



*Akademia  
Górnictwo-Hutnicza  
w Krakowie*

**Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki  
Katedra Elektroniki**

# Tester - emulator sieci ISDN cz.1

INSTRUKCJA DO ĆWICZENIA:

## Tester – emulator sieci ISDN cz.1. Budowa systemu

Instrukcja Tester - emulator sieci ISDN powstała na bazie dokumentacji technicznej „*Trenażer ISDN*” firmy Luccas Nulle, dotyczącej urządzenia **AdapterBox wraz z kartą ISDN** oraz programu **PIT**. Instrukcja ta stanowi wstęp teoretyczny do wykonania zestawu ćwiczeń w ramach przedmiotu „Urządzenia elektroniczne w sieciach cyfrowych”. Prezentowana wersja dokumentacji nie jest wiernym tłumaczeniem opisu dostarczonego przez firmę Lucass Nulle, ze względu na rozbieżności między wersją dokumentacji a wersją dostarczonego oprogramowania (system posiada nowszą wersję oprogramowania, która zawiera opcje nie opisane w dokumentacji).

**Cel ćwiczenia:**

Tester - emulator sieci ISDN to system pozwalający na analizę pracy sieci ISDN na styku S. Pozwala on na diagnozowanie warstwy fizycznej, a dołączone oprogramowanie umożliwia obserwację wymiany pakietów warstwy II i wiadomości warstwy III. Jako urządzenie ISDN tester można sklasyfikować jako centralkę abonencką. Z tych też względów posiada ona 4 interfejsy styku S i jeden typu T do przyłączenia do sieci publicznej.

### Spis treści

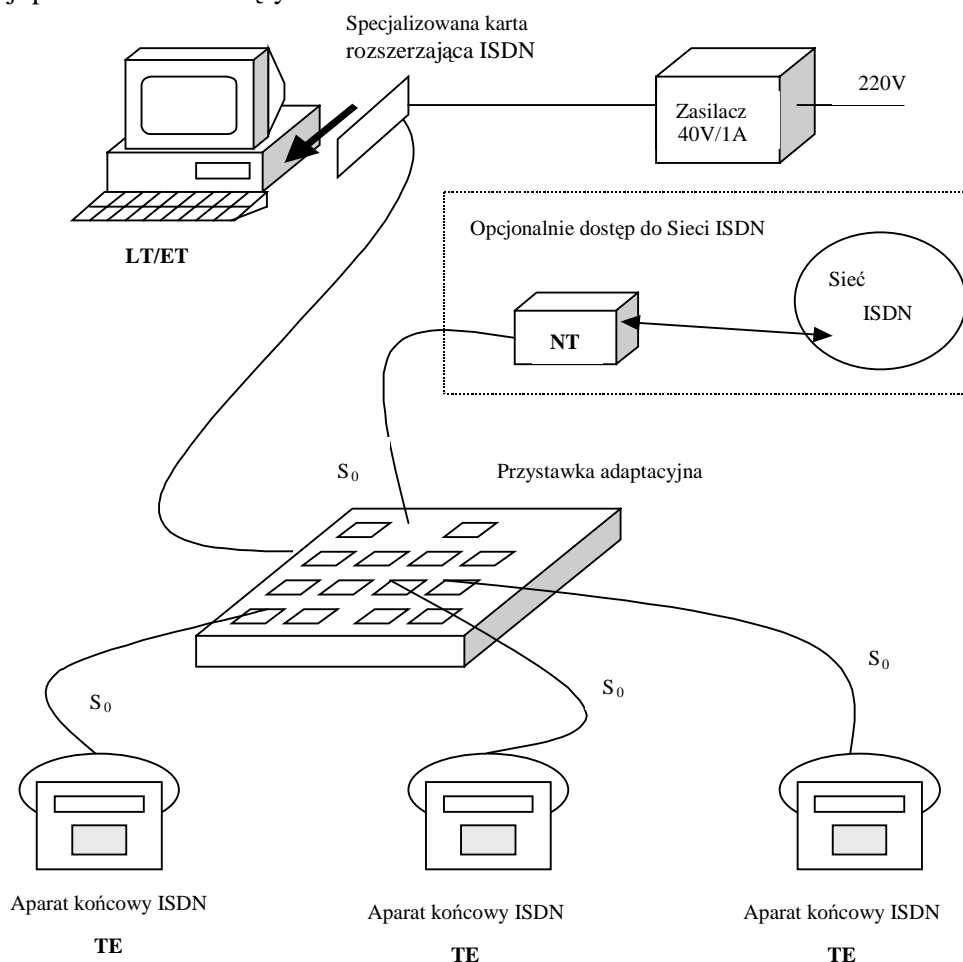
<b>BUDOWA SYSTEMU</b>	<b>3</b>
<b>Płyta adaptera testera sieci</b>	<b>6</b>
<b>WARSTWA PIERWSZA – fizyczna sieci ISDN</b>	<b>7</b>
Charakterystyki elektryczne.	7
Okablowanie styku S.	11
Wskazówki do realizacji pomiarów:	13
<b>Schematy prezentujące błędy okablowania styku S<sub>0</sub>.</b>	<b>14</b>
Włącznik S1 w położeniu „ON”.	14
Włącznik S2 w położeniu „ON”.	15
Włącznik S3 w położeniu „ON”.	16
Włącznik S4 w położeniu „ON”.	17
Włącznik S5 w położeniu „ON”.	18
Włącznik S6 w położeniu „ON”.	19
Włącznik S7 w położeniu „ON”.	20

## Budowa systemu

System testera-emulatora ISDN składa się z następujących elementów:

- ❖ karta ISDN – jest kartą montowaną na szynie ISA komputera PC. Pełni ona rolę centrali ISDN, zapewniając dostęp do styku  $S_0$  zarówno od strony użytkownika jak i centrali. Karta realizuje także zasilanie styku  $S_0$ ;
- ❖ przystawka adaptacyjna (adapterbox) – zapewnia podłączenie aparatów końcowych ISDN oraz zapewnia dostęp do sieci publicznej ISDN, a jej pomocą można także mierzyć sygnały na styku  $S_0$ , a także symulować błędy w okablowaniu styku;
- ❖ aparaty końcowe ISDN.

Nad właściwą pracą systemu czuwa oprogramowanie zarządzające, wyposażone w mechanizm wizualizacji procesów zachodzących w sieci.



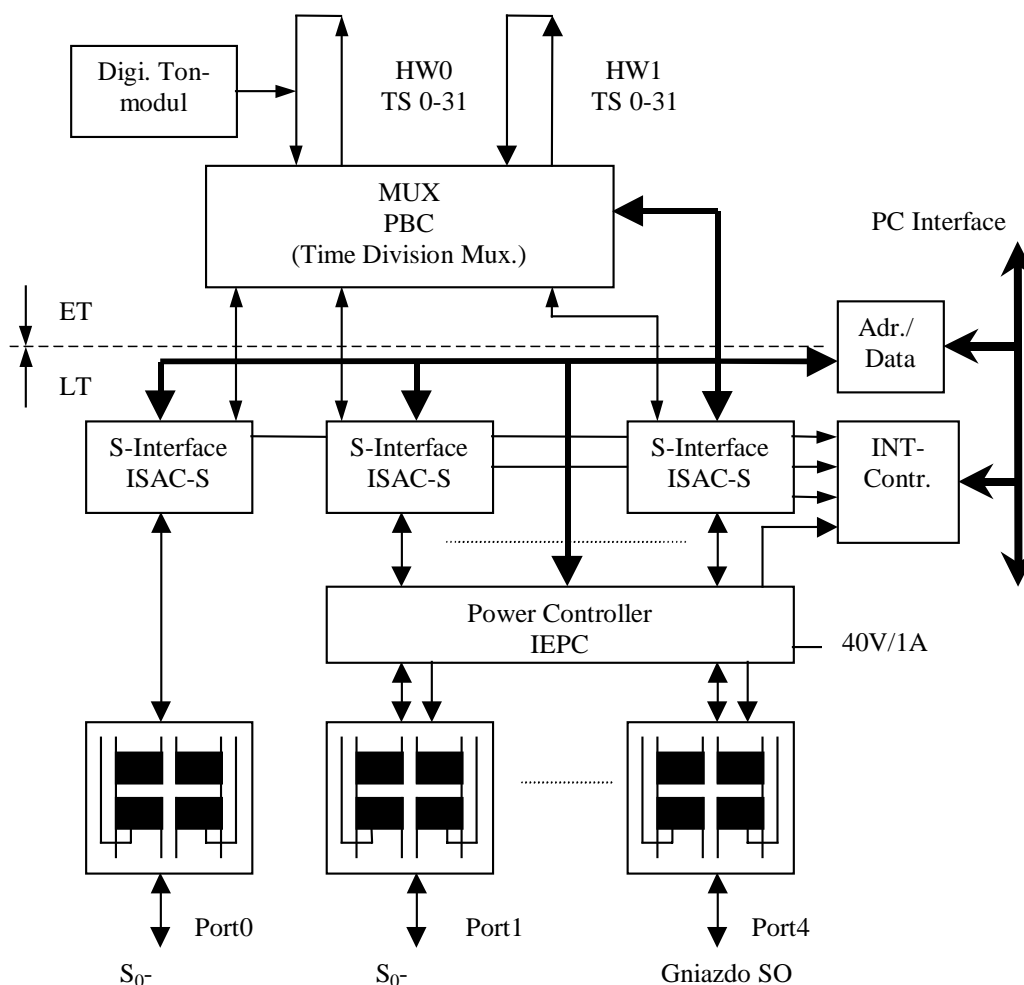
**Rys. 1. Budowa testera-emulatora sieci ISDN**

Konstrukcja karta testera ISDN oparta jest o specjalizowane układy rodziny IOM<sup>1</sup> firmy Siemens. Ciężar zarządzania i programowania układów znajdujących się na kracie spoczywa na komputerze PC. Na Rys.2. przedstawiono jej schemat blokowy. Karta składa się z dwóch głównych modułów:

1. moduł przyłącza liniowego (LT) - przejmuje zadania warstwy pierwszej i wstępne przetwarzanie warstwy drugiej (zabezpieczenie danych) protokołu kanału D. Moduł wytwarza także zasilanie terminali końcowych sieci (+40V).

