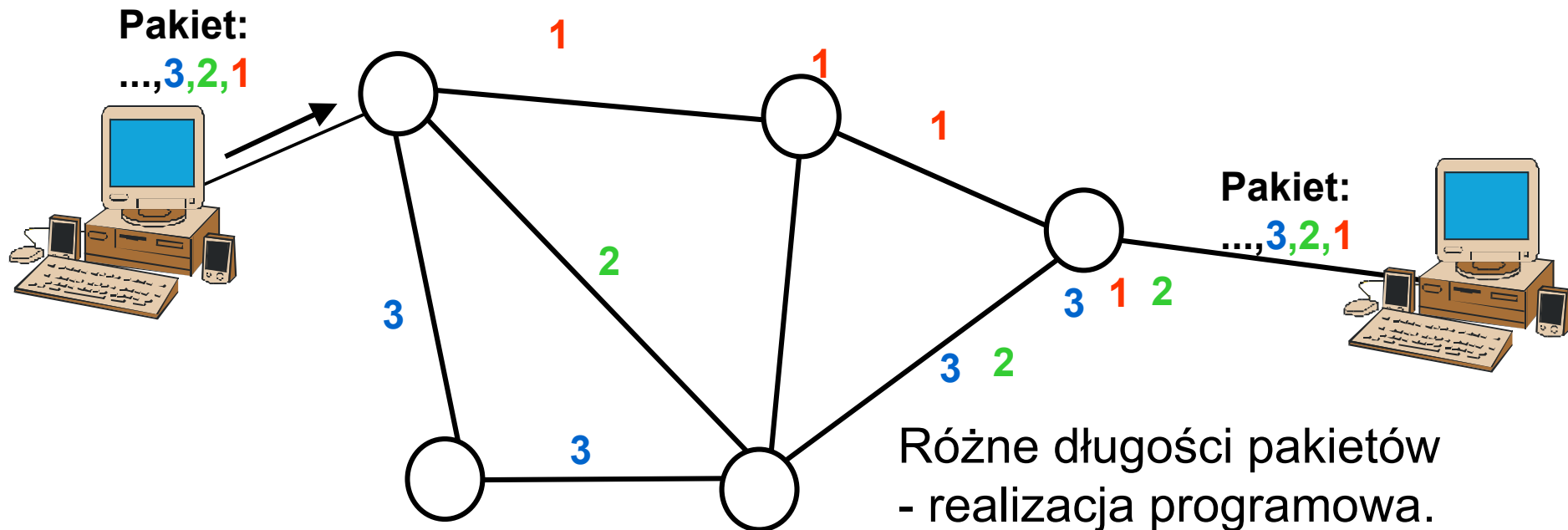
Informacje przesyłane w postaci wiadomości z adresem docelowym (np. sieć telegramowa)



Ta sama droga dla całej wiadomości

Komutacja pakietów

Wiadomość (informacja) jest dzielona na grupy elementów (pakiety). Każdy zawiera adres i numer. Poszczególne pakiety z tej samej wiadomości mogą być przesyłane różnymi drogami



Komutacja ATM

Odmiana komutacji pakietów - stała długość przesyłanych, krótkich bloków - co umożliwia sprzętową realizację komutacji.

Pewne cechy komutacji łączy: zapewnienie przed realizacją połączenia odpowiednich (w sensie statystycznym) zasobów sieci (łączy, buforów) na czas przesyłania informacji

Klasyfikacja węzłów komutacyjnych

- cechy podstawowe

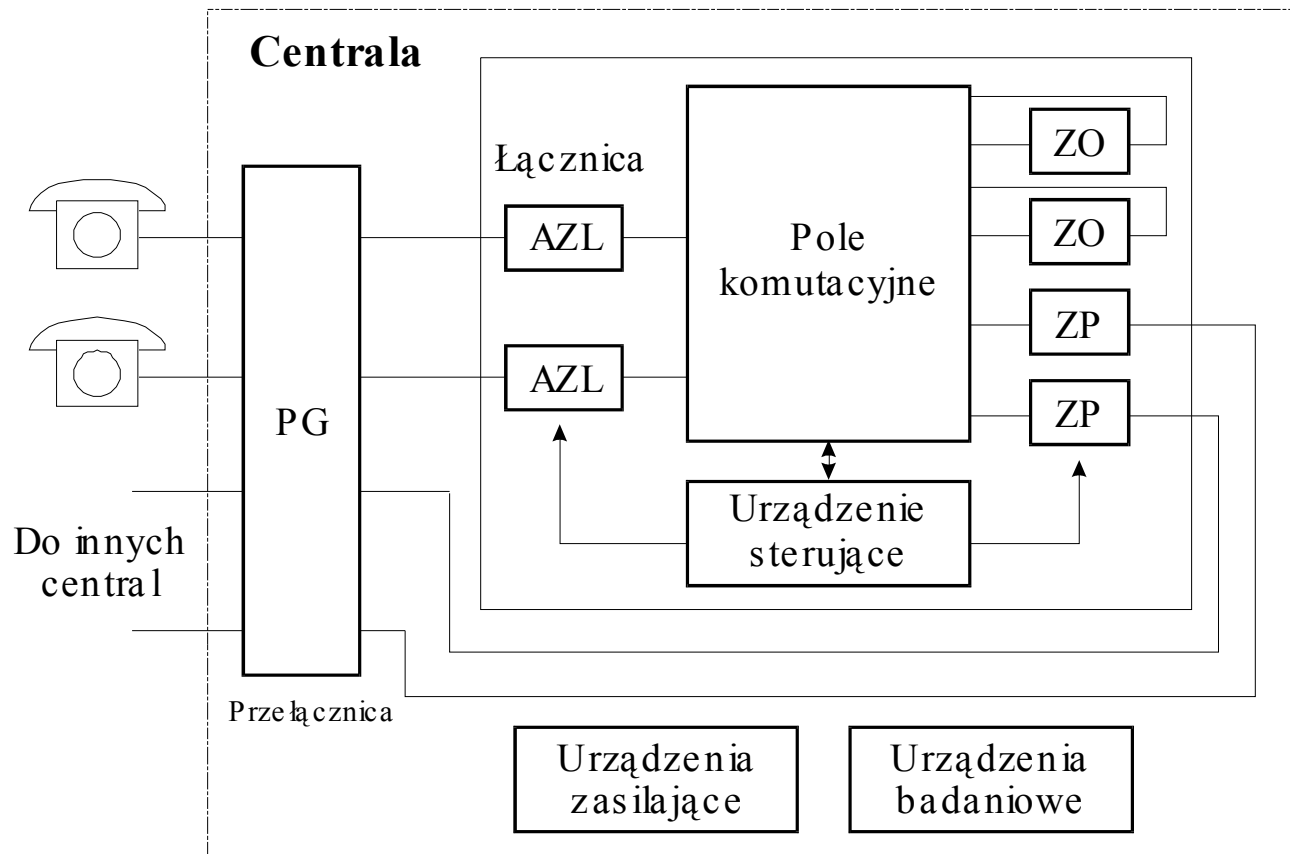
Kryterium	Przykłady
Zastosowanie	W telefonii, w telegrafii, transmisji danych, wideofonii
Metoda komutacji	Kanałów, pakietów, wiadomości, hybrydowa
Technologia węzłów	Elektromechaniczna, quasi-elektroniczna, elektroniczna
Sposób zestawiania połączeń	Ręczny, półautomatyczny, automatyczny
Funkcje węzłów w sieci	Międzynarodowe, międzymiastowe, miejscowe, abonenckie
Organizacja	Pole: przestrzenne (biegowe, krzyżowe) czasowe, przestrzenno-czasowe, sterowanie: scentralizowane, rozproszone pojemność: dużą, średnia mała

Klasyfikacja węzłów komutacyjnych

- cechy drugorzędne

Kryterium	Przykłady
Pojemność	Liczba: abonentów, łączy międzycentralowych, zespołów obsługowych, innego wyposażenia
Systemy numeracji	Jawna, skryta, mieszana
Wybór drogi w sieci	Możliwość wyboru dróg alternatywnych
Sygnalizacja	Prądem stałym wieloczęstotliwościowa, we wspólnym kanale
Dodatkowe usługi i cechy funkcjonalne	Skrócone wybieranie, połączenia konferencyjne, częściowo zautomatyzowane czynności eksploatacyjne

Centrala telefoniczna



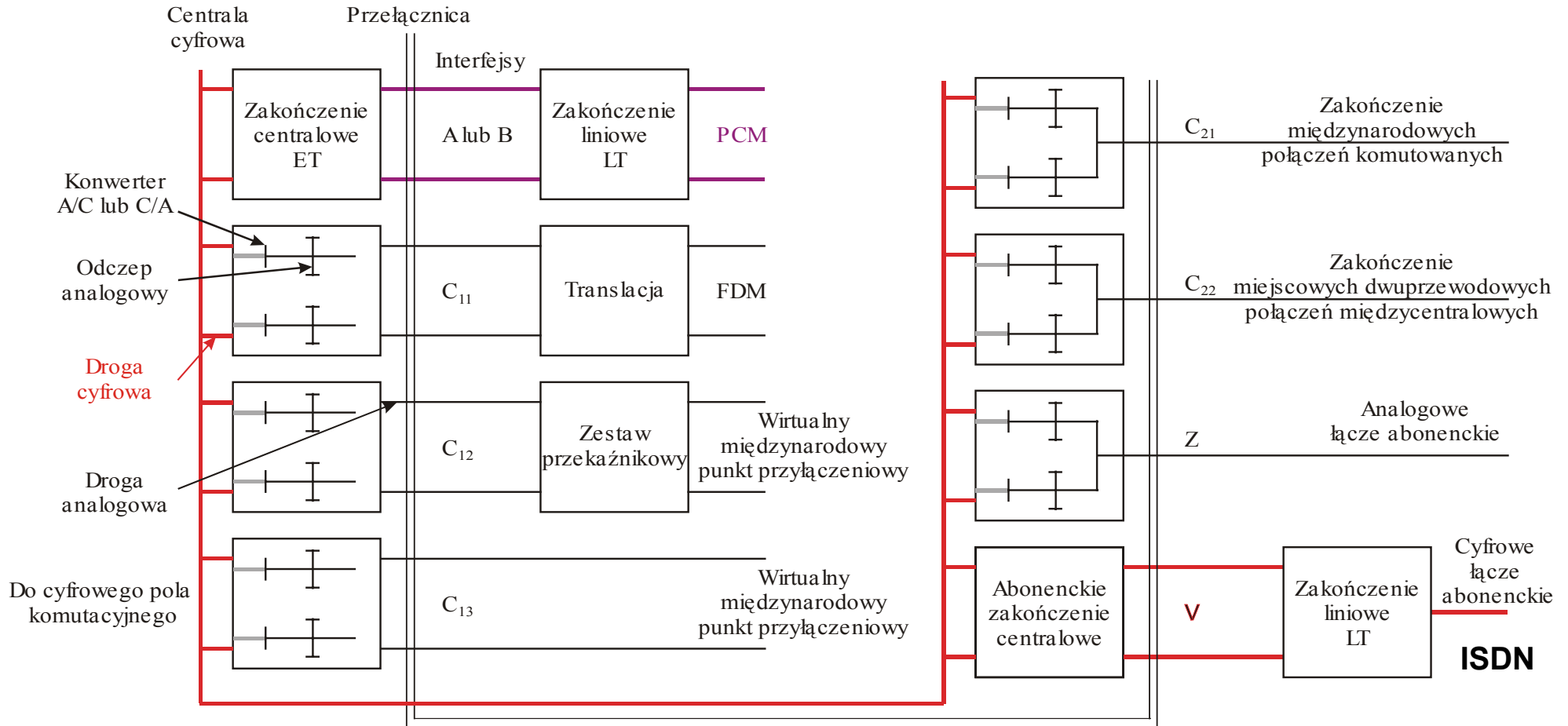
Centrala - procesy (fazy)

- ◆ **Preselekcja** - zespół czynności dotyczący rozeznania nowego zgłoszenia, przyjęcie żądań abonenta A zgłaszającego się (wywołującego), ocena możliwości realizacji tych żądań;
- ◆ **Zestawienie połączenia** - zespół czynności związanych z zestawieniem drogi połączeniowej w centralach i sieci, zgodnej z żądaniem abonenta A oraz możliwościami komutacyjnymi i transmisyjnymi w sieci;
- ◆ **Stan rozmowy** - wymiana wiadomości pomiędzy abonentem A i B. Brak ingerencji w przesyłanie wiadomości, ale nadzór i administracja (taryfikacja, obserwacja zakończenia rozmowy);
- ◆ **Rozłączenie** - zespół czynności związanych ze zwolnieniem elementów drogi połączeniowej; powrót urządzeń transmisyjnych i komutacyjnych do stanu spoczynku oraz rejestracja danych (taryfikacja i statystyka).

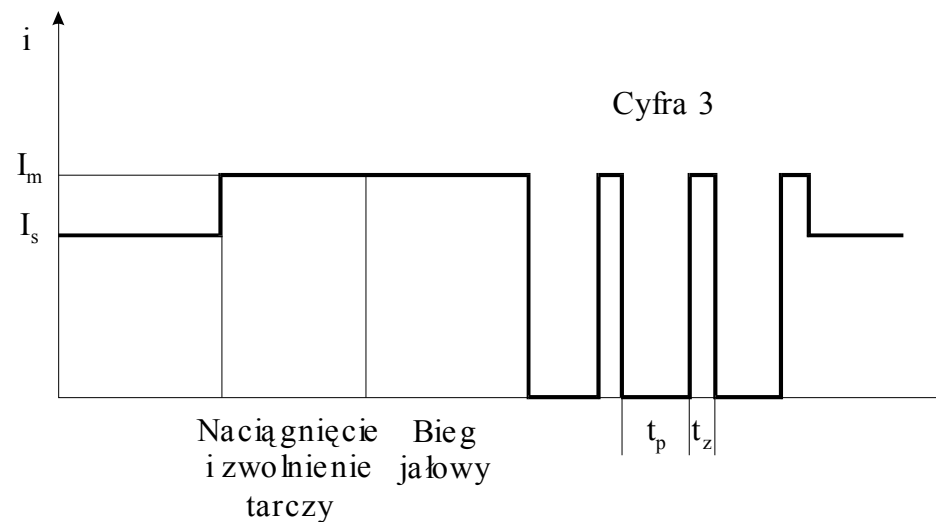
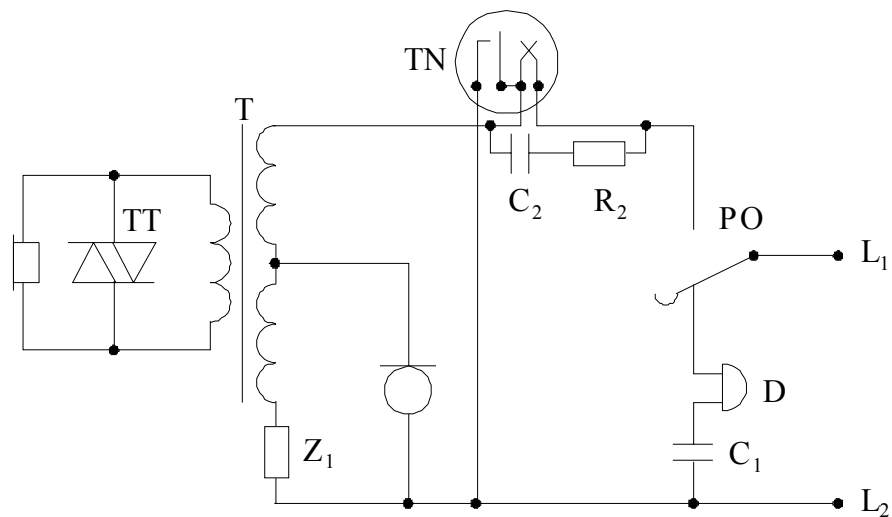
Centrala - funkcje w różnych fazach

- ◆ **Przeglądanie łączy** - badanie stanu wszystkich łączy dołączonych do centrali (abonenckich i centralowych); wykrywanie zgłoszeń, badanie zajętości, stanów alarmowych (niesprawności);
- ◆ **Obsługa sygnalizacji** - komunikacja aparatów abonentów A i B ze sterowaniem centrali oraz między zespołami centrali (central);
- ◆ **Wybór drogi** - translacja sygnałów wybierczych na zespół procedur sterujących zespołami komutacyjnymi centrali lub wyborem drogi w sieci.
- ◆ **Komutacja** - realizacja połączenia w centrali i w sieci;
- ◆ **Administracja i utrzymanie (A/M)** - testowanie łączy i zespołów centrali, obsługa alarmów, taryfikacja itp.