<sup>1</sup> IOM- ISDN Oriented Modular (firmowy interfejs między specjalizowanymi chipami ISDN).

2. moduł przyłącza centrali (ET) – wyposażony jest w logikę warstw wyższych, zapewnia komutację, i zarządzanie. Jego podstawowym zadaniem jest przekształcenie przychodzącego ze styku S 64kbit/s strumienia informacji kanału B w grupę pierwotną traktu PCM30/32 (umieszczenie kanału w odpowiedniej szczelinie czasowej traktu). Każdemu z portów 0÷4 (odpowiednie styki  $S_0$  na płycie adaptera) przyporządkowano własną szczelinę czasową w jednym z dwóch traktów PCM oznaczonych jako HW0 lub HW1. Kierunki przepływu sygnałów nadawanych i odbieranych na obu traktach PCM zostały połączone w celu realizacji komutacji czasowej. Pozwala to na realizację połączeń między poszczególnymi portami jak i w ich obrębie (komunikacja między terminalami na tym samym styku).



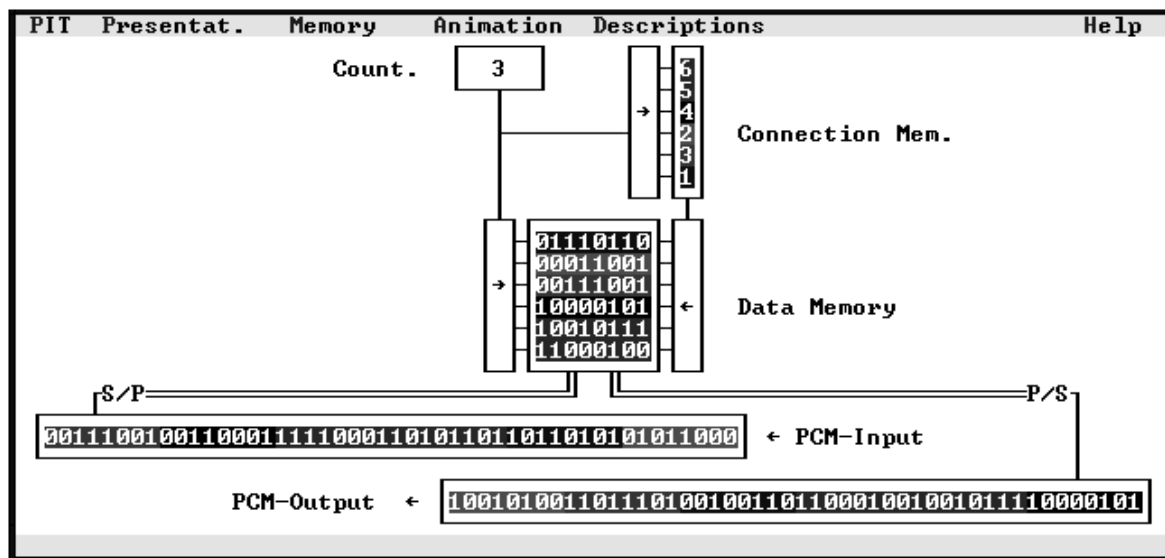
Rys. 2. Schemat blokowy karty testera sieci ISDN

Komunikacja między poszczególnymi układami scalonymi znajdującymi się na karcie odbywa się za pośrednictwem magistrali IOM. Połączeń między portami adaptera dokonuje matryca komutacyjna zbudowana z komutatora czasowo-przestrzennego TDM o pojemności dwóch traktów PCM 30/32. Każdemu ze styków S identyfikowanych na płycie adaptera jako Port 0 do 3 przydzielono odrębne szczeliny czasowe, przy czym każdy z kanałów B (dla obu kierunków transmisji) komutowany jest normalnie – połączeniowo. Natomiast kanał D komutowany jest jako pakiet. Obserwację sposobu pracy matrycy komutacyjnej umożliwia opcja **Space** z menu **Animation** programu PIT\_TR (rys.3.).

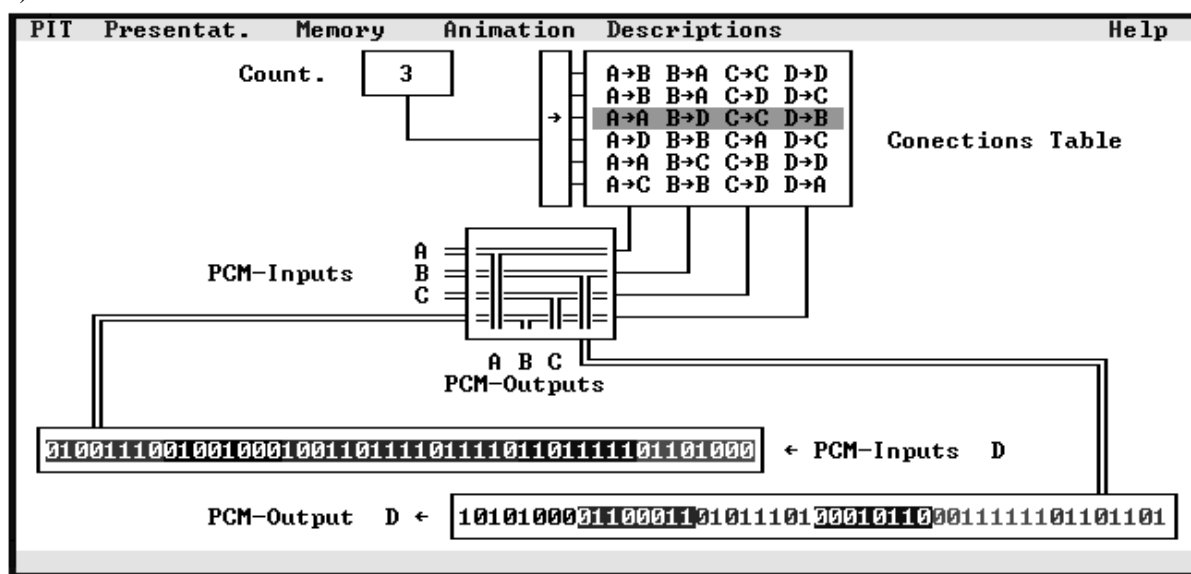
Konfigurację przyłączy pokazano na rys.4. Tester oferuje 5 podstawowych przyłączy na styku  $S_0$ . Z czego cztery służą do komunikacji wewnętrznej (porty 1-4), zaś port 0 przyporządkowano

dostępowi do miejskiej sieci ISDN. Port 0 ma przekrój T (zapewnia tylko dostęp point to point, nie ma mechanizmu realizującego wielodostęp jaki występuje na styku S).

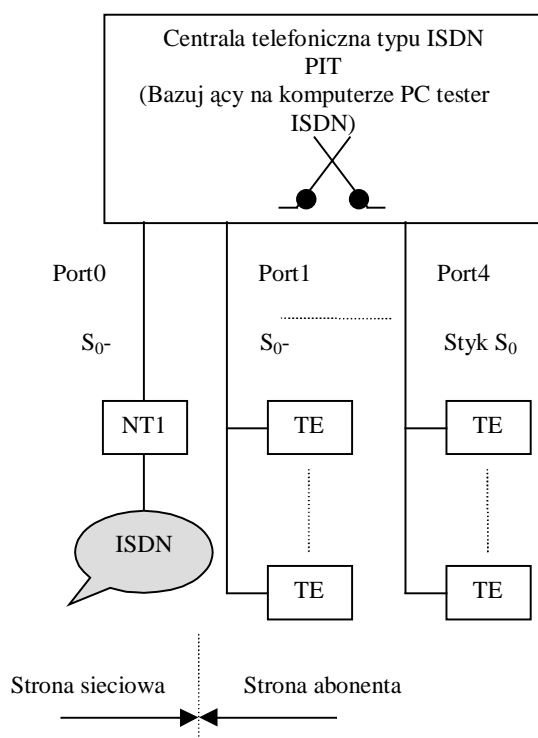
a)



b)

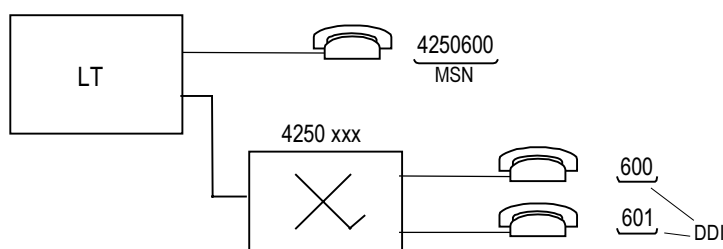


Rys. 3. Symulacja pracy matrycy komutacyjnej a) komutowanie kanału B, b) komutowania kanału D.

**Płyta adaptera testera sieci****Rys. 4. Budowa płyty adaptera testera sieci ISDN (adapterbox).**

Odpowiednia konstrukcja karty, znajdującej się wewnątrz komputera PC, płyty adaptera i oprogramowania, umożliwiają zapoznanie się z charakterystyką warstwy pierwszej (fizycznej) oraz drugiej i trzeciej siedmiowarstwowego modelu OSI dla sieci ISDN.

Każde z przyłączy jest identyfikowane na płycie adaptera jako porty P0 do P4. Do każdego z portów P1÷P4 jest przypisany numer MSN: odpowiednio 21x do 23x. Wartość  $x$  jest numerem rozszerzeniem numeru MSN, w przypadku korzystania z centralek abonenckich, czyli tzw. numerem DDI. Numer ten jest programowany w telefonie, należy go wpisać w pozycję MSN telefonu.

**Rys. 5 . Rozróżnianie numeru MSN od rozszerzenia adresowego DDI**

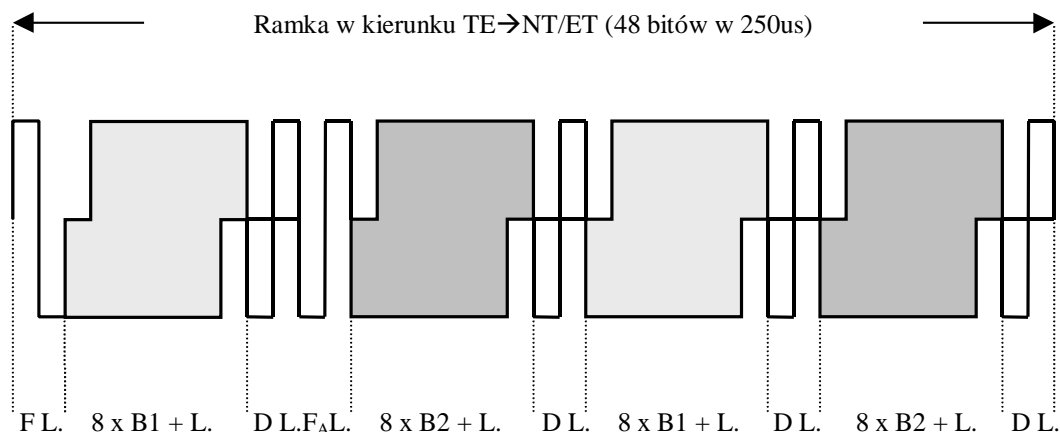
Do komunikacji wewnętrznej między terminalami przewidziano numer postaci ( $vwx$ ), gdzie:

1.  $v=2$ , natomiast dla komunikacji zewnętrznej przewidziano  $v=0$ . Jest ona czynna tylko wtedy, gdy urządzenie jest przyłączone do publicznej sieci telefonicznej.
2.  $w=1,2,3,4$  - cyfra odpowiada numerowi portu.
3.  $x=0..9$  - cyfra odpowiada wyborowi ostatniej cyfry numeru abonenta (DDI) odpowiedniego portu. Gdy  $x=0$ , to będą przywołane wszystkie aparaty podłączone do danego portu (połączenie globalne).

Przykładowo: aby uzyskać połączenie wewnętrzne z aparatem o DDI=7 podłączonym do portu 4 należy wybrać numer 247.

**WARSTWA PIERWSZA – fizyczna sieci ISDN****Charakterystyki elektryczne.**

Kodem transmisyjnym na styku S sieci ISDN jest zmodyfikowany kod AMI o szybkości bitowej 192kbit/s. Przesyłana informacja posiada strukturę ramki 2B+D pokazano ją na Rys.6. Kanał D jest kanałem sygnalizacyjnym natomiast dwa pozostałe służą do transmisji mowy, obrazu lub danych.



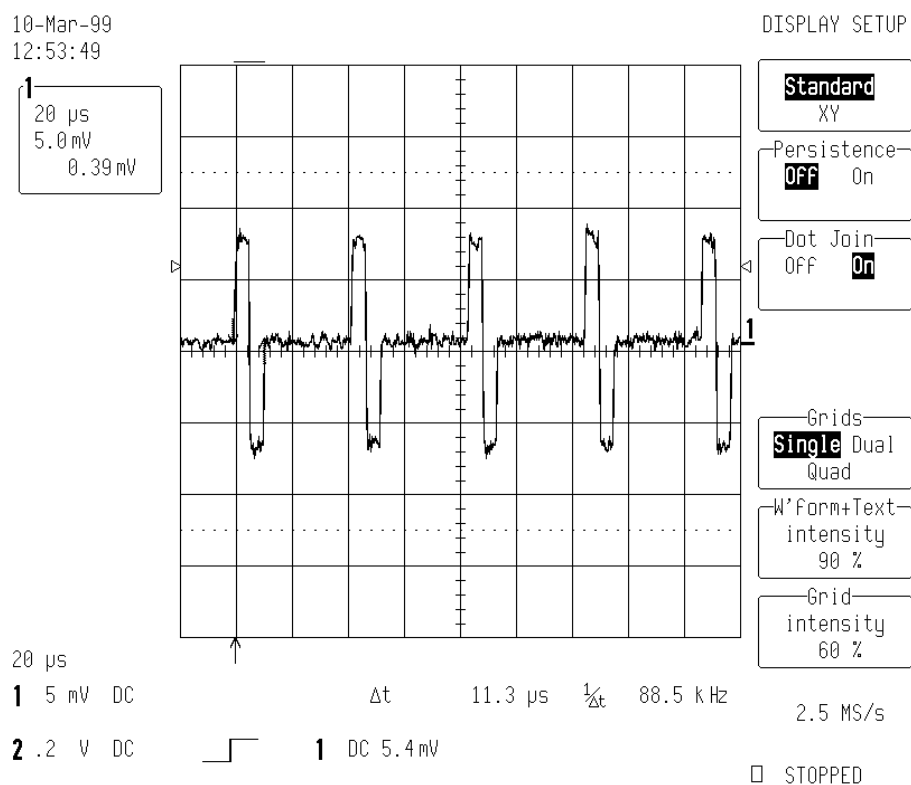
**Rys. 6. Kod transmisyjny na styku S - zmodyfikowany kod AMI.**

W celu ograniczenia poboru mocy styk S nie jest ciągle aktywny. Przy braku transmisji łącze przechodzi w stan jałowy – wszystkie nadajniki przechodzą w stan wysokiej impedancji. Rozpoczęcie pracy styku poprzedza faza inicjacji i synchronizacji TE do NT.

Do nawiązania połączenia na styku S i T wykorzystuje się pięć zdefiniowanych w tym celu sygnałów. Sygnały te określają pięć stanów pracy łącza i zostały oznaczone symbolami INFO0 – INFO4. Ich zadaniem jest powiadomić urządzenie na drugim końcu styku o wykryciu zgłoszenia (abonenta lub centrali) i umożliwić uzyskanie synchronizacji współpracujących układów (TE z NT2, TE z NT1 lub NT2 z NT1). Znaczenie poszczególnych symboli jest następujące:

INFO0 – odpowiada brakowi nadawania w linii jakiegokolwiek sygnału, wszystkie nadajniki przechodzą w stan wysokiej impedancji. Powoduje to utratę synchronizacji, ale skutecznie obniża pobór mocy;

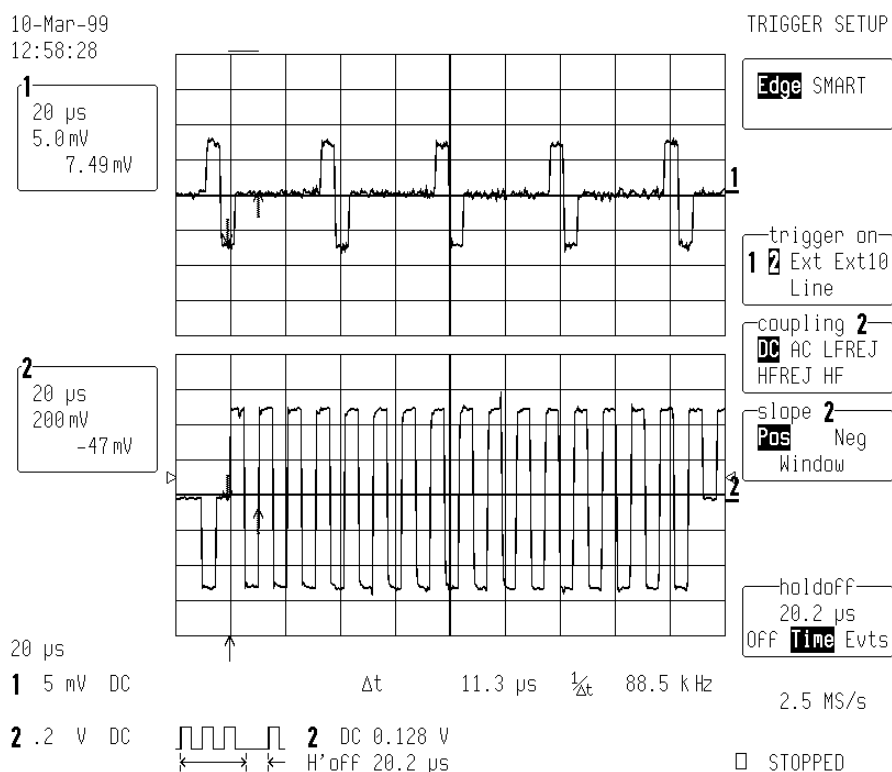
INFO1 – zgłoszenie konieczności nawiązania połączenia wysyłane przez TE, jest to cyklicznie nadawana sekwencja dwóch zer i sześciu jedynek.