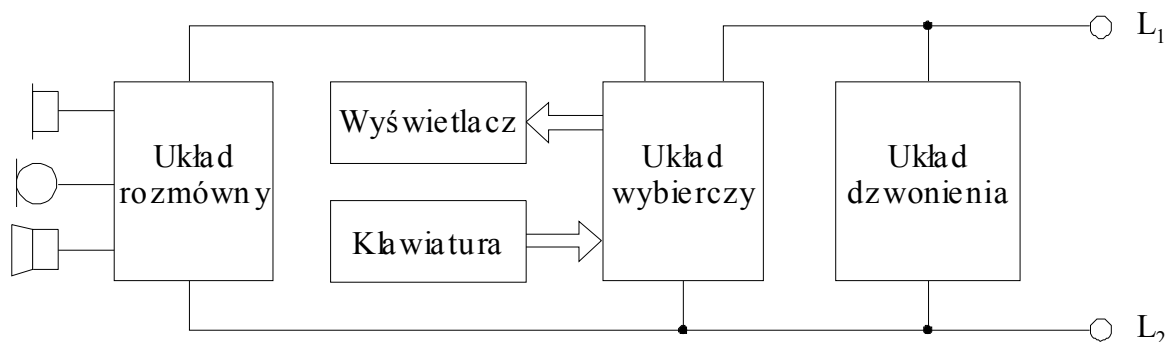
Interfejsy central cyfrowych



Aparat telefoniczny CB



Aparat telefoniczny cyfrowy

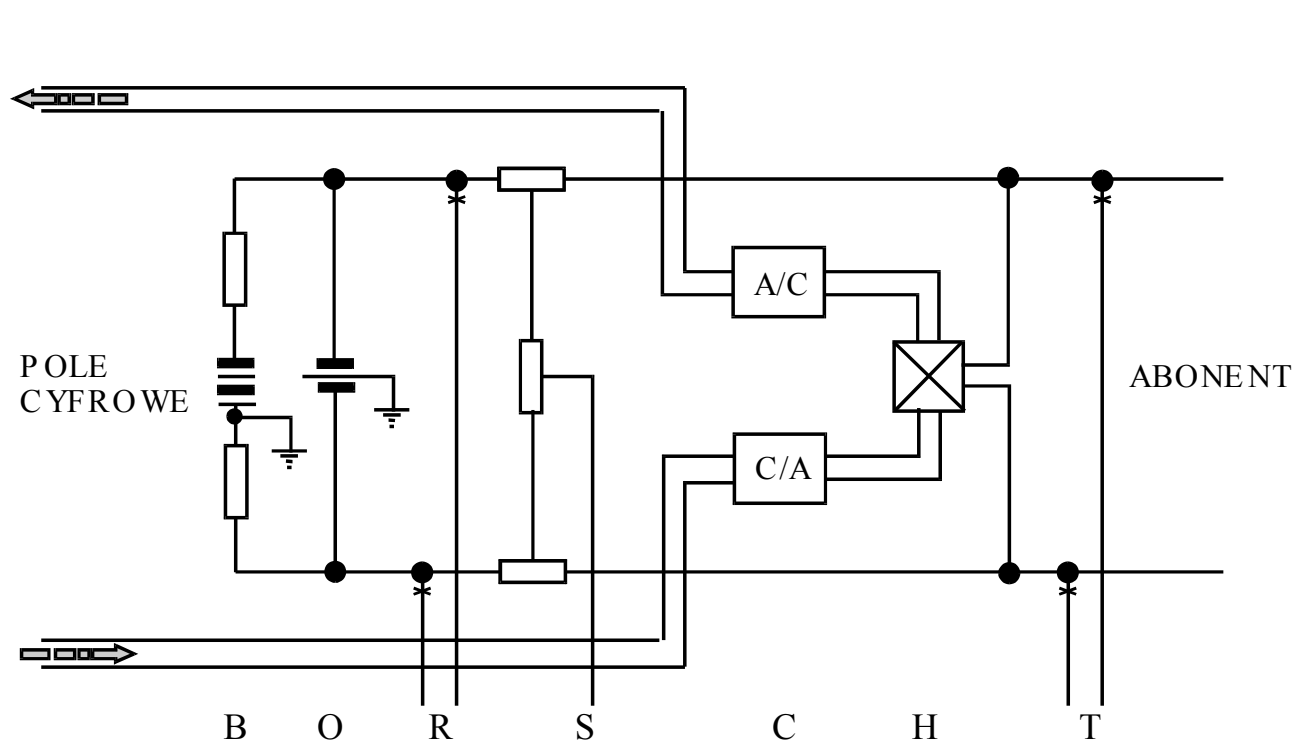


Grupa częstotliwości większych

Hz	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

Grupa częstotliwości mniejszych

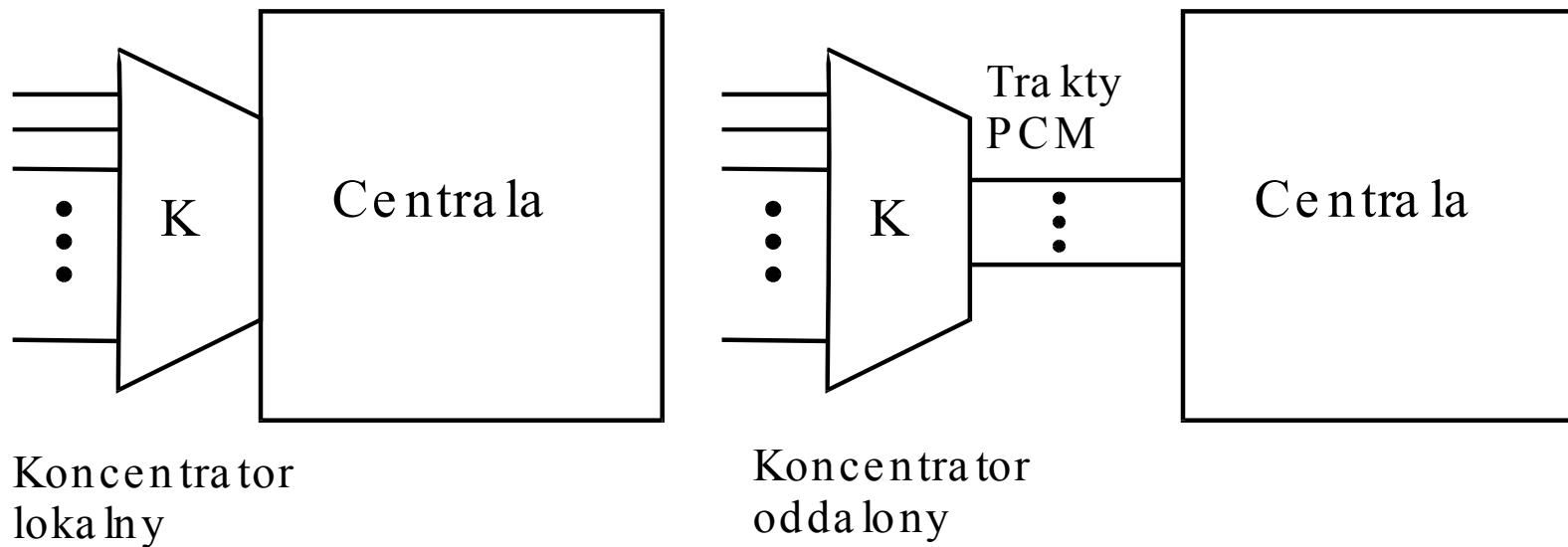
Abonencki zespół liniowy



- B - zasilanie
- O - zabezpieczenie
- R - dzwonienie
- S - nadzór
- C - kodowanie
- H - rozdzielanie
- T - testowanie

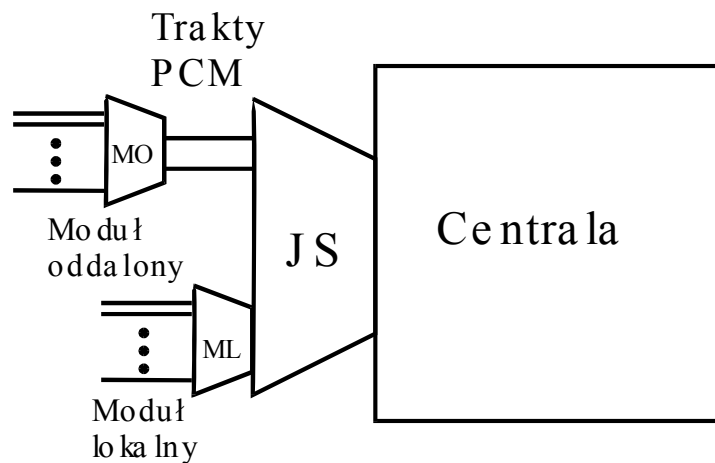
Koncentratory (1)

Struktura scentralizowana

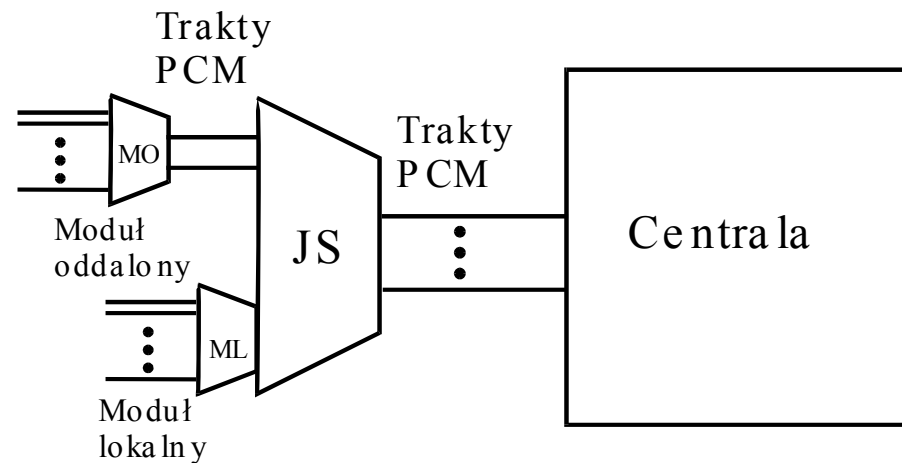


Koncentratory (2)

Struktura rozproszona gwiazdzista



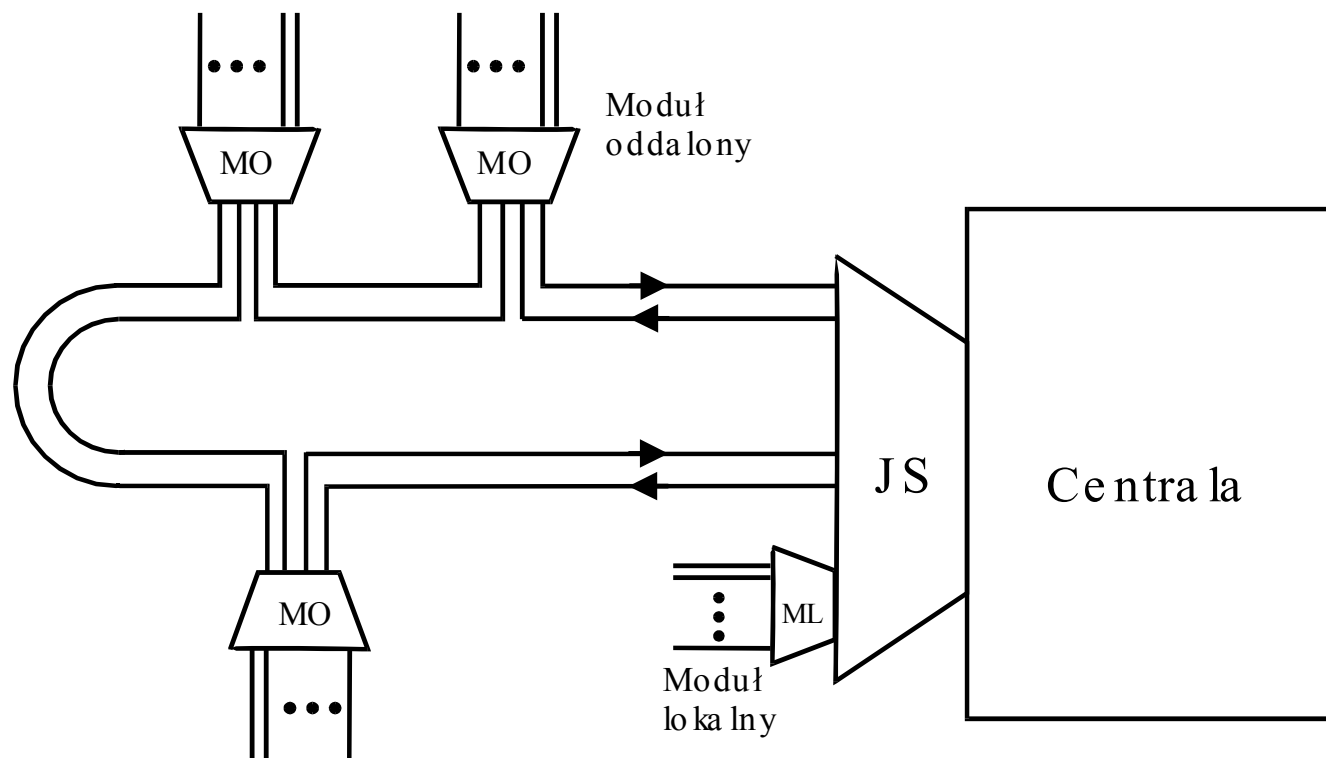
Koncentrator z lokalną jednostką sterującą



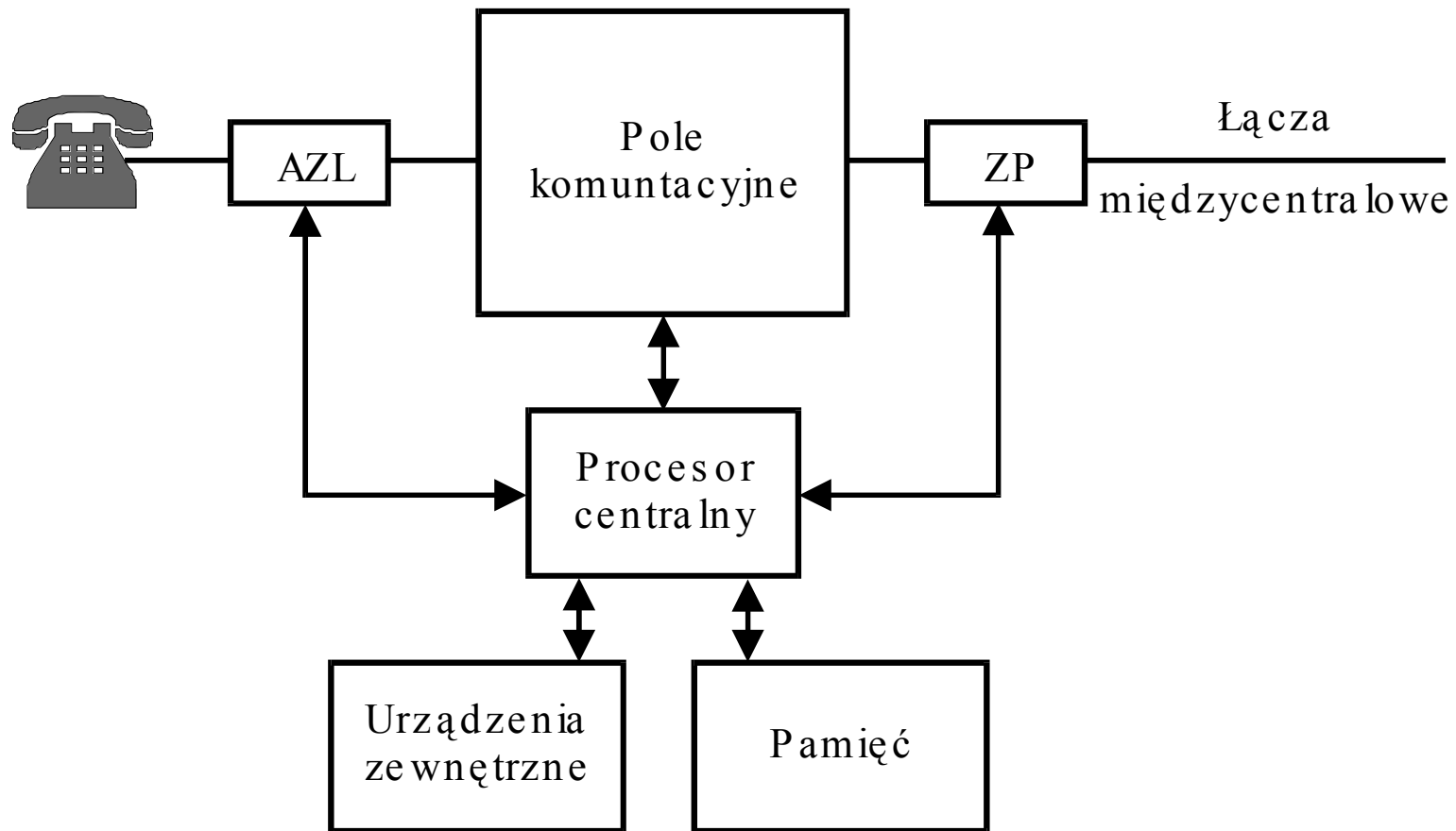
Koncentrator z oddaloną jednostką sterującą

Koncentratory (3)