**Rys. 7. Sygnał INFO1 wysyłany z TE do NT w celu nawiązania połączenia (oscylogram zarejestrowano na pierwszym porcie testera).**

INFO2 – pełna ramka używana do transmisji, różniącą się jedynie zerową wartością bitu A (nieaktywność NT). Sygnał INFO2 nie jest w żaden sposób zsynchronizowany z INFO1, a jego faza początkowa zostaje określona przez przebiegi na styku U (w naszym przypadku wewnątrz karty).





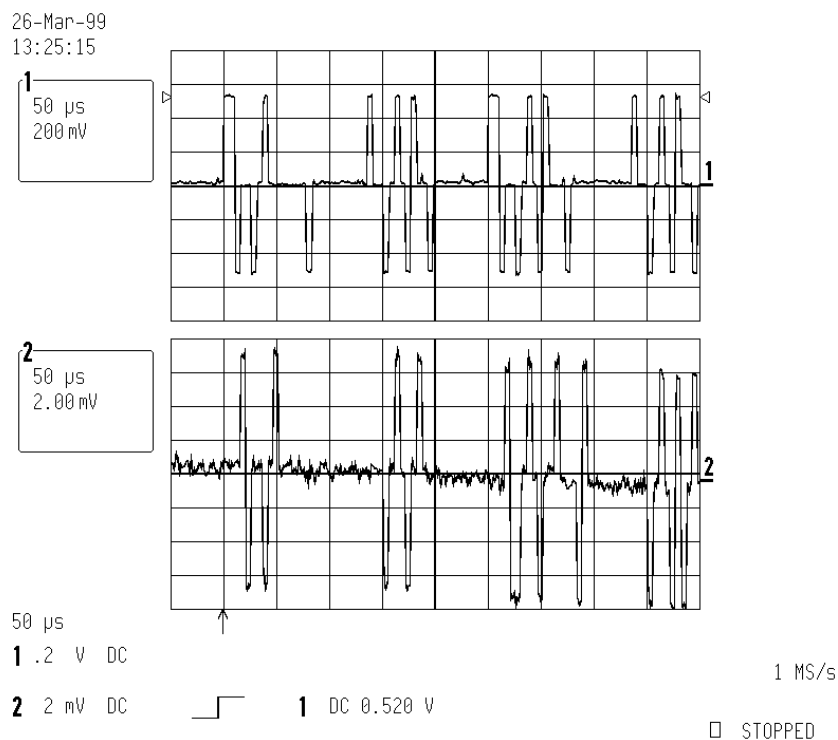
Rys. 8. Sygnał INFO2 wysyłany z NT do TE po odebraniu żądania nawiązania synchronizacji:

- 1) sygnał żądania INFO1;
- 2) sygnał INFO2 (oscylogramy zarejestrowano na pierwszym porcie testera).

INFO3 – sygnał wysyłany przez TE po uzyskaniu pełnej synchronizacji z sygnałem INFO2 (w tym również rozpoznaniu fazy czoła ramki); jest to pełna ramka podstawowa zawierająca wszystkie dane.

INFO4 – sygnał nadawany przez zakończenie sieciowe NT, jego struktura i faza jest zgodna z INFO2, ale bit A ustawiony jest na 1 co oznacza pełne uaktywnienie NT.

W przypadku gdy nawiązanie połączenia zostanie zgłoszone przez centrale abonencką ISDN (karta testera – emulatora), w pierwszej kolejności nastąpi wysłanie sygnału odzyskania synchronizacji INFO2. Kolejne fazy synchronizacji transmisji na przekroju S są identyczne z omówionymi powyżej.

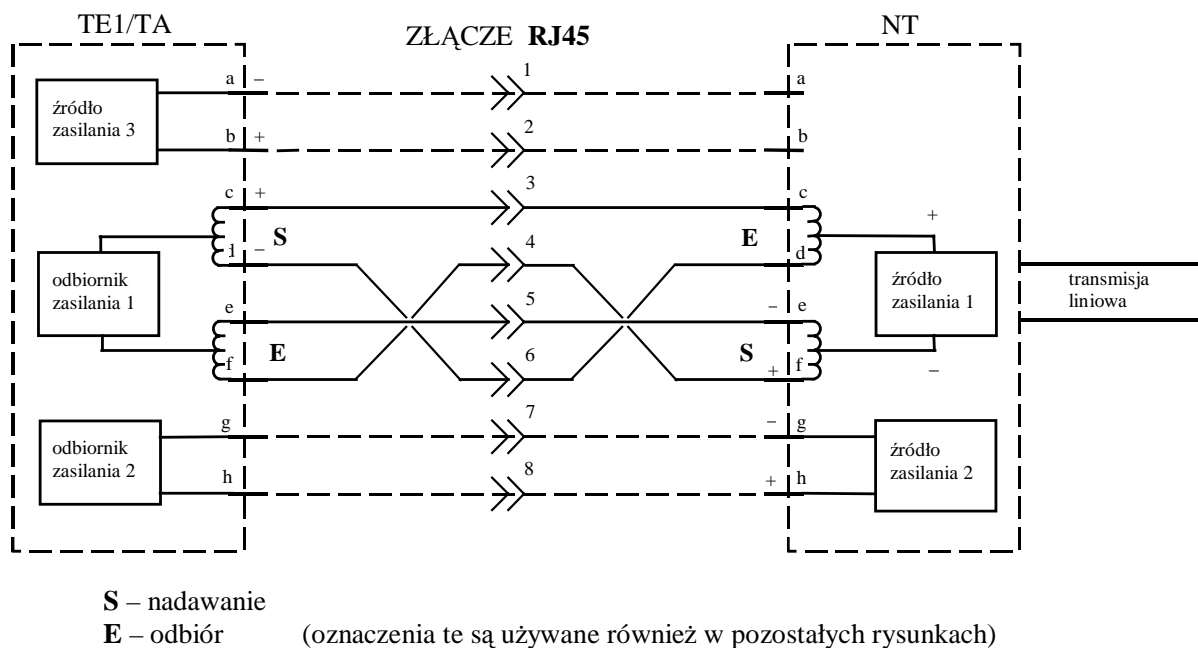


**Rys. 9. Pełna ramka na styku S 1) TE → NT ; 2) NT → TE.**

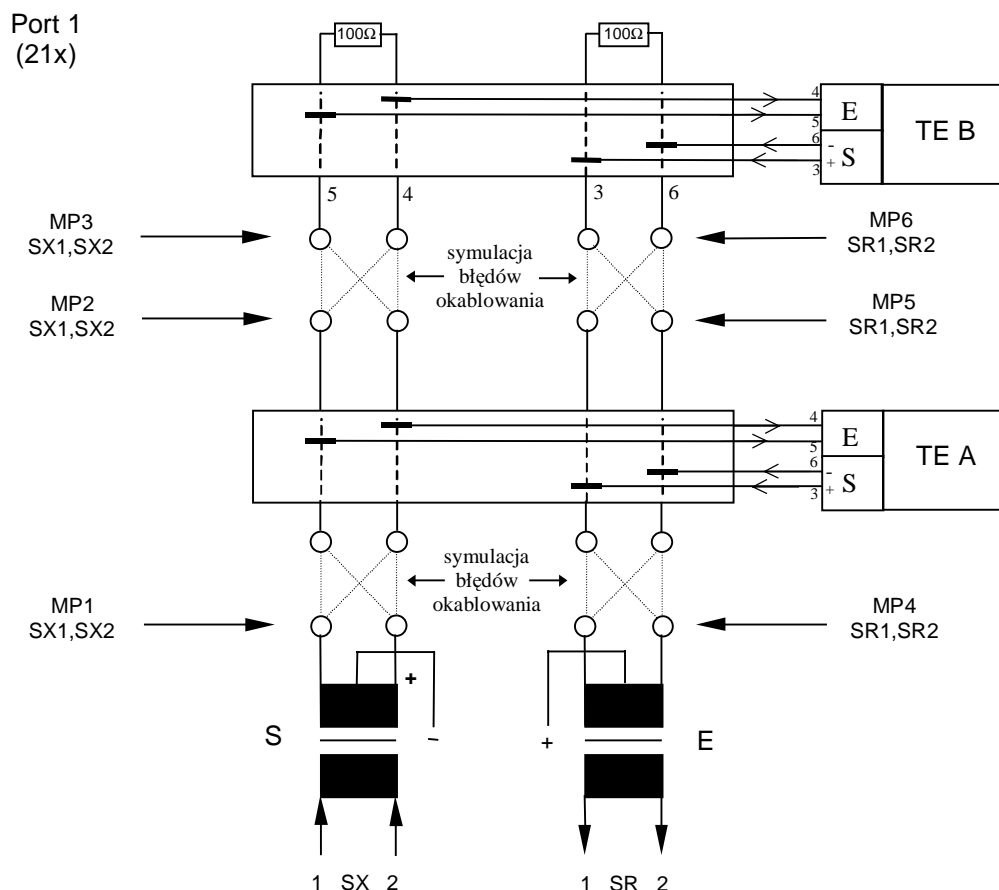
Na styku S testera sieci ISDN, na liniach każdego kierunku transmisji znajdują się gniazda BNC do podłączenia oscyloskopu elektronicznego. Dzięki wbudowanemu przełącznikowi możliwa jest obserwacja przebiegu napięcia w kilku punktach między dołączonymi urządzeniami TE.

## Okablowanie styku S.

Podstawową cechą systemu PIT jest możliwość symulacji błędów w okablowaniu łącza. Są one symulowane przez odpowiednie ustawienie przełączników umieszczonych na płycie adaptera. Można obserwować przebiegi sygnałów w wybranych punktach pomiarowych styku S, i na tej podstawie określać wpływ nieprawidłowego połączenia na pracę sieci. Wykorzystując zwykły omomierz i oscyloskop można również dokonywać diagnostyki stanu sieci i lokalizować usterki. Możliwości wprowadzenia różnego typu błędów pokazano na Rys.11.



**Rys. 10. Gniazdo RJ45. Numeracja, opis sygnałów i polaryzacji zasilania.**

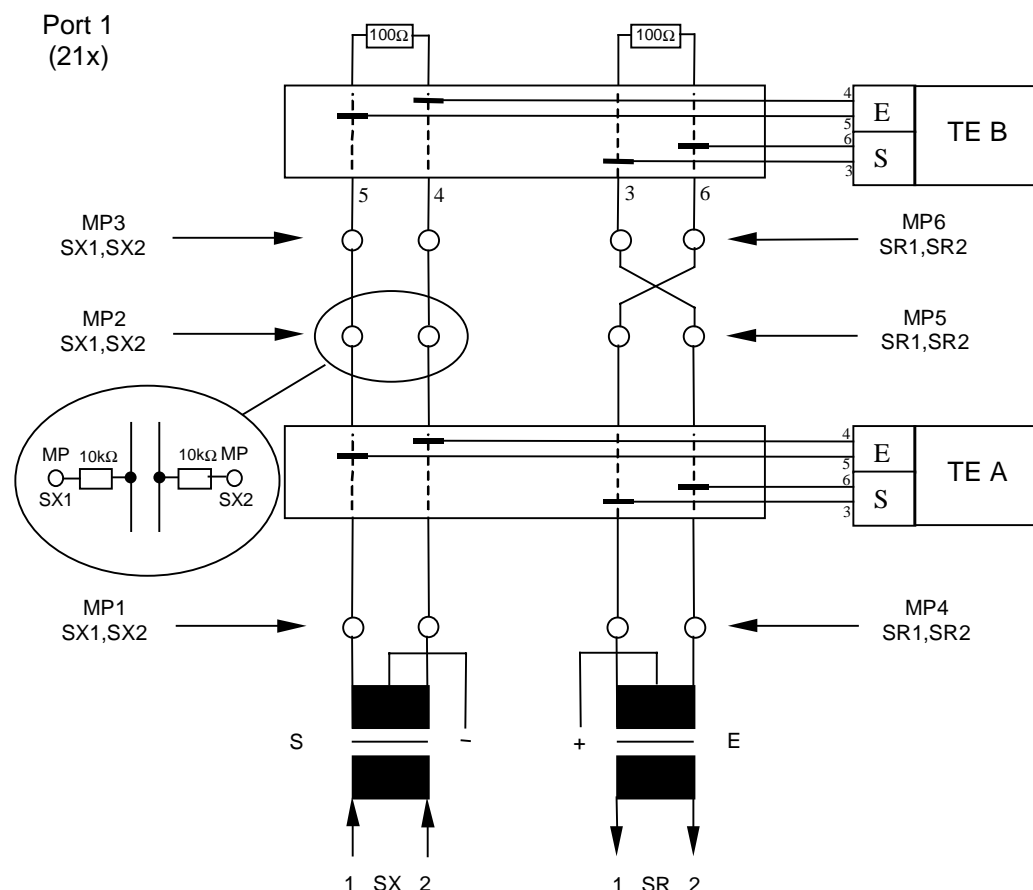
Rys. 11. Symulacja błędów okablowania styku  $S_0$  sieci ISDN.

Wymuszenie błędów odbywa się przy pomocy zainstalowanych na płycie adaptera przełączników. Zestawienie możliwych kombinacji błędów okablowania zawiera tabela 1.

Tabela 1. Zestawienie błędów okablowania między stykami  $S_0$ 

Pozycja ON włącznika	Sygnał zgłoszenia:		Zachowanie sieci
	Terminal TE A	Terminal TE B	
S1	Nie	Nie	Nic nie działa; przerwa między MP1/MP2 i MP4/MP5 <sup>2</sup>
S2	Tak	Tak	Pełne działanie; zmiana przewodów między MP1/MP2
S3	Tak	Tak	Pełne działanie; zamiana przewodów między MP4/MP5
S4	Tak	Nie	Ograniczone działanie; przerwa w obwodzie między MP2/MP3
S5	Tak	Nie	Ograniczone działanie; przerwa w obwodzie między MP5/MP6
S6	tak	Tak	Pełne działanie; zamiana przewodów między MP2/MP3
S7	Nie	Nie	Nic nie działa; zamiana przewodów między MP5/MP6
S2+S3+S6	Tak	Tak	Pełne działanie; zamiana przewodów między MP1/Mp2, MP4/MP5, MP2/MP3

<sup>2</sup> MPx – Measure Point – punkty pomiarowe na płycie adaptera, patrz rys.11 i Rys.12



Rys. 12. Punkty pomiarowe do lokalizacji uszkodzeń w okablowaniu styku S (port 21x systemu testera sieci ISDN).

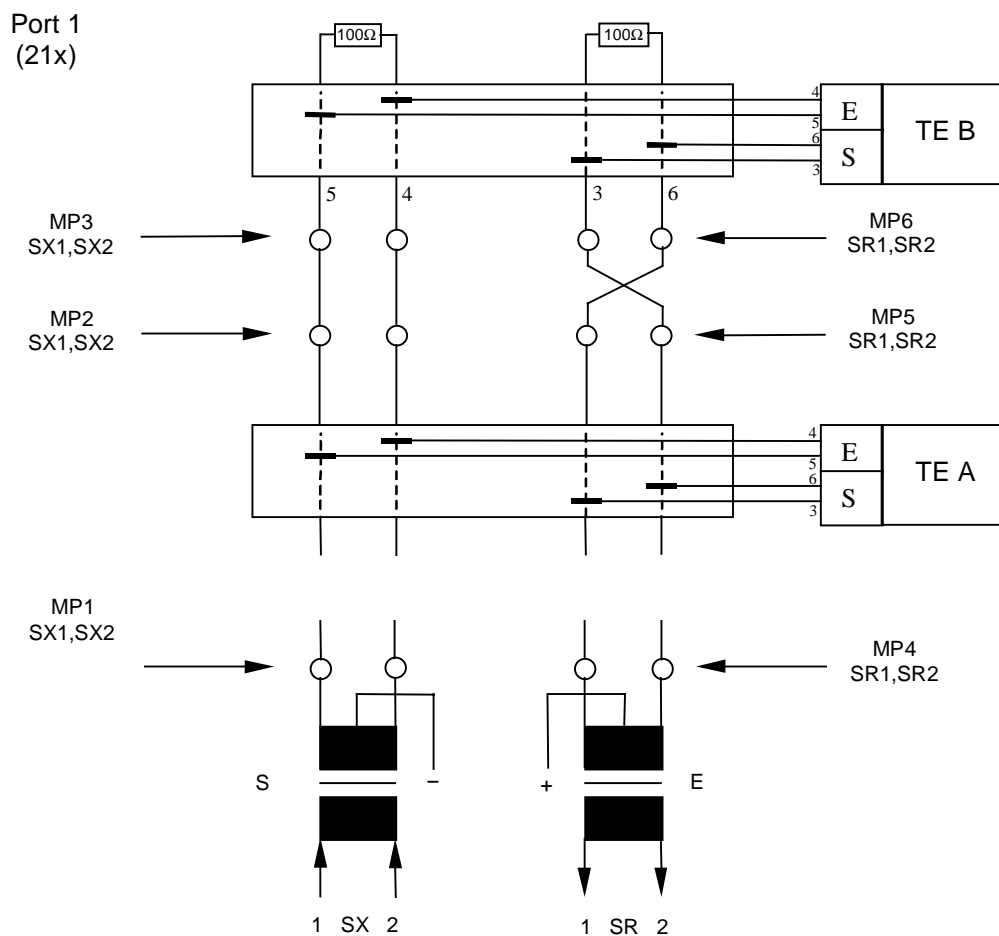
#### Wskazówki do realizacji pomiarów:

W celu ochrony obwodów testera - emulatora i przyrządów pomiarowych szeregowo z każdym punktem pomiarowym MP1-MP6 został włączony rezystor  $10\text{k}\Omega \pm 1\%$ . Z tego względu pomiary należy przeprowadzać dokładnie. W tej sytuacji każdy pomiar rezystancji jest powiększony o  $20\text{k}\Omega$ . W celu eliminacji wpływu transformatorów liniowych zaleca się odłączenie wtyczki łączącej przystawkę adaptacyjną z komputerem. Z tych samych względów należy odłączyć aparaty końcowe podłączone do styku  $S_0$ .