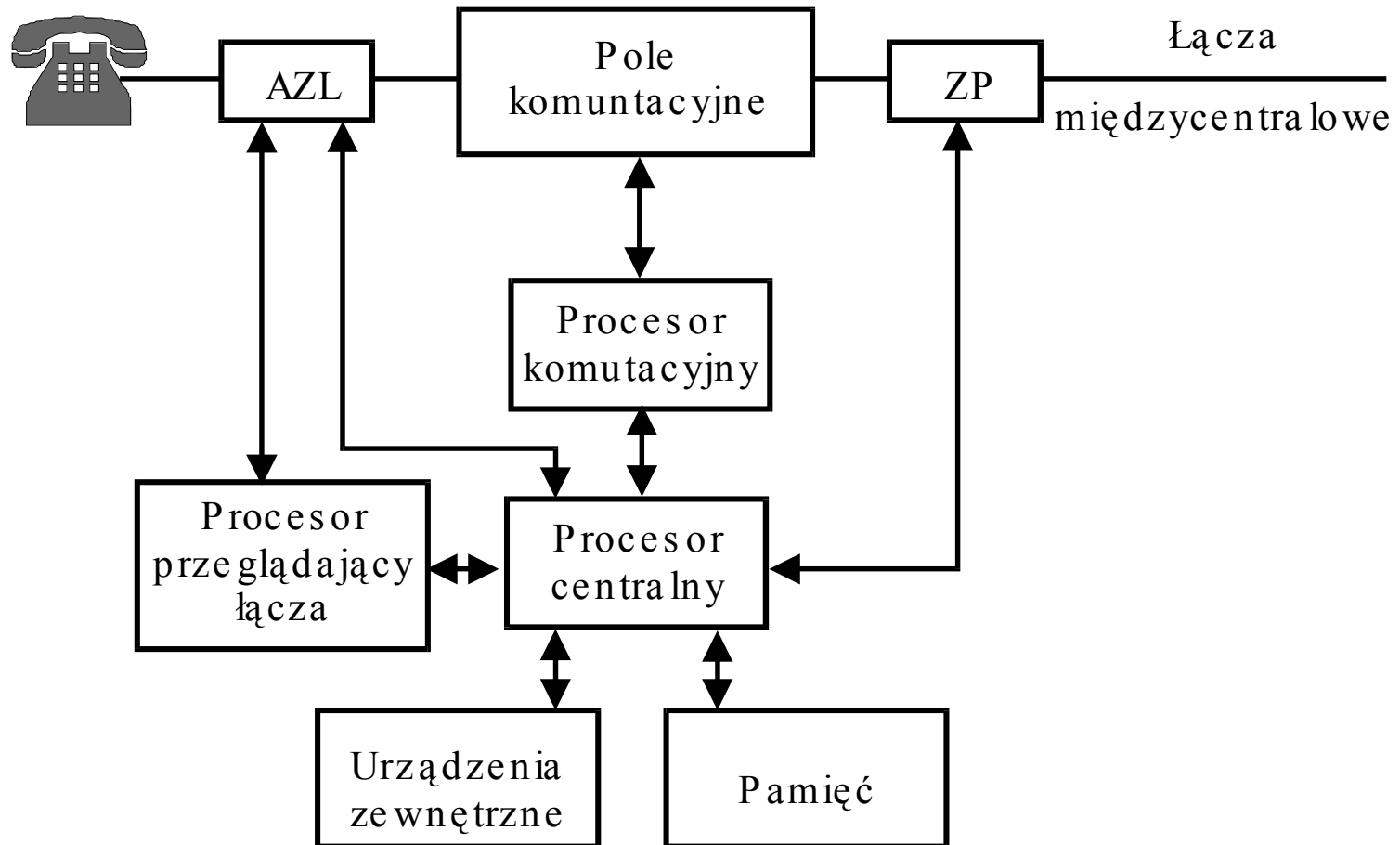
Struktura rozproszona pierścieniowa



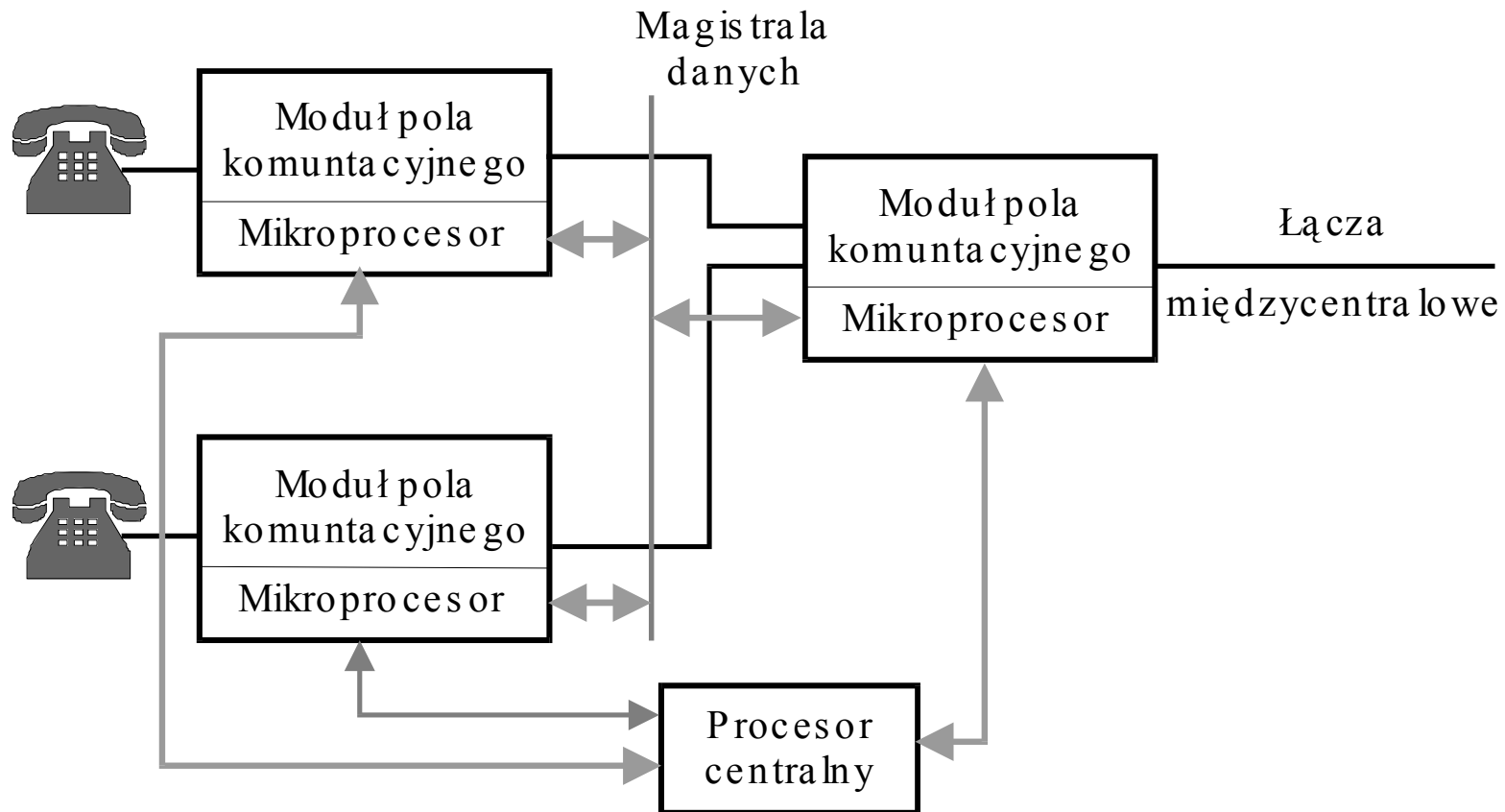
Sterowanie (1) z jednym procesorem centralnym



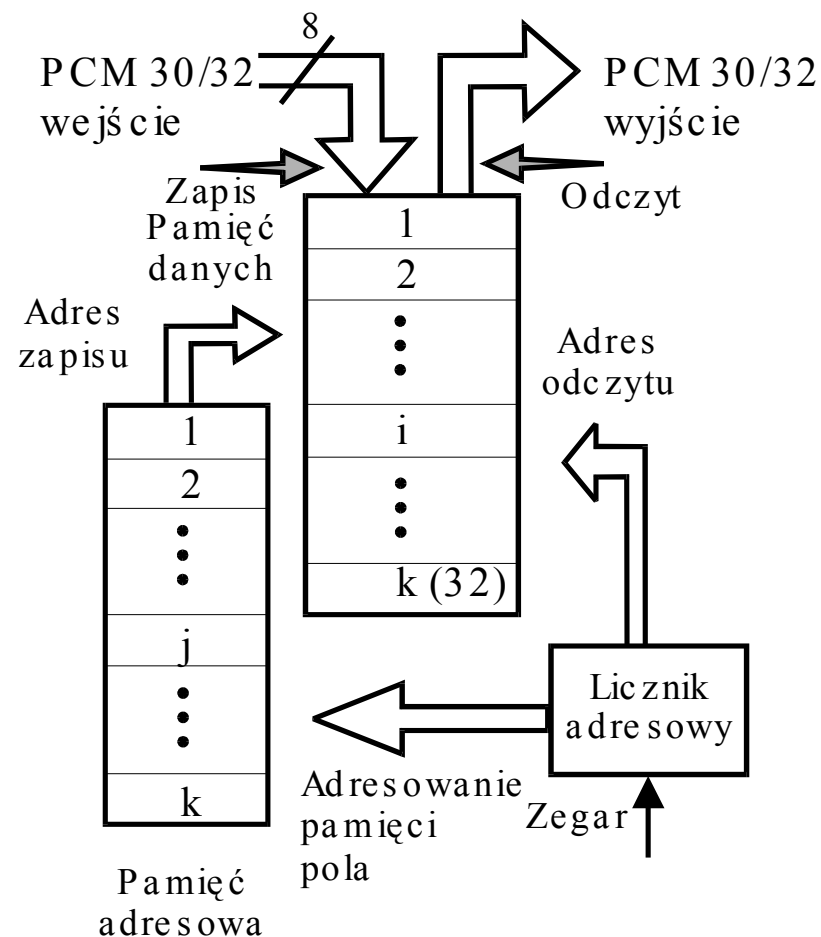
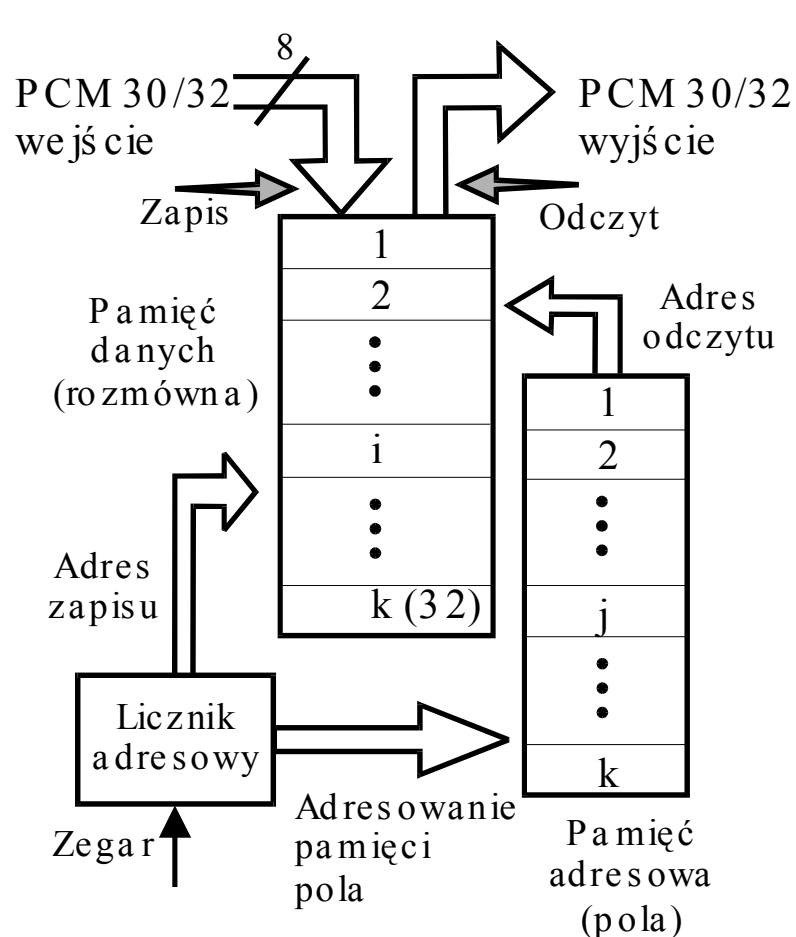
Sterowanie (2) z dwoma procesorami zewnętrznymi



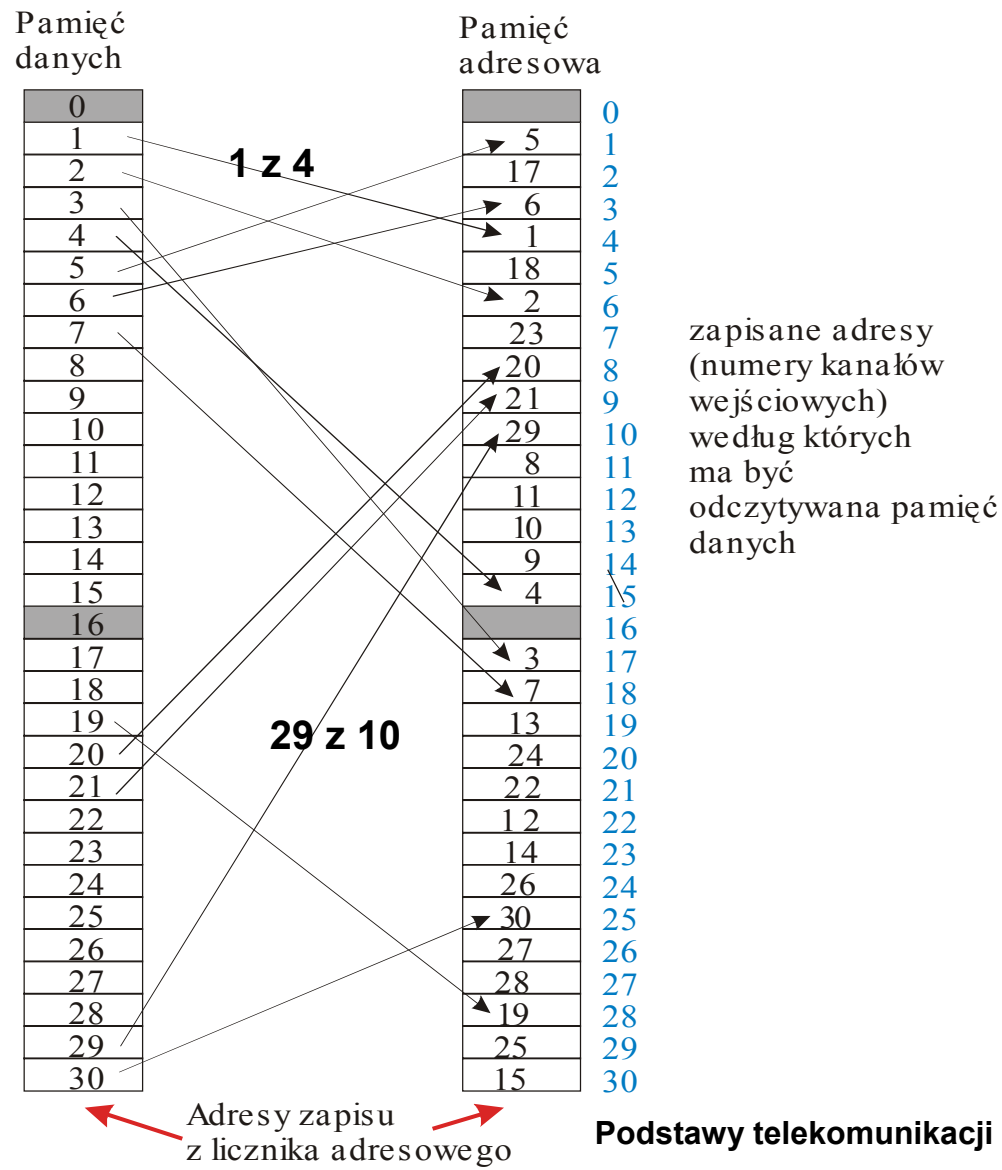
Sterowanie (3) w modułowym systemie komutacyjnym



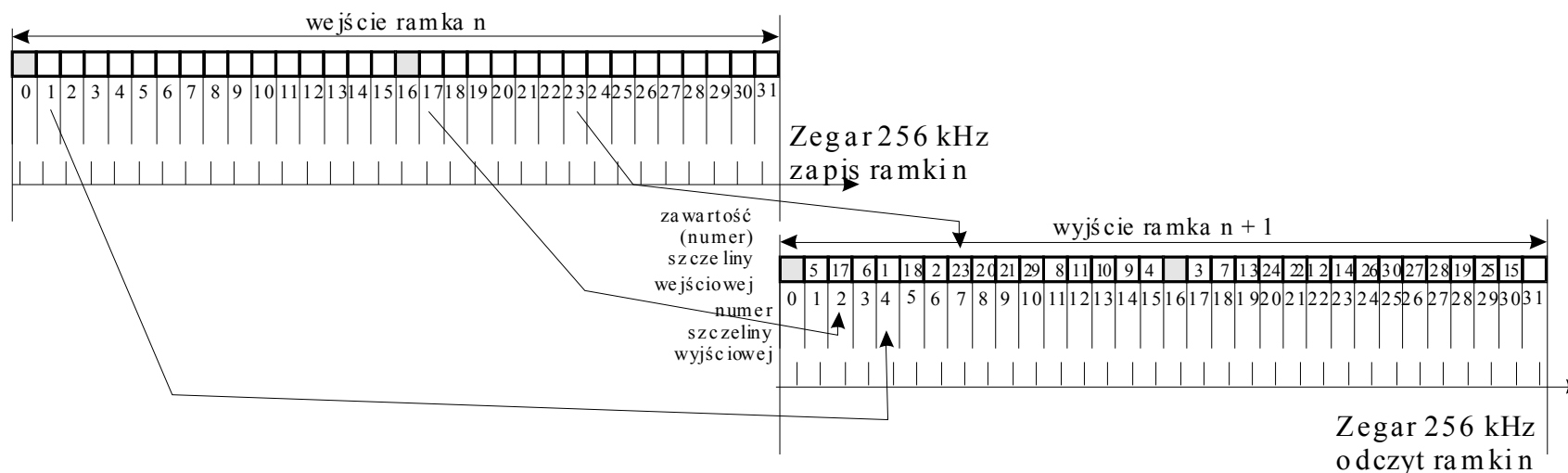
Czasowe pole komutacyjne (typu T)