Pomimo, zastosowania precyzyjnych rezystorów ograniczających ( $\pm 1\%$ ), wykazują one w punktach pomiarowych małe odchylenia, zaleca się wcześniejsze ustalenie rezystancji w punktach pomiarowych MP1/MP2, MP2/MP3, MP4/MP5, MP5/MP6 przy prawidłowo połączonych obwodach (wyłączniki S1-S7 w pozycji **OFF**).

Schematy prezentujące błędy okablowania styku  $S_0$ .

Włacznik S1 w położeniu „ON”.



Rys. 13. Włacznik S1 w położeniu „ON”.

## Punkt pomiarowy

MP 1 (1SX) – MP 2 (1SX)  
 MP 1 (2SX) – MP 2 (2SX)  
 MP 4 (1SR) – MP 5 (1SR)  
 MP 4 (2SR) – MP 5 (2SX)  
 MP 2 (1SX) – MP 3 (1SX)  
 MP 2 (2SX) – MP 3 (2SX)  
 MP 2 (1SX) – MP 3 (2SX)  
 MP 2 (2SX) – MP 3 (1SX)  
 MP 5 (1SR) – MP 6 (1SR)  
 MP 5 (2SR) – MP 6 (2SR)  
 MP 5 (1SR) – MP 6 (2SR)  
 MP 5 (2SR) – MP 6 (1SR)

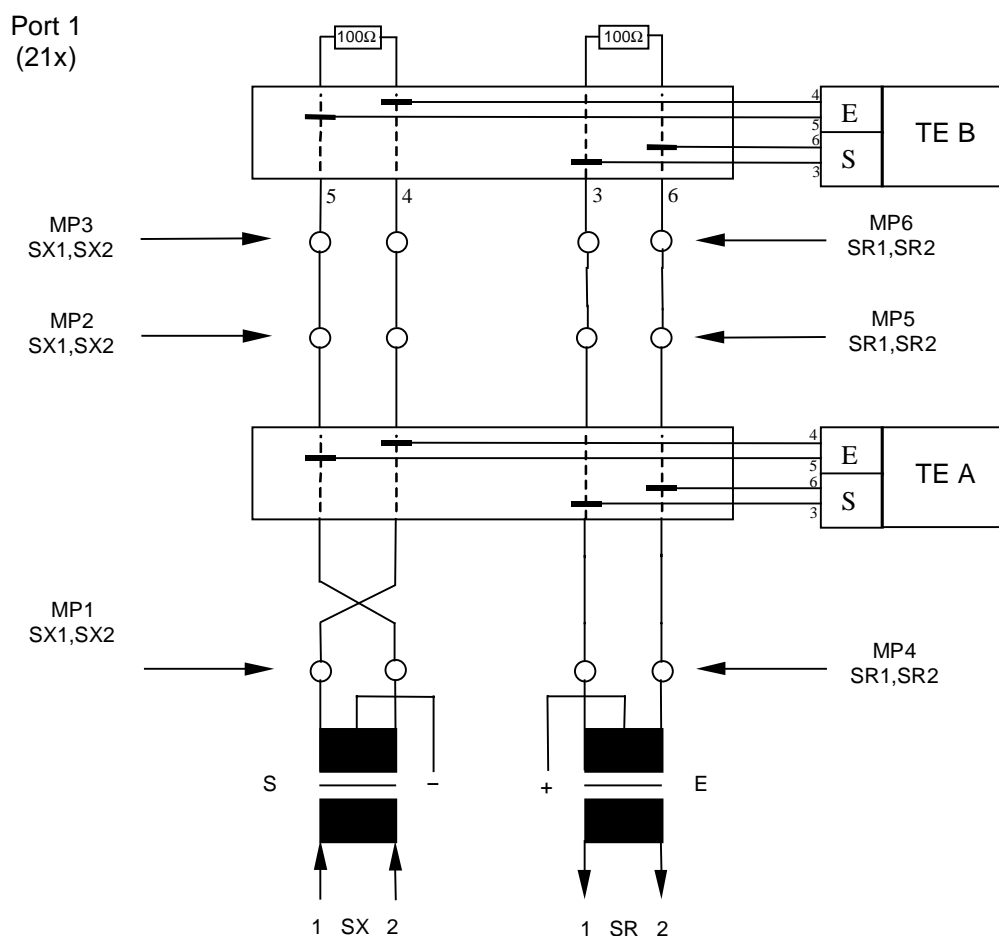
## Wielkość rezystancji

$\infty$   
 $\infty$   
 $\infty$   
 $\infty$   
 0  
 0  
 $100 \pm 1\%$   
 $100 \pm 1\%$   
 0  
 0  
 $100 \pm 1\%$   
 $100 \pm 1\%$

## Uwaga:

wartości rezystancji są podane po odjęciu  $20k\Omega$ .

Włącznik S2 w położeniu „ON”.



Rys. 14. Włącznik S2 w położeniu „ON”.

#### Punkt pomiarowy

MP 1 (1SX) – MP 2 (1SX)  
 MP 1 (2SX) – MP 2 (2SX)  
 MP 1 (1SX) – MP 2 (2SX)  
 MP 1 (2SX) – MP 2 (1SX)  
 MP 4 (1SR) – MP 5 (1SR)  
 MP 4 (2SR) – MP 5 (2SR)  
 MP 2 (1SX) – MP 3 (1SX)  
 MP 2 (2SX) – MP 3 (2SX)  
 MP 2 (1SX) – MP 3 (2SX)  
 MP 2 (2SX) – MP 3 (1SX)  
 MP 5 (1SR) – MP 6 (1SR)  
 MP 5 (2SR) – MP 6 (2SR)  
 MP 5 (1SR) – MP 6 (2SR)  
 MP 5 (2SR) – MP 6 (1SR)

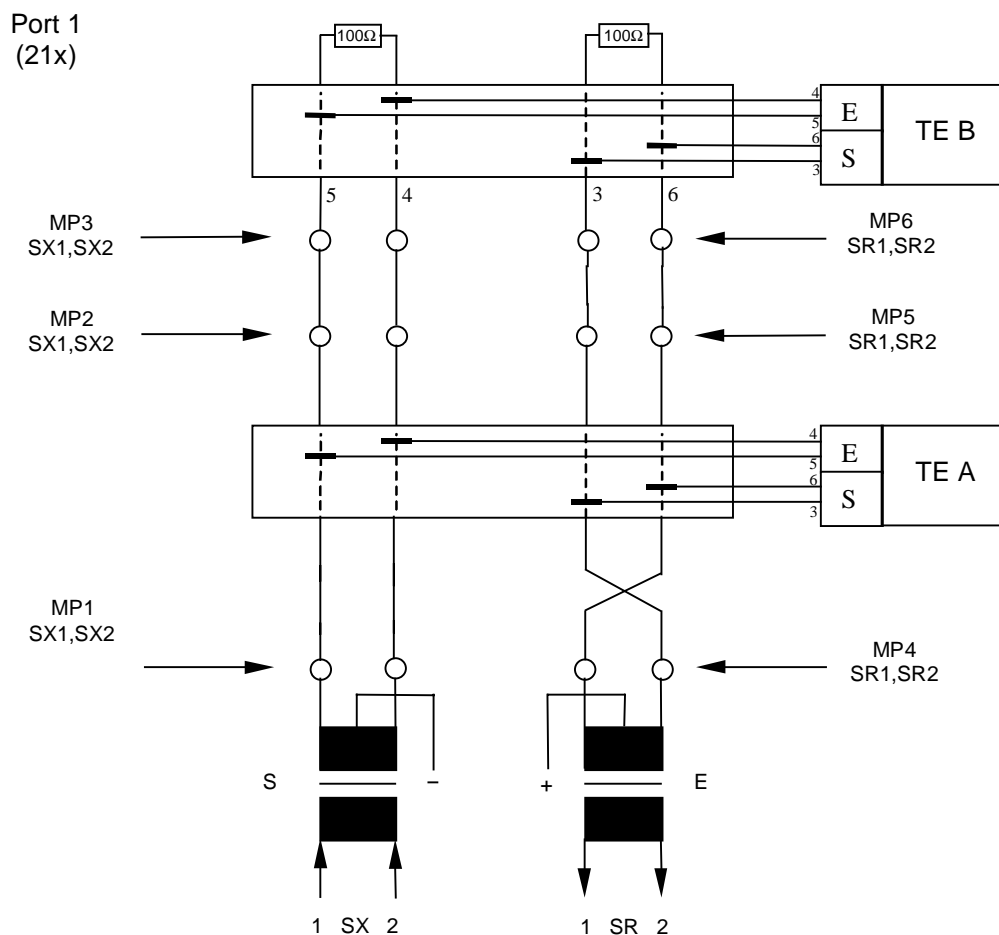
#### Wartość rezystancji

$100 \pm 1\%$   
 $100 \pm 1\%$   
 0  
 0  
 0  
 0  
 0  
 0  
 $100 \pm 1\%$   
 $100 \pm 1\%$   
 0  
 0  
 $100 \pm 1\%$   
 $100 \pm 1\%$

#### Uwaga:

wartości rezystancji są podane po odjęciu  $20k\Omega$ .