Czasowe pole komutacyjne (typu T)

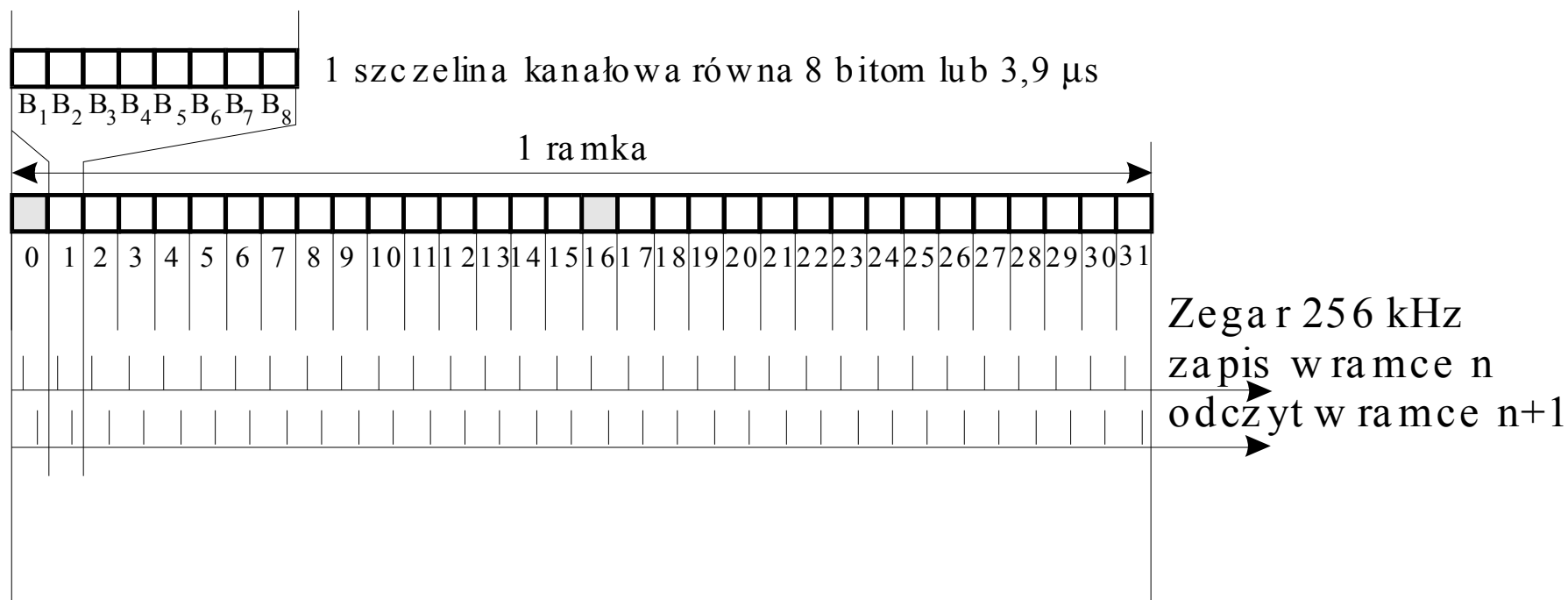


Czasowe pole komutacyjne (typu T)



Czasowe pole komutacyjne (typu T)

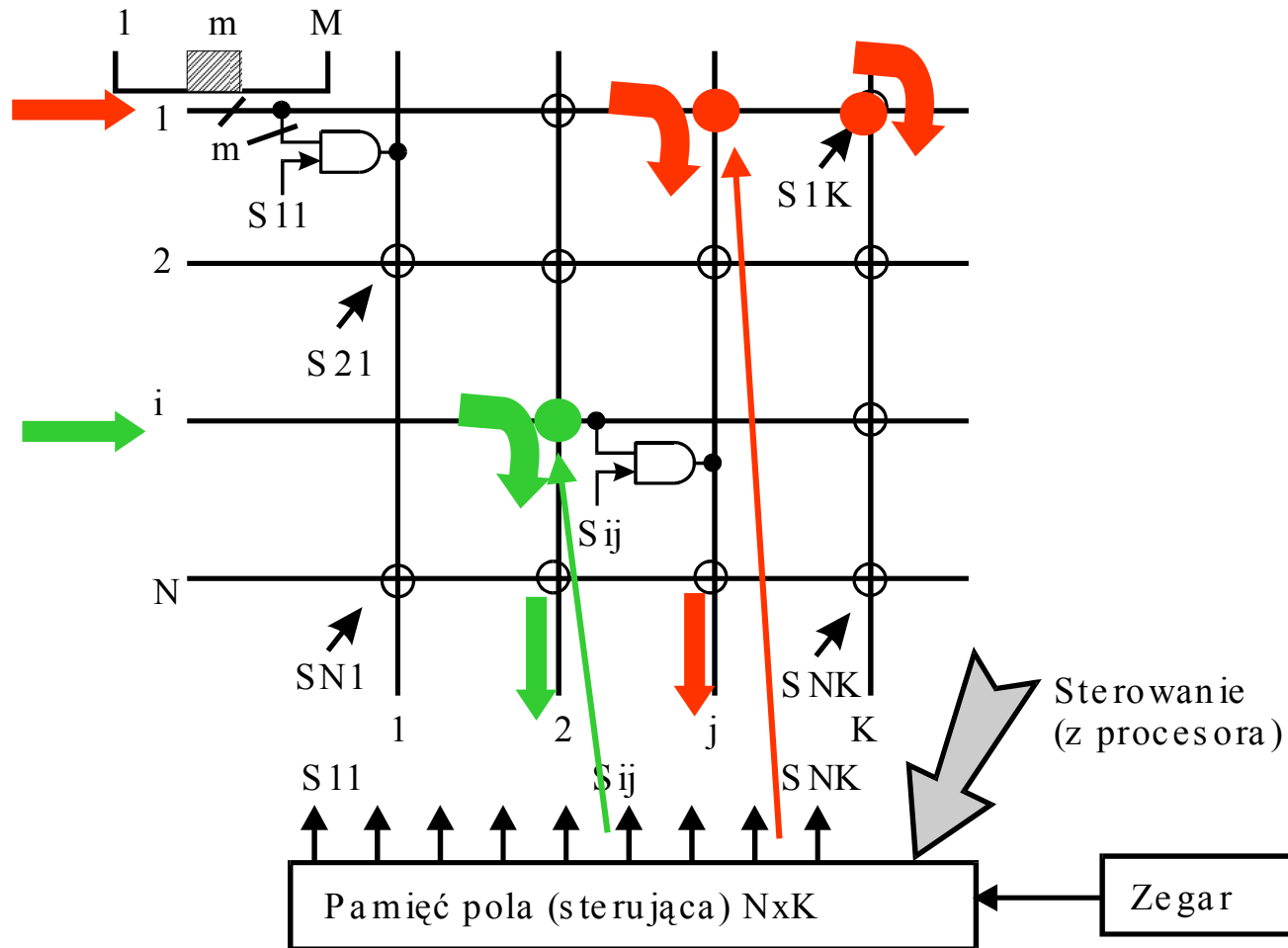
taktowanie



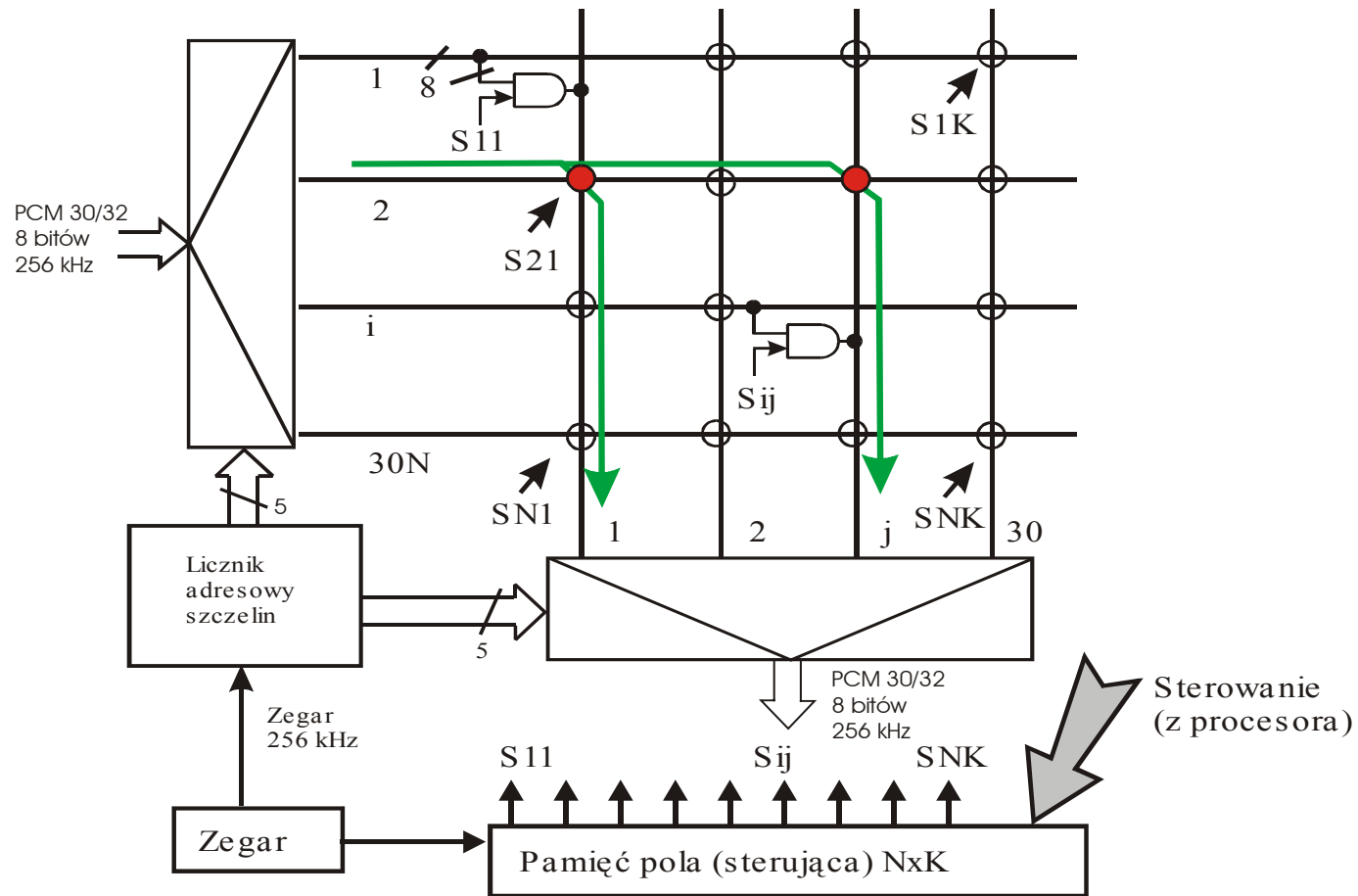
Czasowe pole komutacyjne (typu T)

- ◆ Bezblokadowość - w czasie jednej ramki może być dokonana komutacja k wejść na k wyjść (czasami na l wyjść, gdzie $l < k$);
- ◆ Opóźnienie wprowadzane przez pamięci buforowe pola

Przestrzenne pole komutacyjne (typu S)



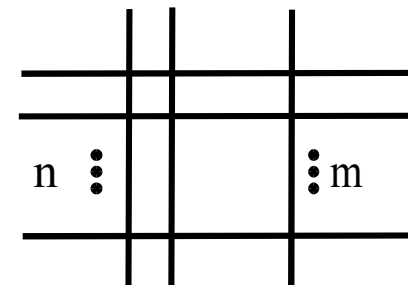
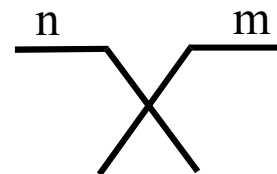
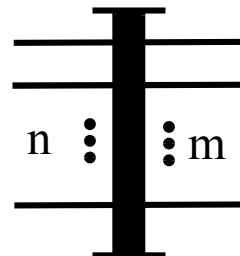
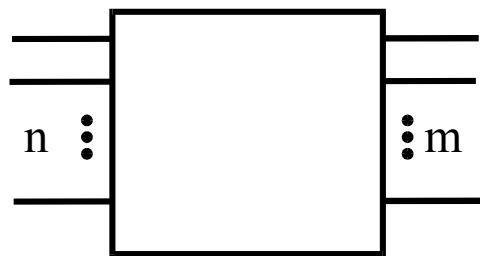
Przestrzenne pole komutacyjne (typu S)



Przestrzenne pole komutacyjne (typu S)

- ◆ Pole nie wprowadza opóźnień;
- ◆ Możliwe jest komutowanie jednej szczeliny wejściowej do wielu szczelin wyjściowych (rozgłaszanie, telekonferencja)

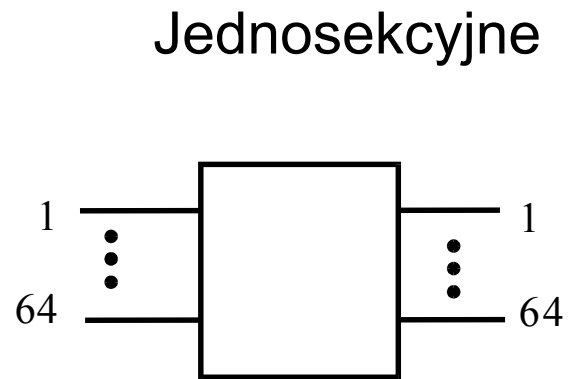
Komutatory (symbolika)



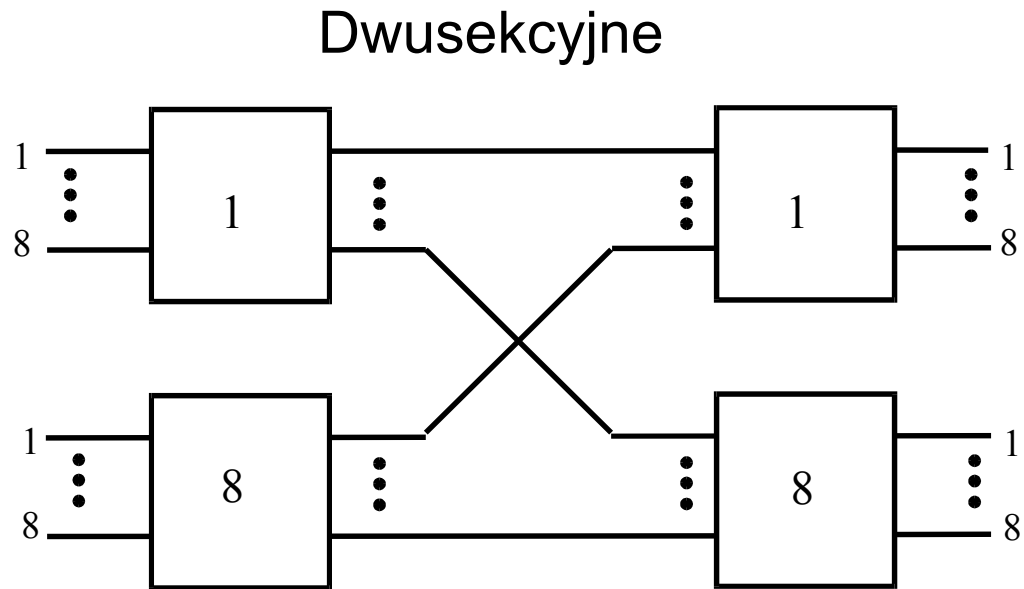
Klasyfikacja pól komutacyjnych

- ◆ Pola jednosekcyjne - jeden punkt komutacyjny na drodze połączeniowej
- ◆ Pola wielosekcyjne

Pole komutacyjne o pojemności 64 x 64



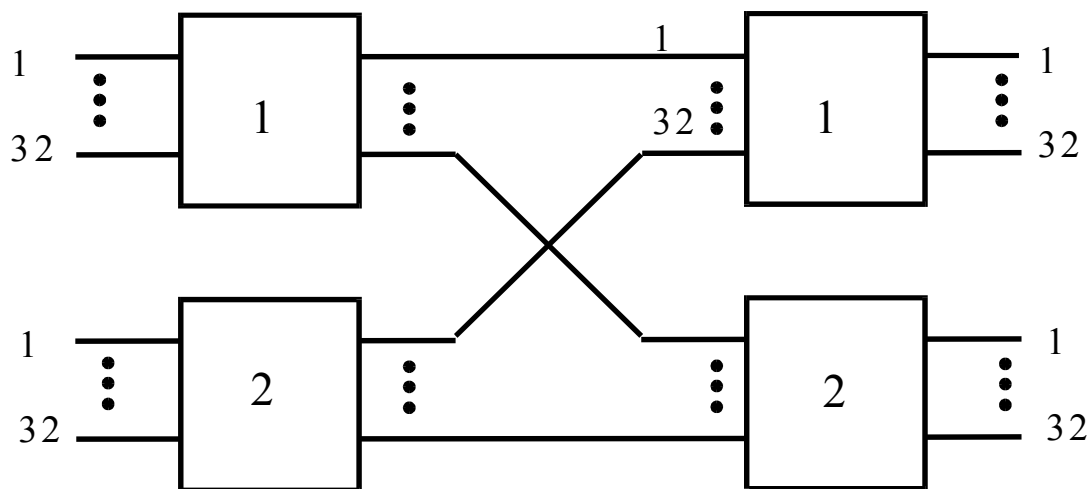
$64 \times 64 = 4096$
punkty komutacyjne



$8 \times 8 \times 16 = 1024$ punkty komutacyjne

Pole komutacyjne o pojemności 64 x 64

Dwusekcyjne



$32 \times 32 \times 4 = 4096$ punkty komutacyjne
- brak zysku w stosunku do pola jednosekcyjnego

Pola komutacyjne

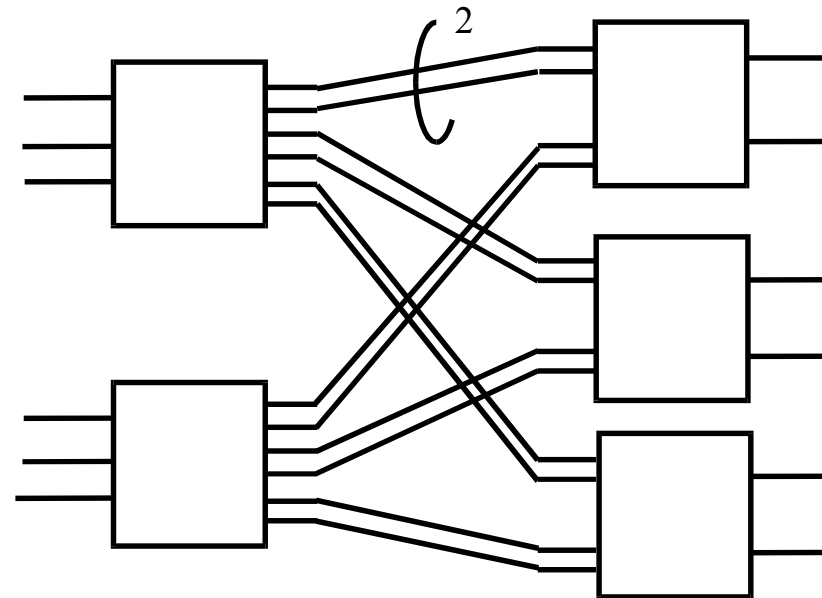
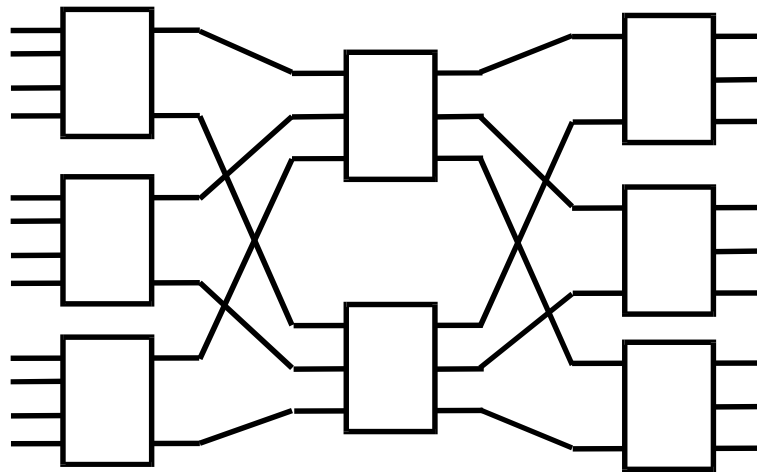
Zupełne

niezupełne

liczba łączy międzysekcyjnych:

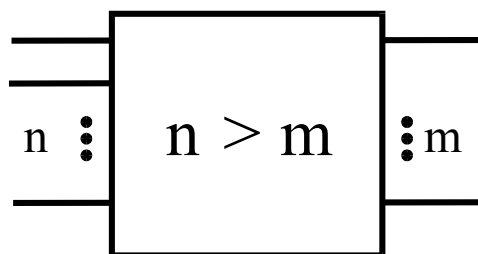
$f = 1$

$f > 1$

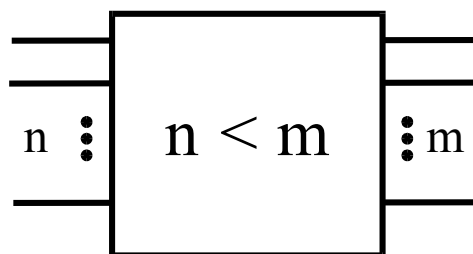


Klasyfikacja pól komutacyjnych

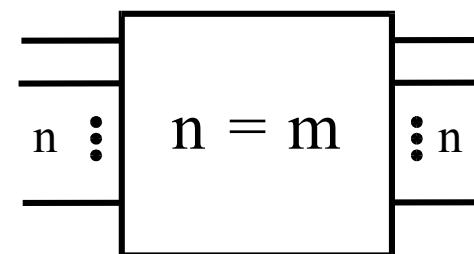
- ◆ Podział ze względu na stosunek liczby wejść do liczby wyjść:
pola z kompresją, ekspansją, z rozdziałem ruchu



Kompresja



ekspansja

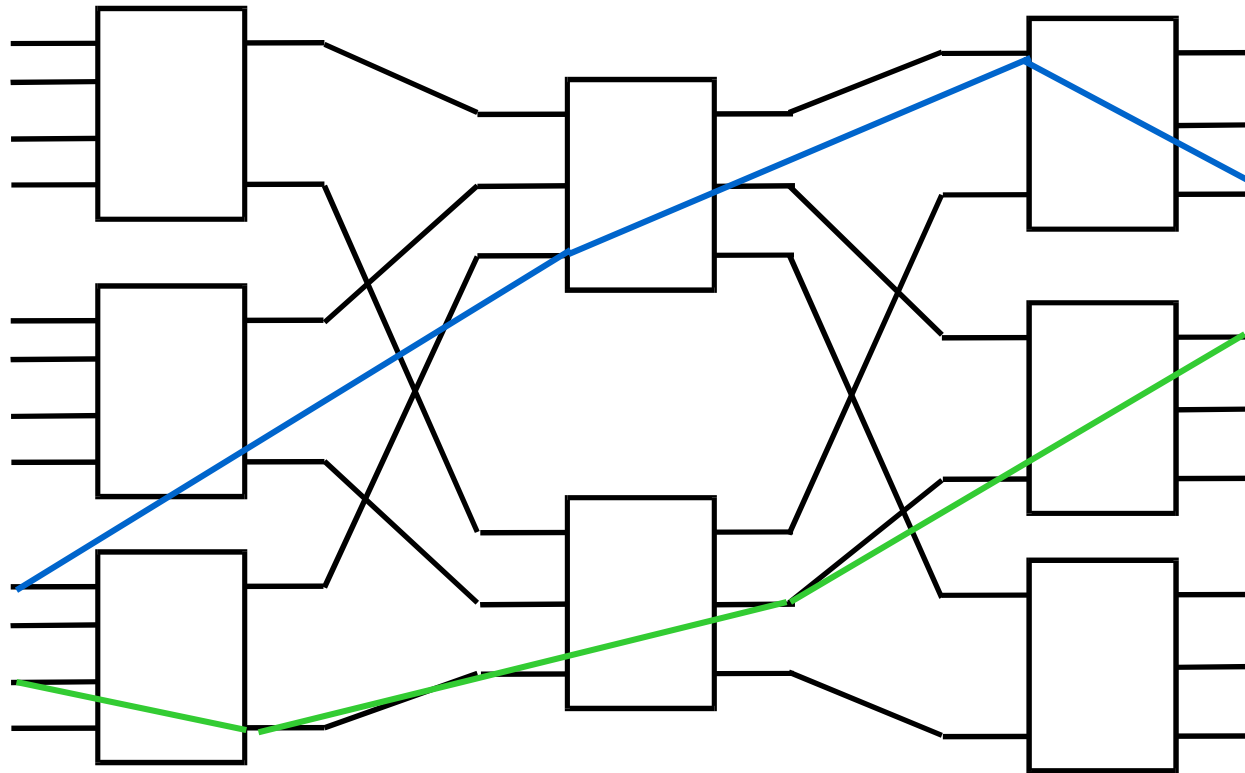


rozdział

Klasyfikacja pól komutacyjnych

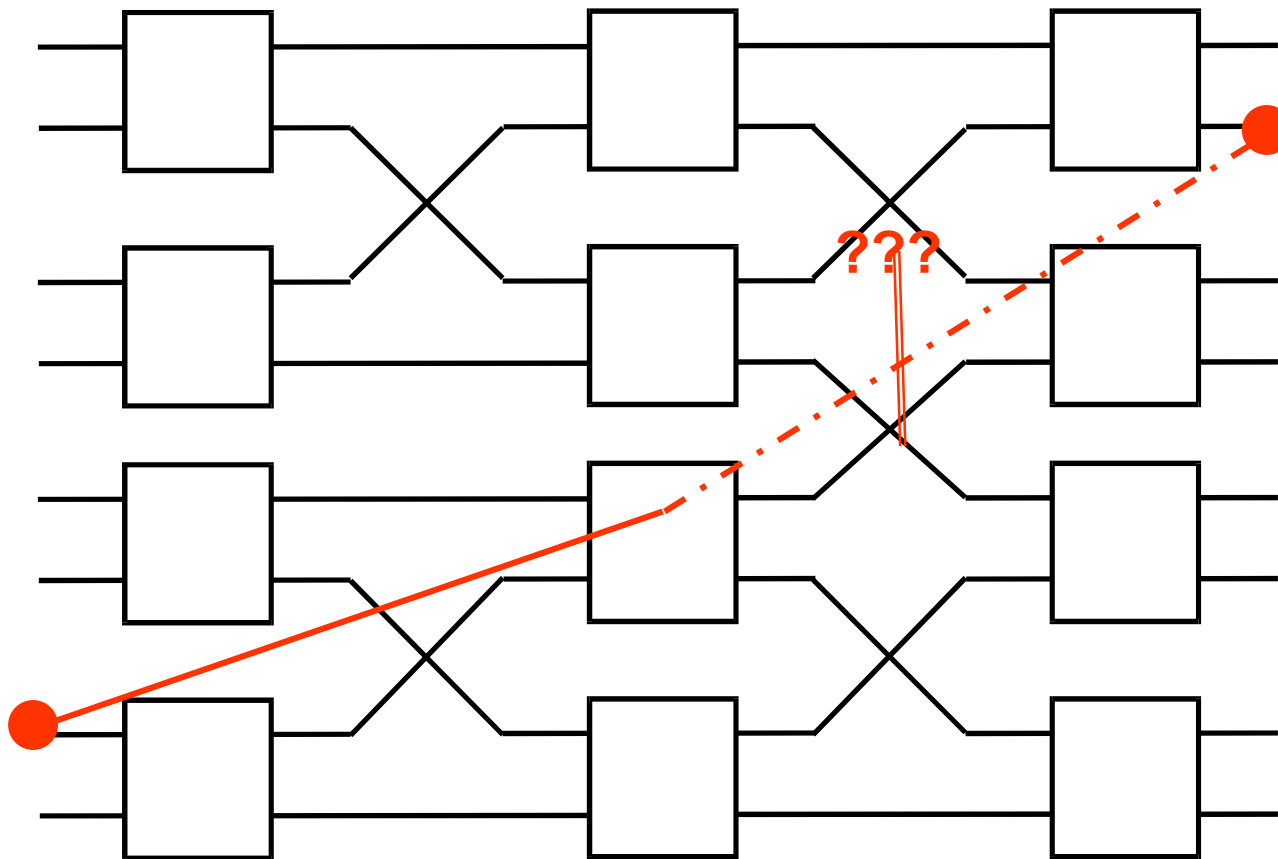
- ◆ Podział ze względu na dostępność wyjść:
 - ✎ Pełnodostępne
 - ✎ Niepełnodostępne

Pole trzysekccyjne pełnodostępne



Każde wejście może być połączone z każdym wyjściem

Pole trzysekccyjne niepełnodostępne



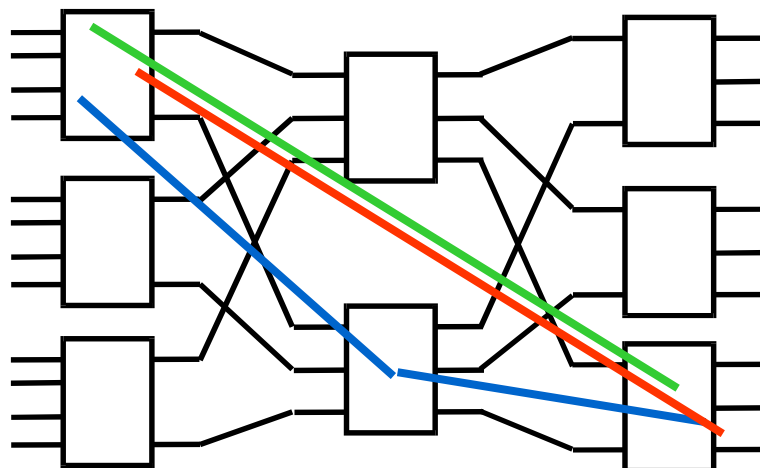
Pewne wejścia mogą być połączone z każdym wyjściem

Klasyfikacja pól komutacyjnych stany blokady

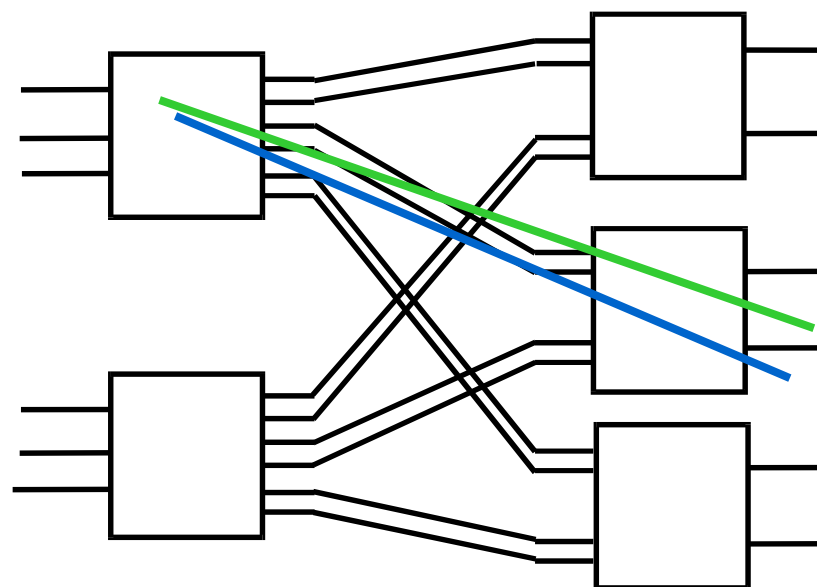
- ◆ Stan blokady pola komutacyjnego - stan, w którym nie można zestawić połączenia między dowolną parą wolne wejście/wolne wyjście, mimo, że istnieje taki stan pola, dla którego takie połączenie jest możliwe.
- ◆ Pole nieblokowane w szerszym sensie - niezależnie od istniejących połączeń można realizować dowolne połączenie;
- ◆ Pole nieblokowane w węższym sensie - blokadę można ominąć za pomocą odpowiednich algorytmów połączeniowych.