Włacznik S3 w położeniu „ON”.



Rys. 15. Włacznik S3 w położeniu „ON”.

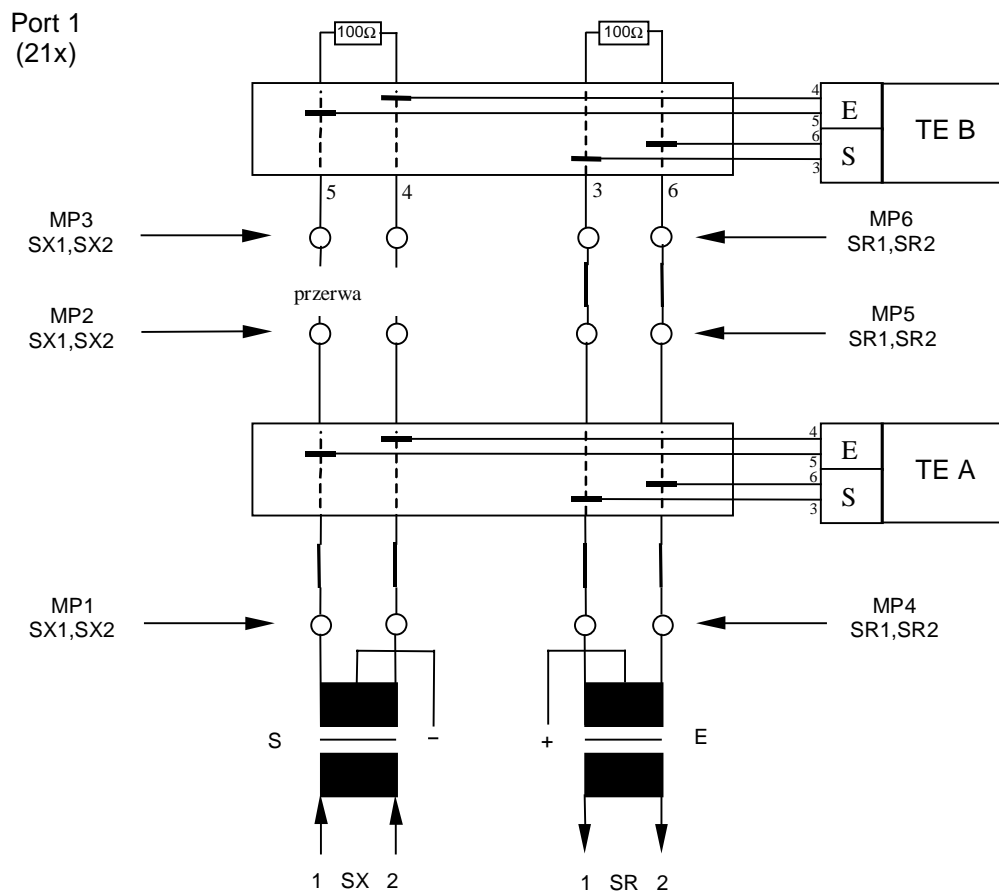
Punkt pomiarowy	Wartość rezystancji
MP 1 (1SX) – MP 2 (1SX)	0
MP 1 (2SX) – MP 2 (2SX)	0
MP 1 (1SX) – MP 2 (2SX)	$100 \pm 1\%$
MP 1 (2SX) – MP 2 (1SX)	$100 \pm 1\%$
MP 4 (1SR) – MP 5 (1SR)	$100 \pm 1\%$
MP 4 (2SR) – MP 5 (2SR)	$100 \pm 1\%$
MP 4 (1SR) – MP 5 (2SR)	0
MP 4 (2SR) – MP 5 (1SR)	0

**Uwaga:**

wartości rezystancji są podane po odjęciu  $20k\Omega$ .



Włącznik S4 w położeniu „ON”.



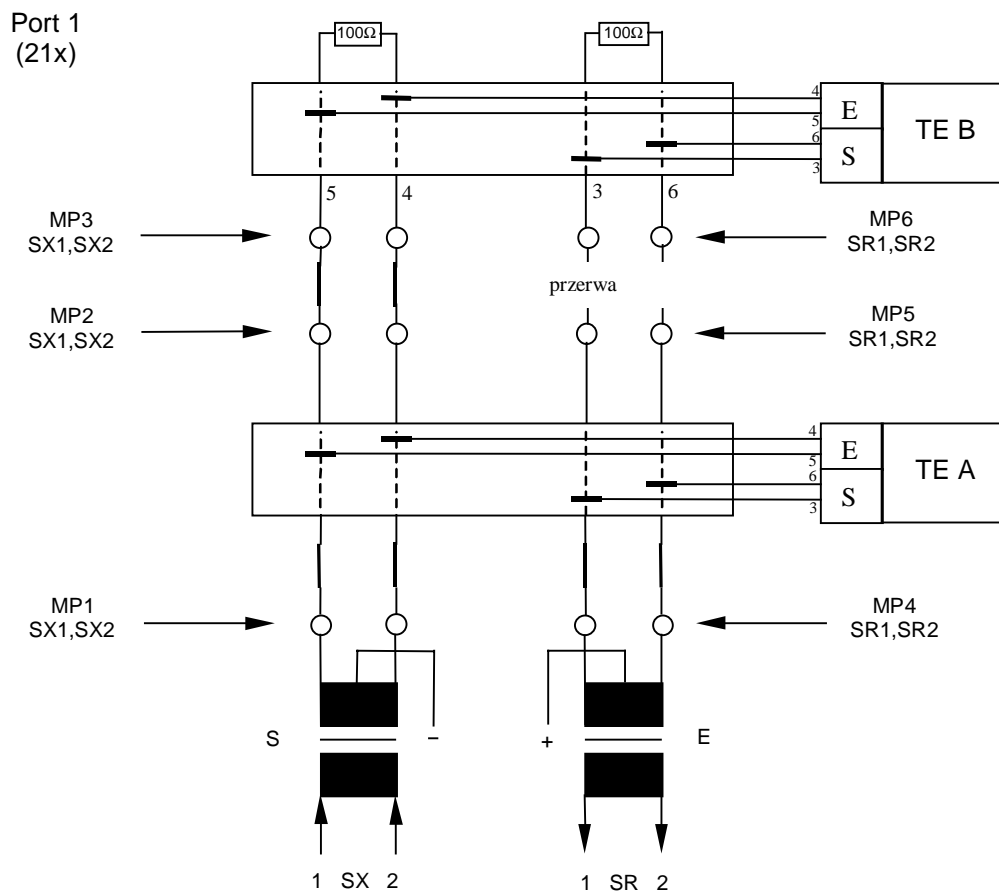
Rys. 16. Włącznik S4 w położeniu „ON”.

Punkt pomiarowy	Wartość rezystancji
MP 1 (1SX) – MP 2 (1SX)	0
MP 1 (2SX) – MP 2 (2SX)	0
MP 2 (1SX) – MP 3 (2SX)	$\infty$
MP 2 (2SX) – MP 3 (1SX)	$\infty$
MP 2 (1SX) – MP 3 (1SX)	$\infty$
MP 2 (2SX) – MP 3 (2SX)	$\infty$
MP 4 (1SR) – MP 6 (1SR)	0
MP 4 (2SR) – MP 6 (2SR)	0
MP 4 (1SR) – MP 6 (2SR)	$100 \pm 1\%$
MP 4 (2SR) – MP 6 (2SR)	$100 \pm 1\%$

**Uwaga:**

*wartości rezystancji są podane po odjęciu  $20k\Omega$*

Włacznik S5 w położeniu „ON”.



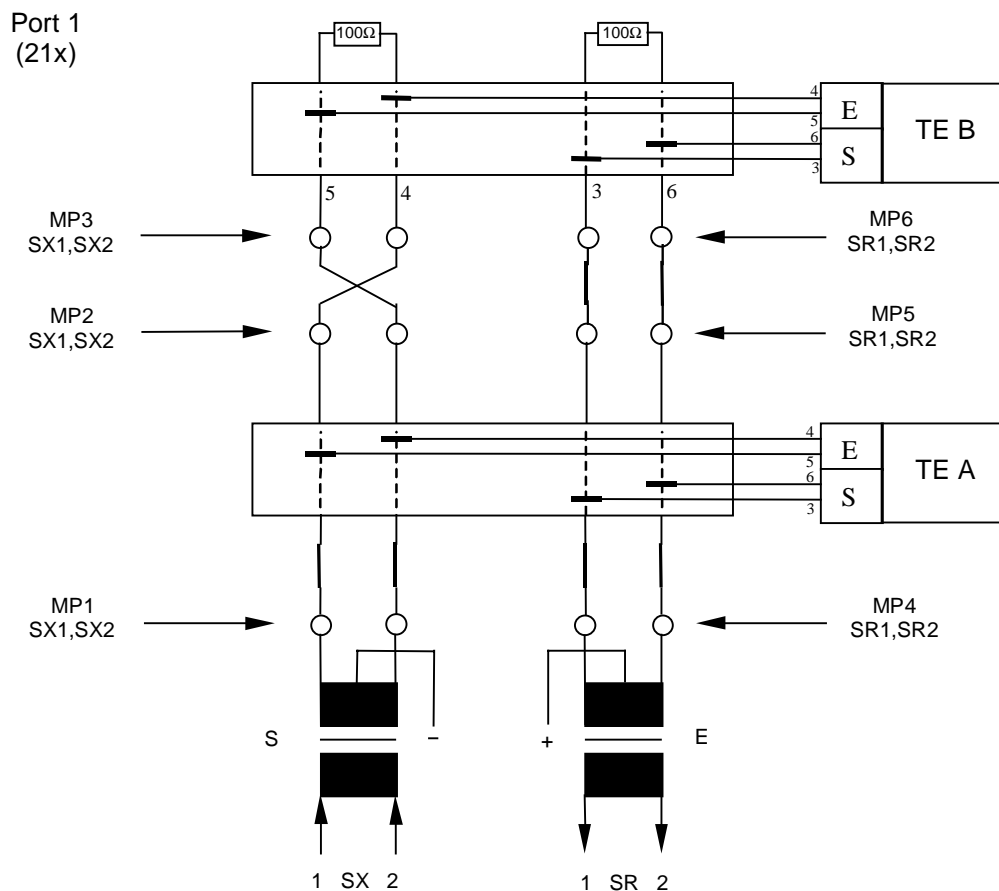
Rys. 17. Włacznik S5 w położeniu „ON”.