Pola komutacyjne

Blokada



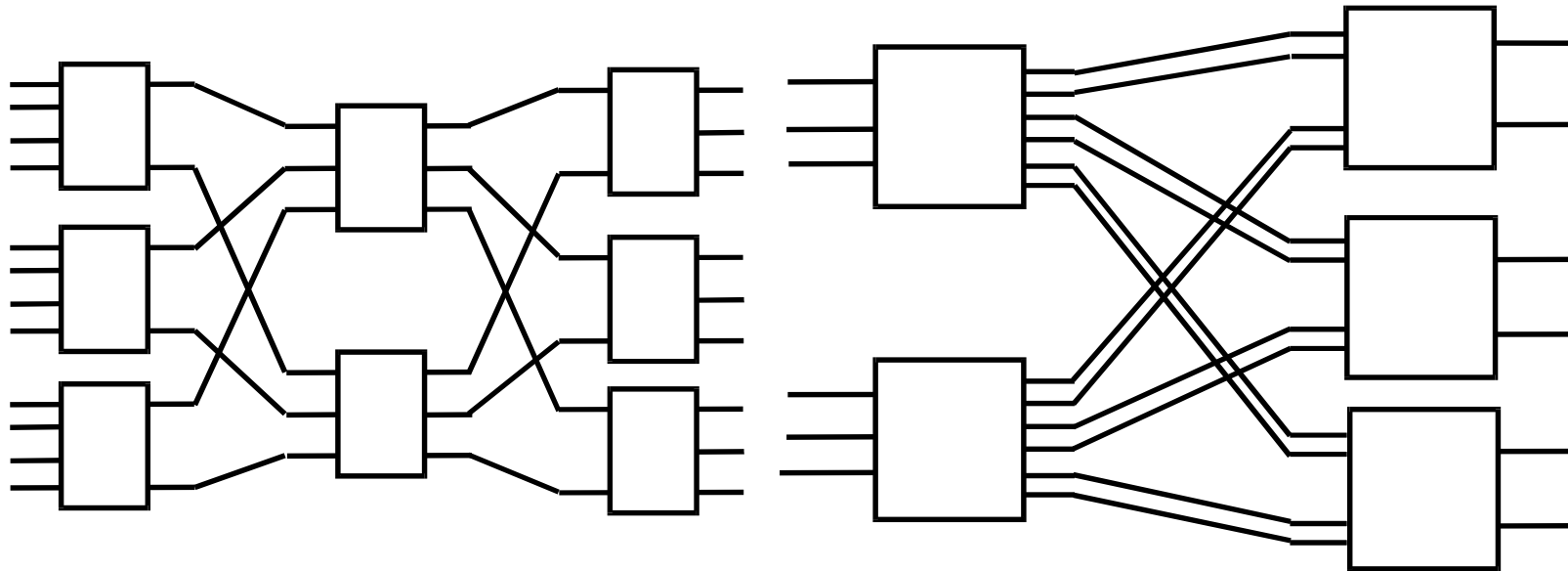
bez blokady



Pola komutacyjne

Dwustronne - tylko połączenia wejść z wyjściami

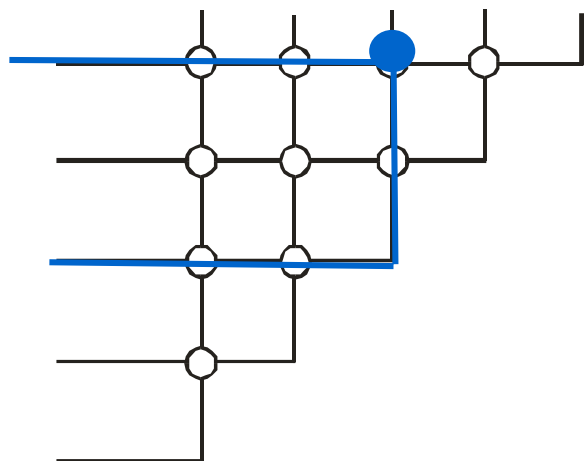
zbiory wejść i wyjść są rozłączne



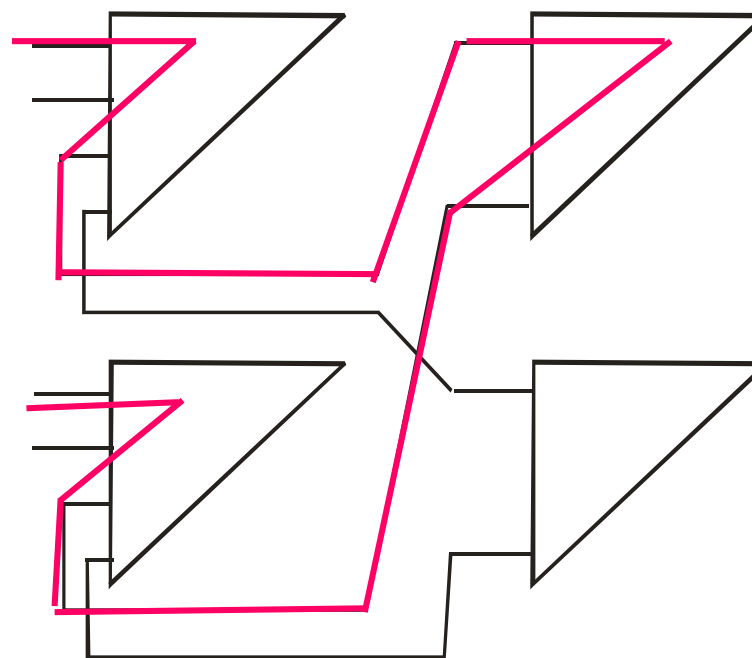
Pola komutacyjne

Jednostronne - każda końcówka może pełnić rolę wejścia lub wyjścia

Komutatory trójkątne



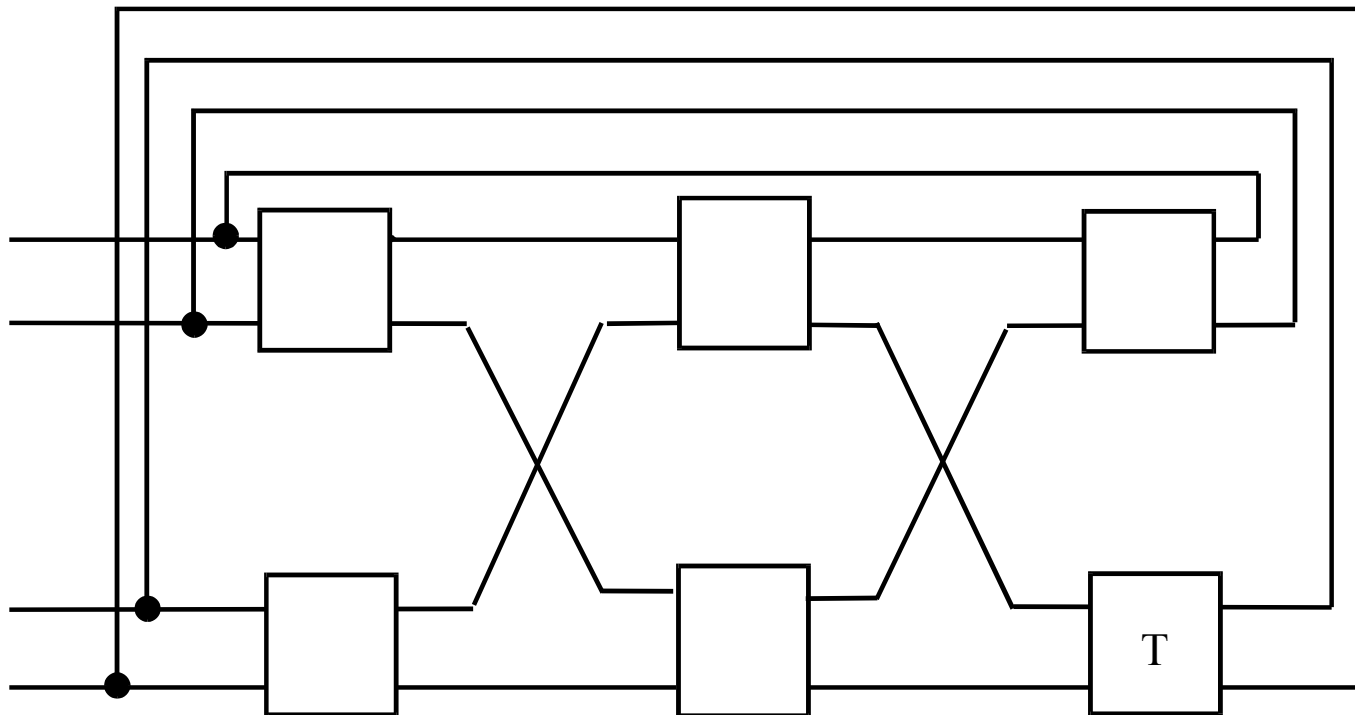
Jednosekcyjne



Dwusekcyjne

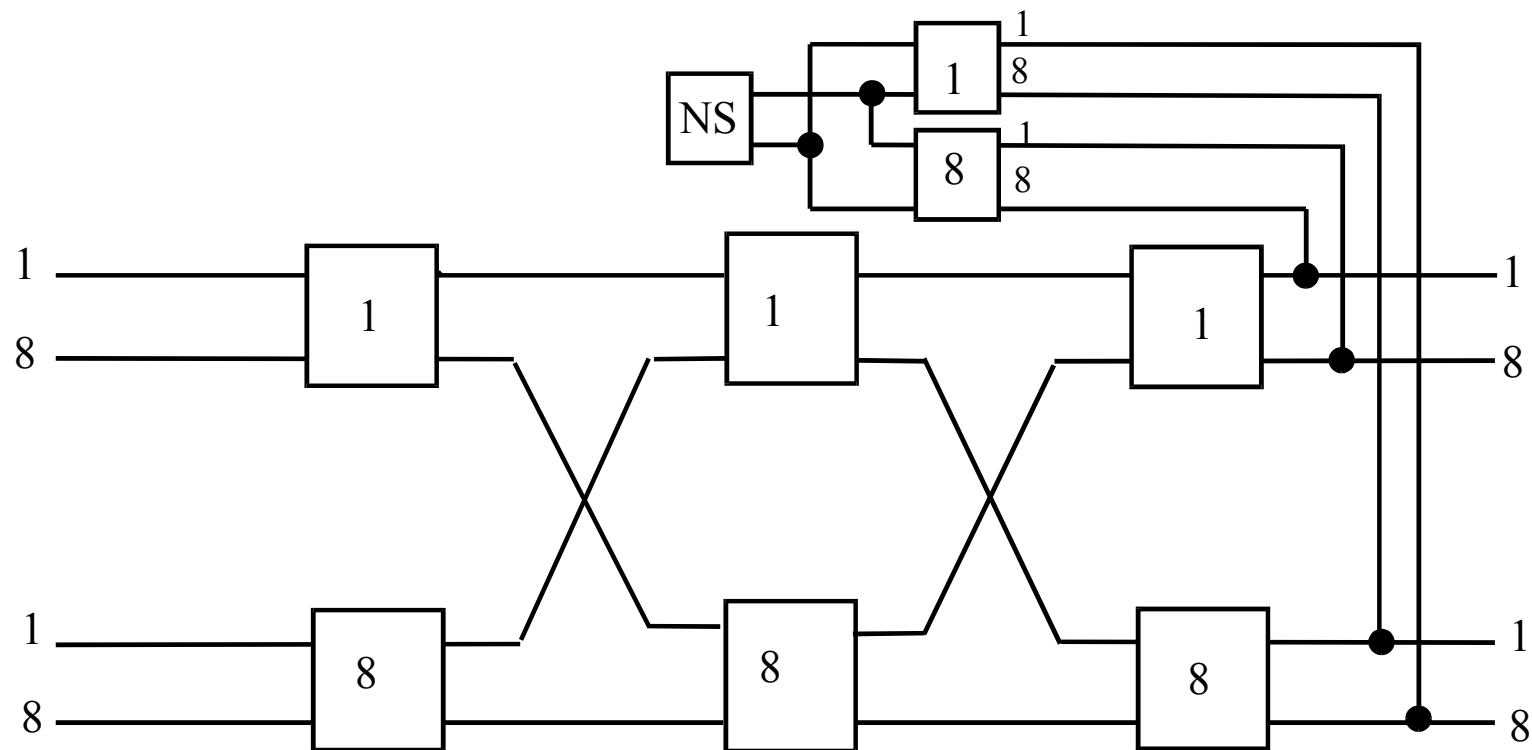
Pola komutacyjne

Jednostronne - każda końcówka może pełnić rolę wejścia lub wyjścia - pola z połączeniami pętlowymi

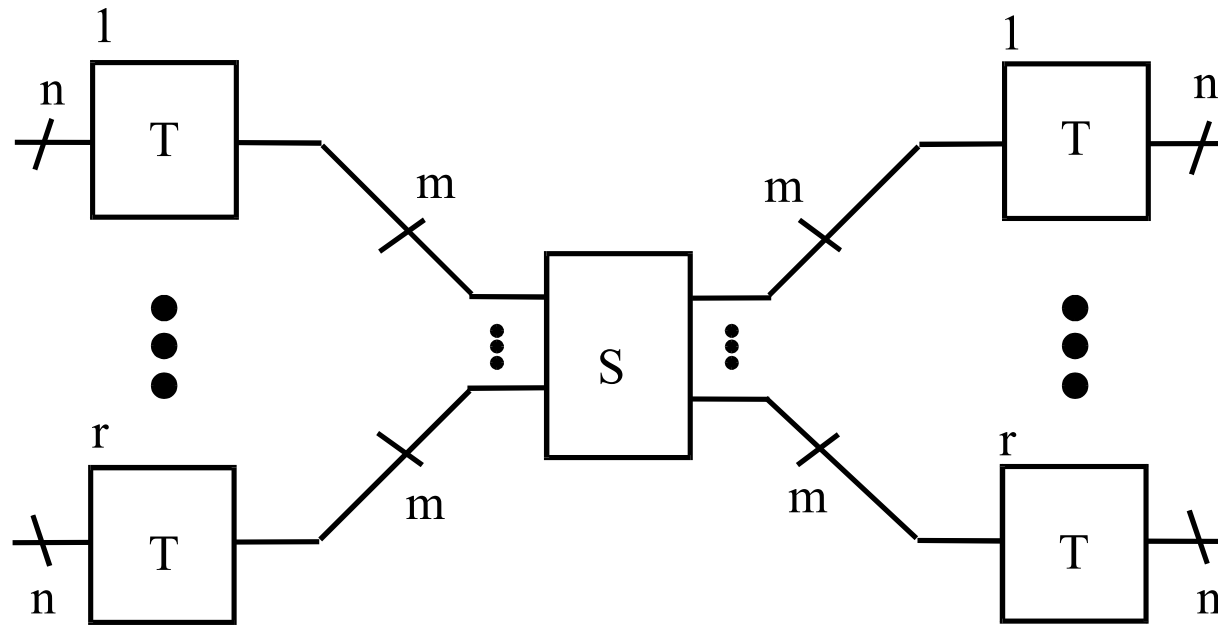


Pola komutacyjne

Przyłączanie sygnałów tonowych

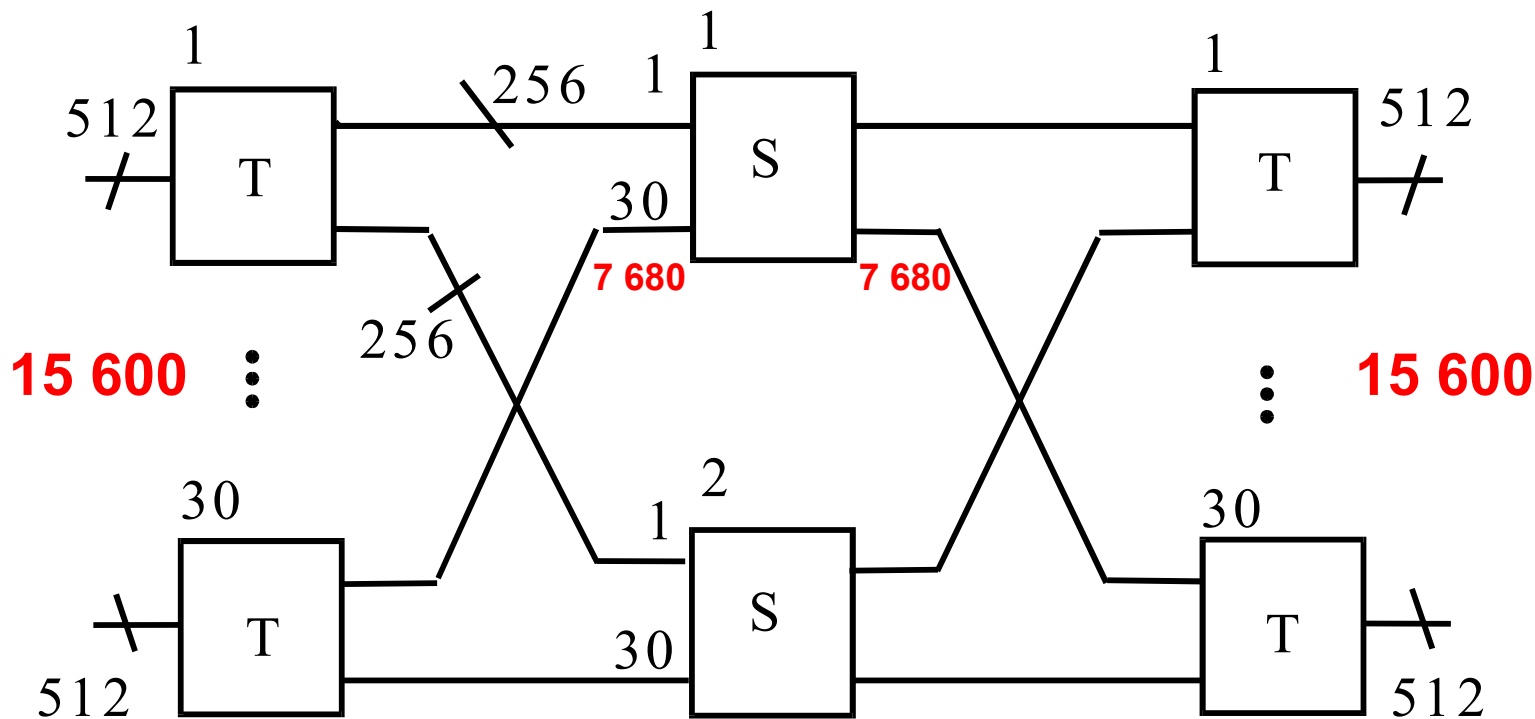


Konfiguracje pól komutacyjnych - pole typu T-S-T



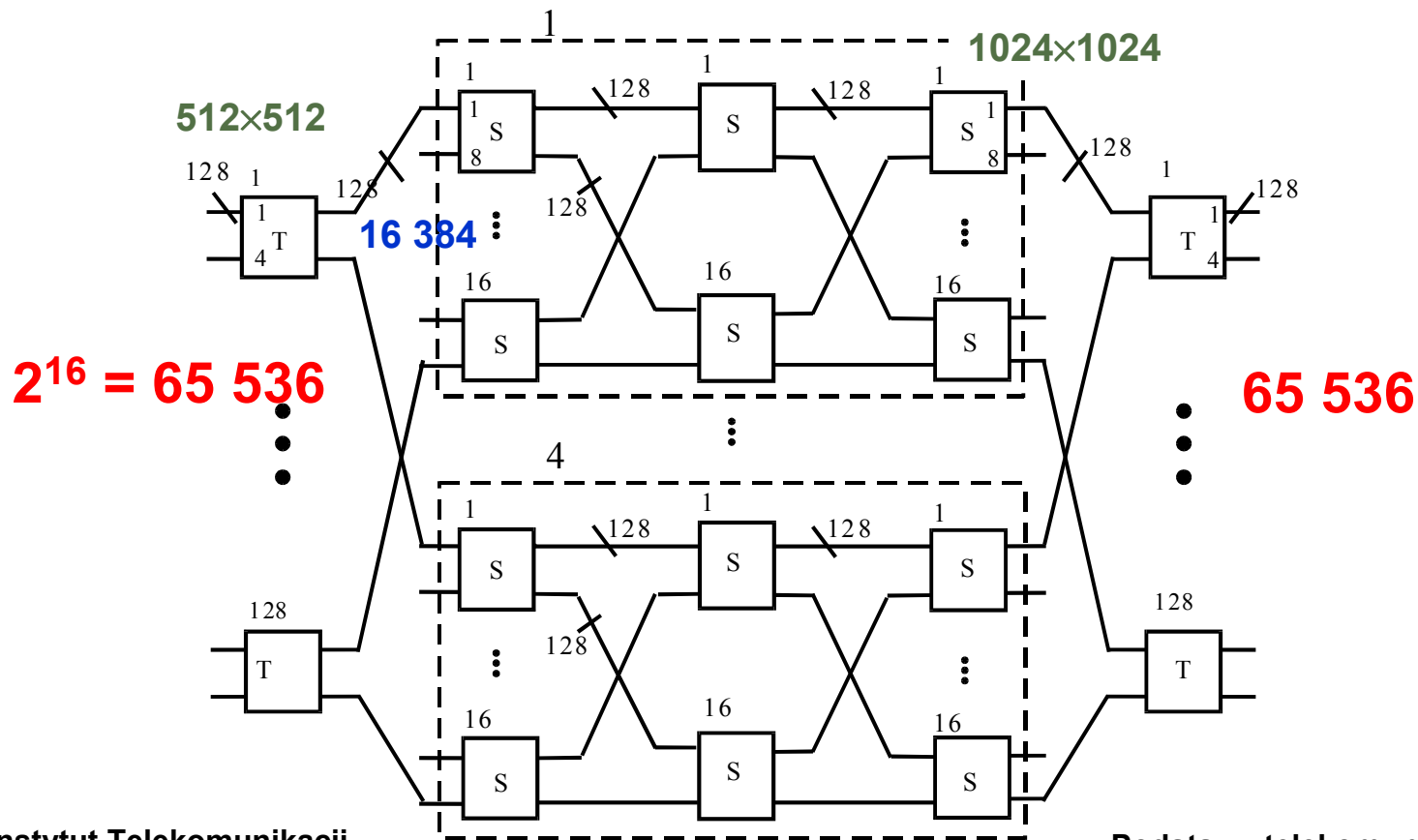
Konfiguracje pól komutacyjnych - pole typu T-S-T

Pole centrali 5ESS Bell Laboratories (Lucent Technologies)



Konfiguracje pól komutacyjnych - pole typu T-S-T

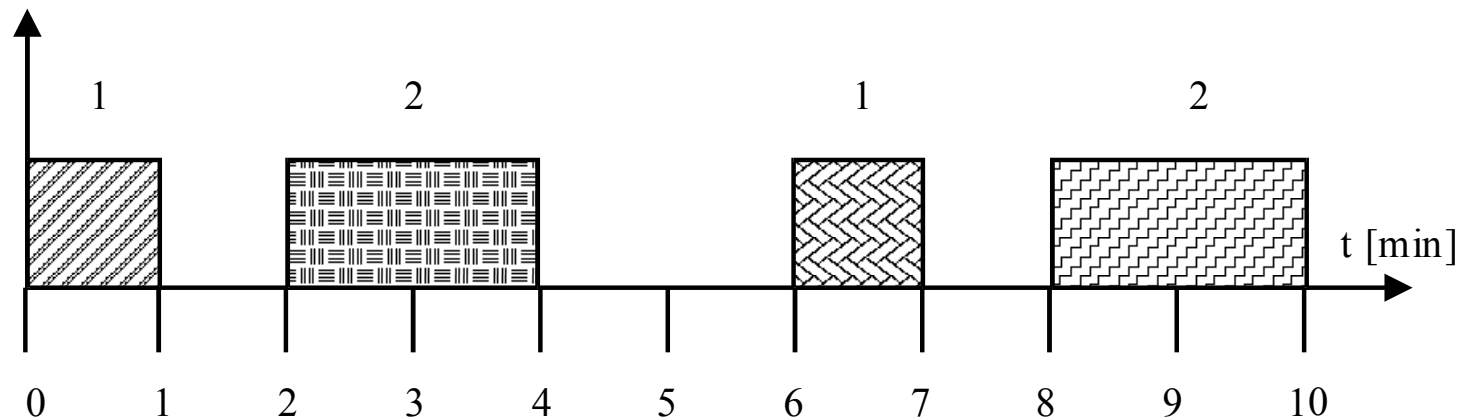
Pole o dużej pojemności - centrala EWSD Siemens



Ruch telekomunikacyjny

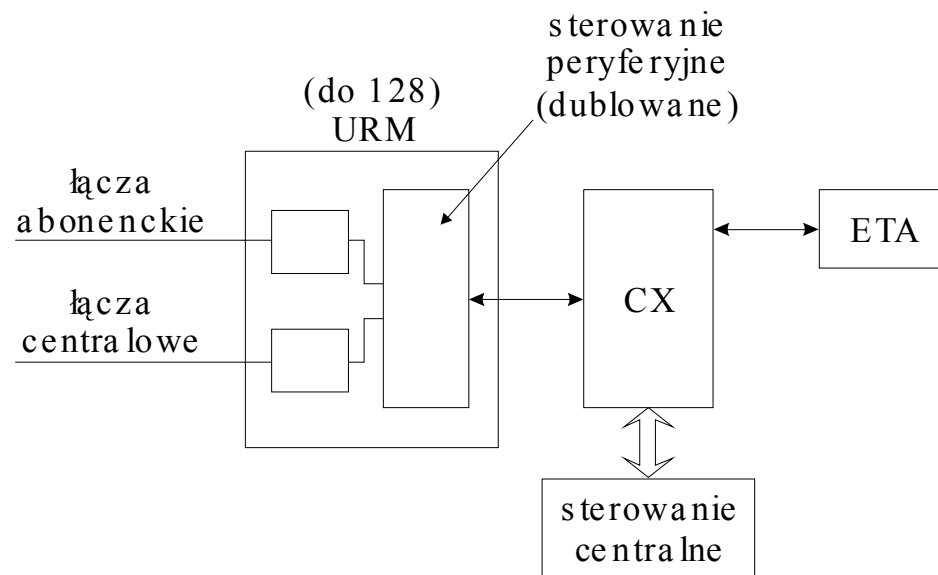
- ◆ *Ruch telekomunikacyjny* - przepływ zgłoszeń, połączeń i wiadomości.
- ◆ Natężenie ruchu - stosunek sumy czasów zajętości urządzeń w pewnym okresie do czasu trwania tego okresu
- ◆ **erlang** - jeśli jedno połączenie trwa jedną godzinę w czasie tej godziny

Ruch telekomunikacyjny - przykład



$$A = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^N t_i$$
$$A = \frac{1 + 2 + 1 + 2}{10} = 0,6 \text{ Erl}$$

Centrala E10B (Francja)



Przenoszony ruch:

2400 - 2600 Erl. Przy średnim czasie rozmowy 2 min.

Pojemność: 30 000

Dołączenie 255 strumieni PCM 30/32
120 koncentratorów

Koncentratory

500 NN - 2 łącza PCM 30/32

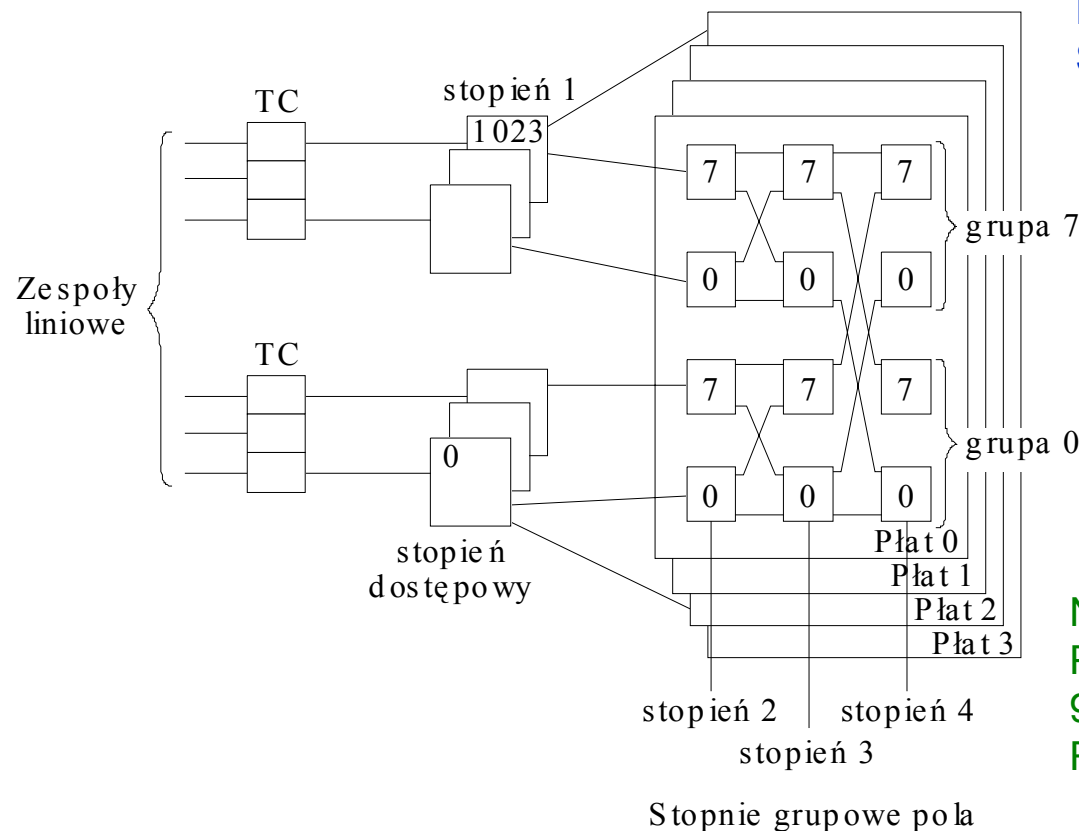
1000 NN - 4 łącza PCM 30/32

CX - pole

ETA - odbieranie, przetwarzanie, nadawanie sygnalizacji, tonów, mostki konferencyjne

URM - Przeglądanie łączy i nadzór połączeń, komutacja typu S w koncentratorze, testowanie i alarmy, komunikacja z jednostką centralną, 2 procesory sterujące

Centrala S12 - Bell Laboratories (Lucent Technologies)



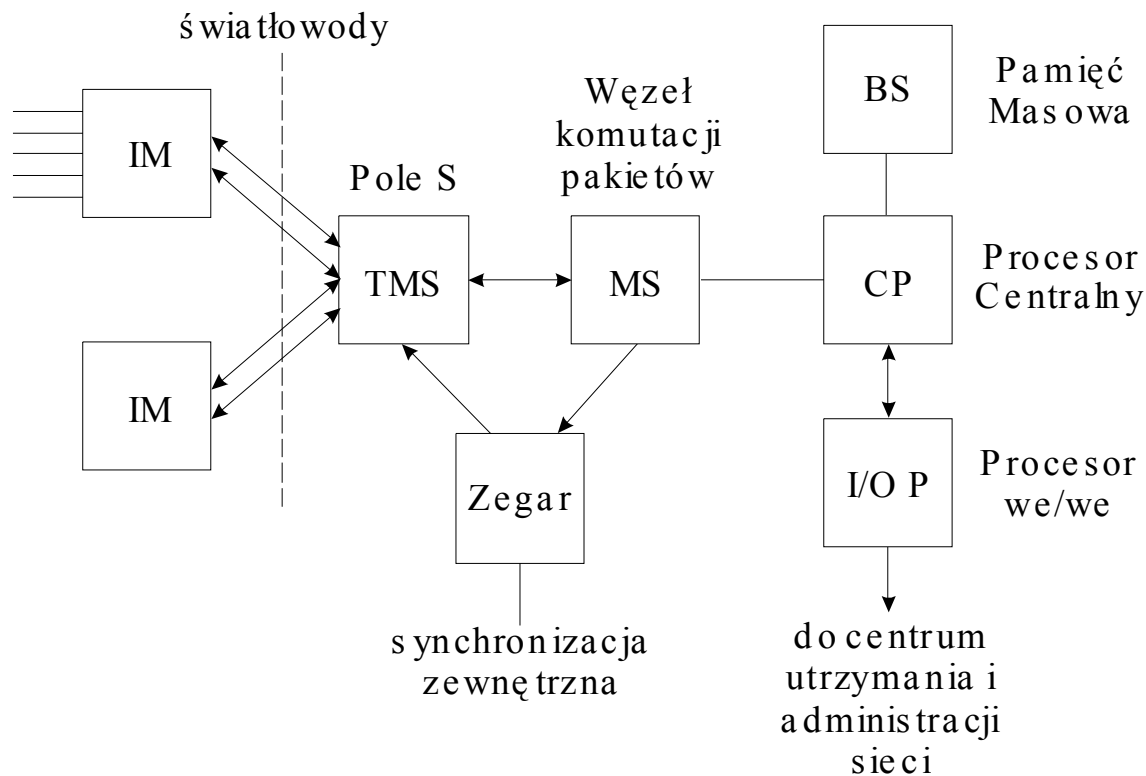
Budowa modułowa
Sterowanie (oprogramowanie)
rozproszone – język C

Ruch - maks. 30 000 Erl.
 Pojemność dla central końcowych:
 100 000 NN;
 dla central tranzytowych:
 60 000 NN

Komutatory typu T-S

Nowa wersja
 Pojemność 350 tys. NN
 90 tys. łączy międzycentralowych
 Ruch 45 tys. Erl.

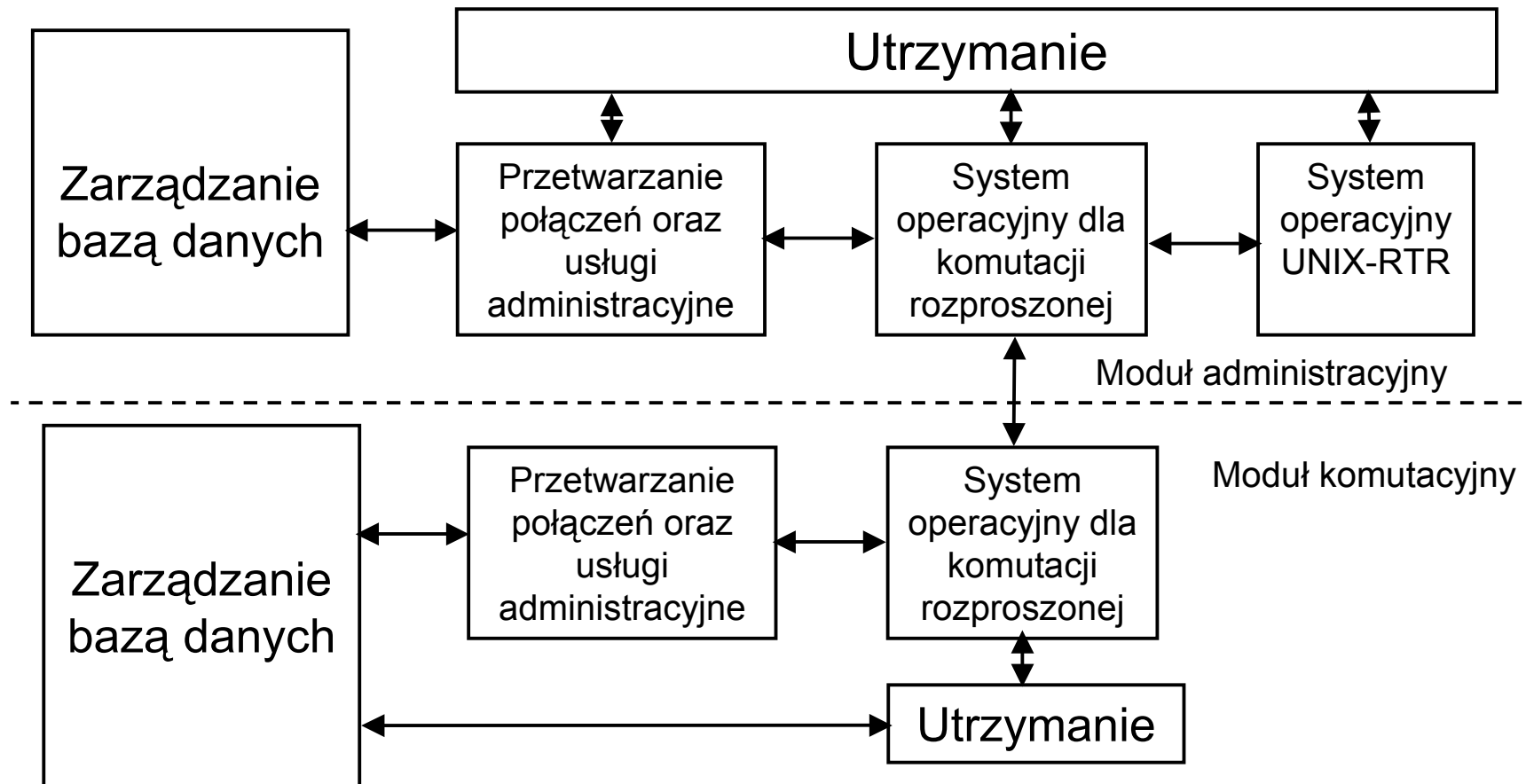
Centrala 5ESS Bell Laboratories (Lucent Technologies)



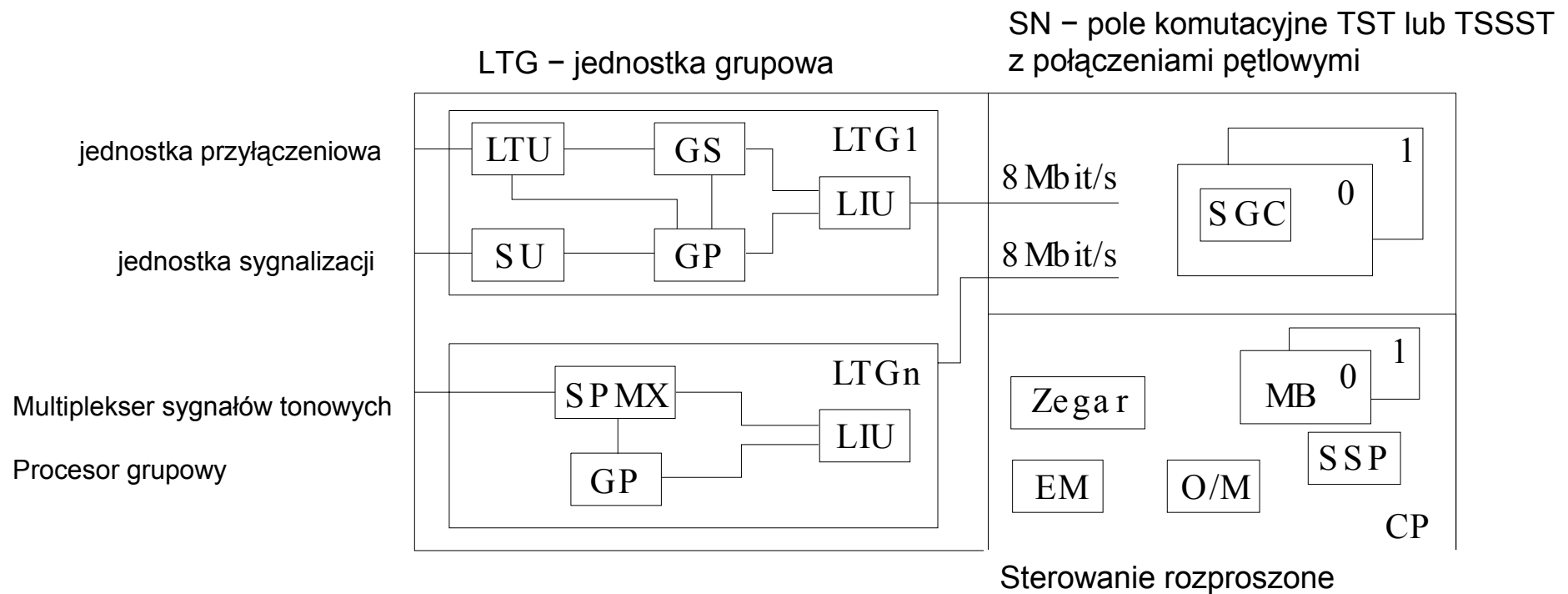
Budowa modułowa
do 350 000 NN

Max do 1 000 000 zgłoszeń
w ciągu godziny

Centrala 5ESS - oprogramowanie

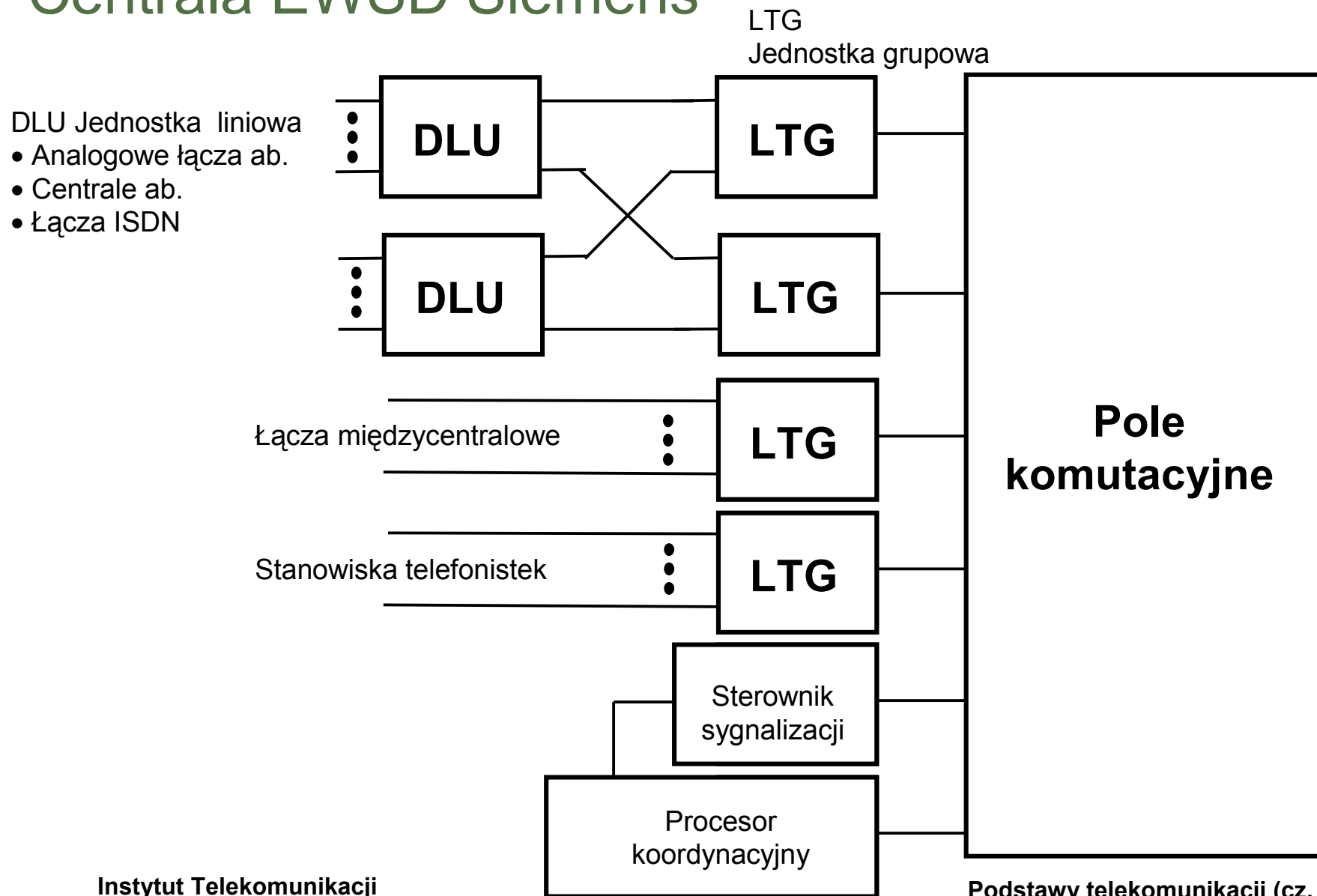


Centrala EWSD Siemens

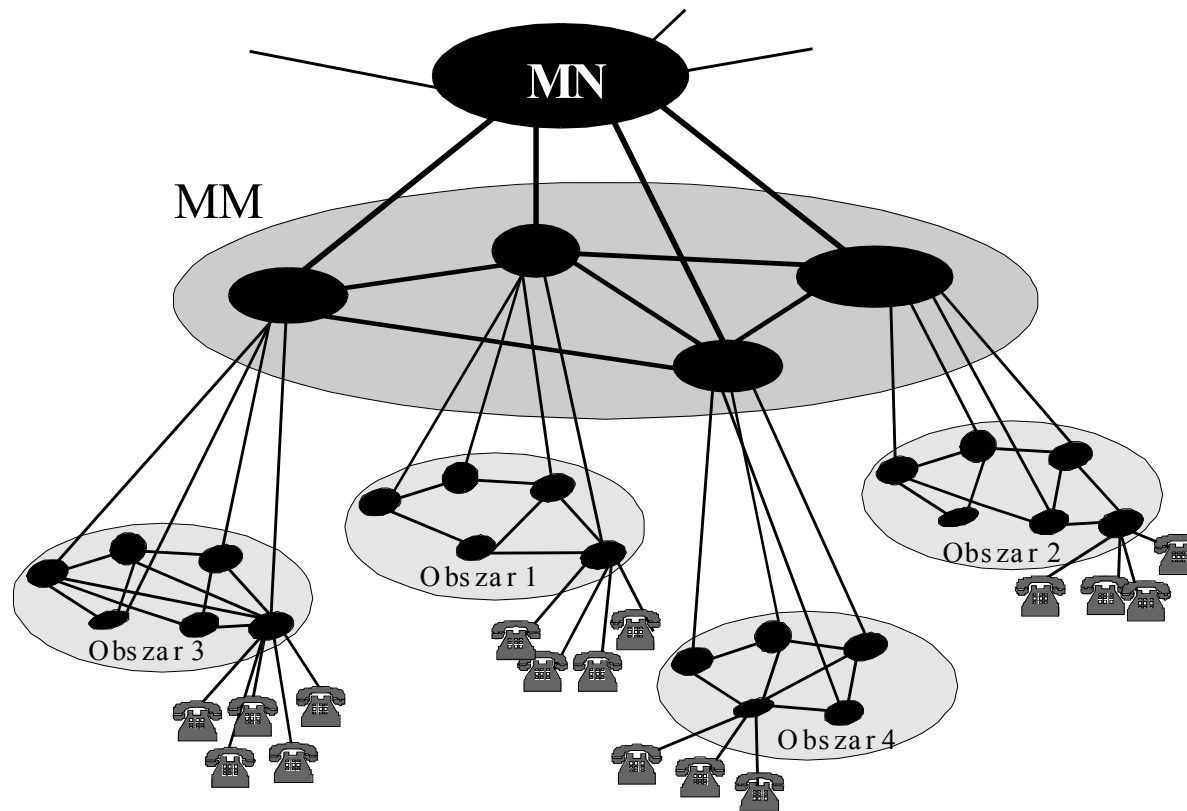


Pojemność - 200 000 (centrale końcowe), 64 000 (centrale tranzytowe)

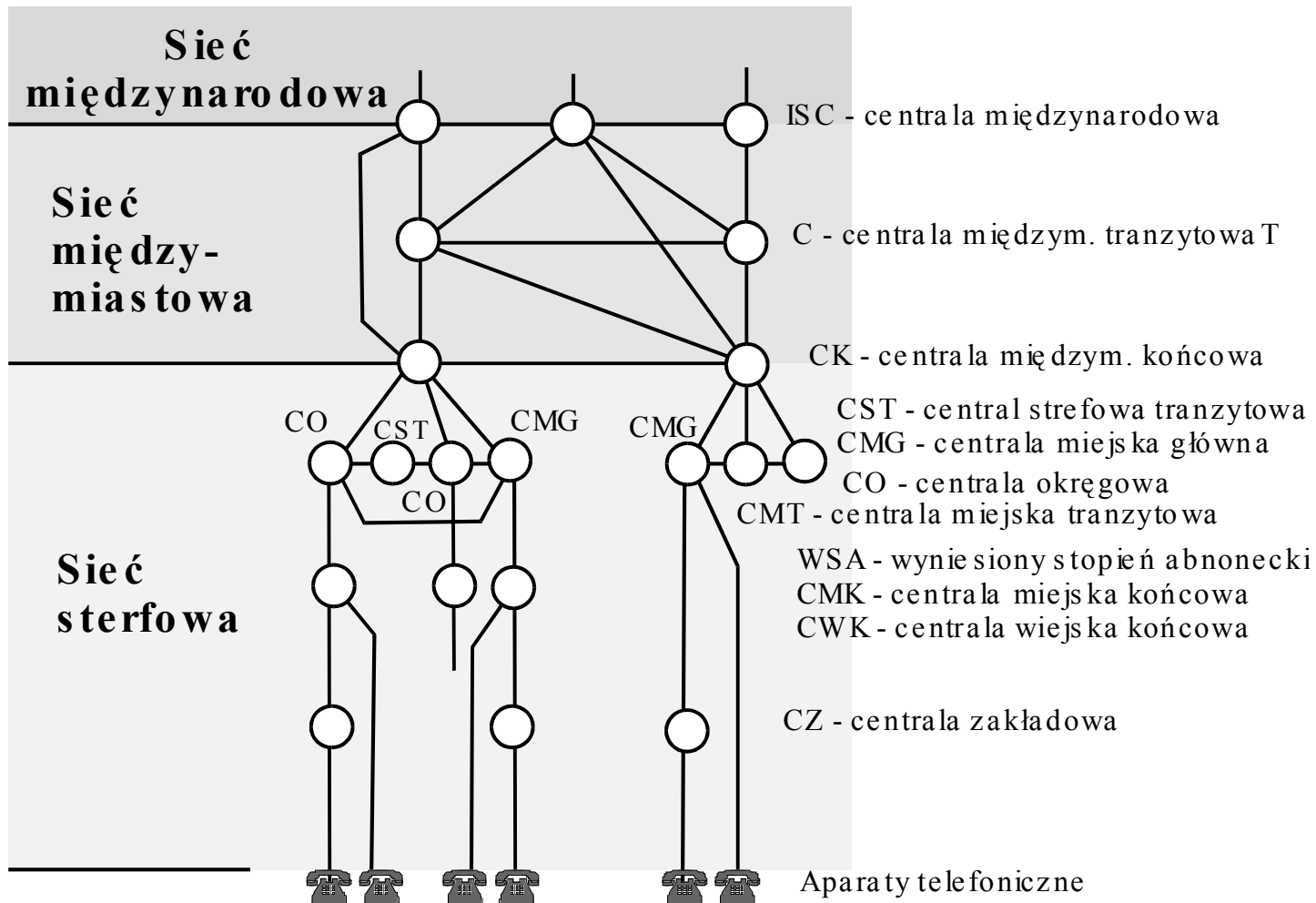
Centrala EWSD Siemens



Struktura sieci



Struktura sieci w Polsce



Struktura sieci w Polsce

- ◆ **Centrale międzynarodowe ISC:** 3 centrale w Katowicach, Poznaniu, Warszawie;
- ◆ 12 central CT (tranzytowych, pełniących funkcje CK): Szczecin, Gdańsk, Bydgoszcz, Olsztyn, Warszawa, Lublin, Łódź, Poznań, Wrocław, Katowice, Kraków, Rzeszów;
- ◆ 37 central końcowych CK (CST) - większe miasta;
- ◆ 50 central CST
- ◆ 500 central okręgowych CO i miejskich głównych CMG
- ◆ 2450 punktów komutacyjnych końcowych: koncentratory, moduły wyniesione, małe centrale.

Zasady numeracji

- ◆ Numeracja jawna - w ruchu lokalnym (w obrębie jednej centrali) obowiązuje jeden numer, np. 3245
- ◆ W połączeniach z abonentami innych central trzeba znać wskaźnik centralowy (np. 632)

Zasady numeracji

- ◆ Numeracja skryta - abonenci posługują się całym numerem, nawet w ruchu lokalnym, np. 632-35-44
- ◆ Numer wewnątrz strefowy - 7-cyfrowy
- ◆ pierwsze 3 cyfry - strefa: lokalna - 632, 815; 722 (podmiejska)

Zasady numeracji

- ◆ Numer krajowy - wskaźnik międzymiastowy: 0-22, 0-61
- ◆ Numer międzynarodowy - wskaźnik:
 - ↻ 00-1 - Am. Płn. i Środ.
 - ↻ 00-2 - Afryka
 - ↻ 00-3 (4) - Europa
 - ↻ 00-5 - Am. Płd.
 - ↻ 00-6 - Australia i Oceania
 - ↻ 00-7 - Rosja
 - ↻ 00-8 - Azja Wschod.
 - ↻ 00-9 - Bliski Wschód

Prefiks operatora mm
10xx



Polska: 00-48