Punkt pomiarowy	Wartość rezystancji
MP 1 (1SX) – MP 3 (1SX)	0
MP 1 (2SX) – MP 3 (2SX)	0
MP 1 (1SX) – MP 3 (2SX)	$100 \pm 1\%$
MP 1 (2SX) – MP 3 (1SX)	$100 \pm 1\%$
MP 4 (1SR) – MP 6 (1SR)	$\infty$
MP 4 (2SR) – MP 6 (2SR)	$\infty$
MP 4 (1SR) – MP 6 (2SR)	$\infty$
MP 4 (2SR) – MP 6 (1SR)	$\infty$
MP 4 (1SR) – MP 5 (1SR)	0
MP 4 (2SR) – MP 5 (2SR)	0
MP 5 (1SR) – MP 6 (1SR)	$\infty$
MP 5 (2SR) – MP 6 (2SR)	$\infty$

**Uwaga:**

wartości rezystancji są podane po odjęciu  $20k\Omega$ .

Włacznik S6 w położeniu „ON”.



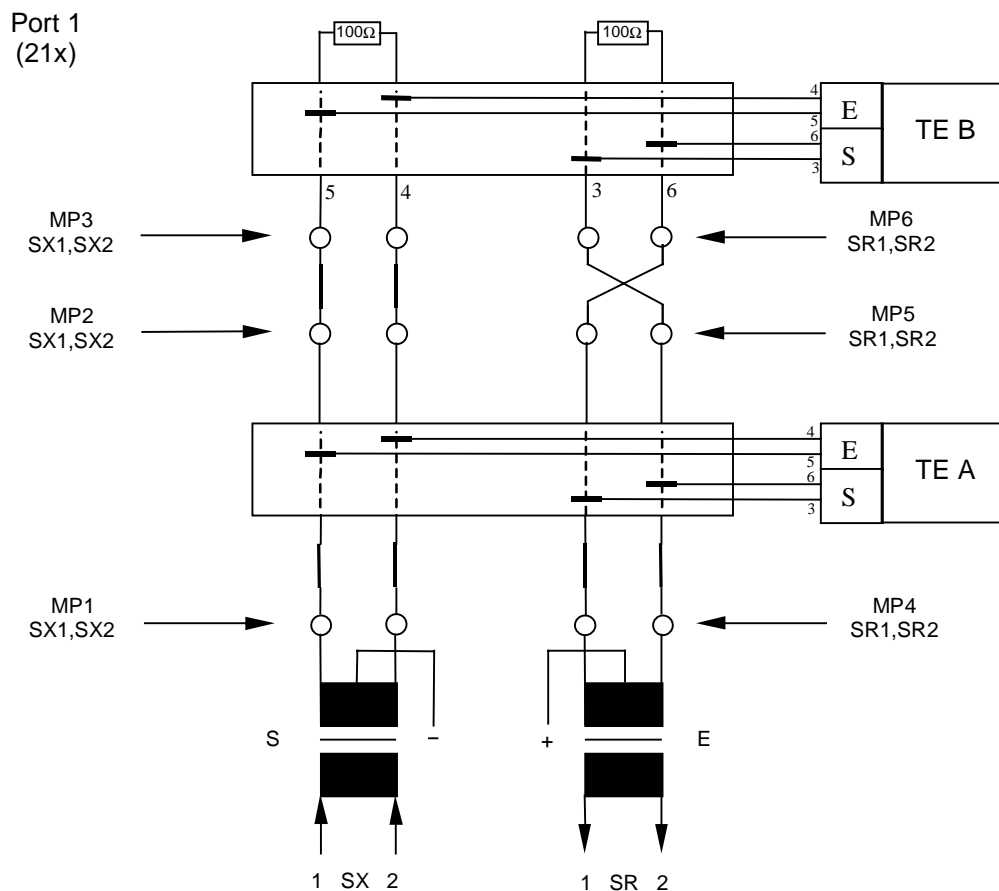
Rys. 18. Włacznik S6 w położeniu „ON”.

Punkt pomiarowy	Wartość rezystancji
MP 1 (1SX) – MP 3 (1SX)	$100 \pm 1\%$
MP 1 (2SX) – MP 3 (2SX)	$100 \pm 1\%$
MP 1 (1SX) – MP 3 (2SX)	0
MP 1 (2SX) – MP 3 (1SX)	0
MP 4 (1SR) – MP 6 (1SR)	0
MP 4 (2SR) – MP 6 (2SR)	0
MP 4 (1SR) – MP 6 (2SR)	$100 \pm 1\%$
MP 4 (2SR) – MP 6 (1SR)	$100 \pm 1\%$
MP 2 (1SX) – MP 3 (1SX)	$100 \pm 1\%$
MP 2 (2SX) – MP 3 (2SX)	$100 \pm 1\%$
MP 2 (1SX) – MP 3 (1SX)	0
MP 2 (2SX) – MP 3 (2SR)	0

**Uwaga:**

wartości rezystancji są podane po odjęciu  $20k\Omega$ .

Włącznik S7 w położeniu „ON”.



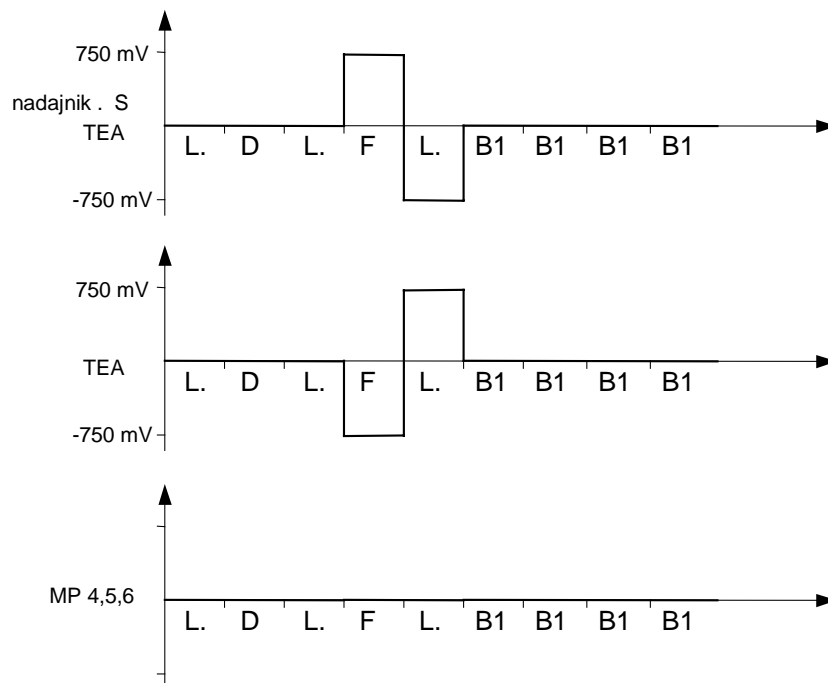
Rys. 19. Włącznik S7 w położeniu „ON”.

Punkt pomiarowy	Wartość rezystancji
MP 4 (1SR) – MP 6 (1SR)	$100 \pm 1\%$
MP 4 (2SR) – MP 6 (2SR)	$100 \pm 1\%$
MP 4 (1SR) – MP 6 (2SR)	0
MP 4 (2SR) – MP 6 (1SR)	0
MP 4 (1SR) – MP 5 (1SR)	0
MP 4 (2SR) – MP 5 (2SR)	0
MP 4 (1SR) – MP 5 (2SR)	$100 \pm 1\%$
MP 4 (2SR) – MP 5 (1SR)	$100 \pm 1\%$
MP 5 (1SR) – MP 6 (1SR)	$100 \pm 1\%$
MP 5 (2SR) – MP 6 (2SR)	$100 \pm 1\%$
MP 5 (1SR) – MP 6 (2SR)	0
MP 5 (2SR) – MP 6 (1SR)	0

**Uwaga:**

wartości rezystancji są podane po odjęciu  $20k\Omega$ .

Gdy zamiana żył występuje między dwoma nadającymi informację aparatami końcowymi TE A i TE B wówczas niemożliwe jest funkcjonowanie przyłącza S0. Ponieważ oba wysyłające informację aparaty chcą jednocześnie uzyskać dostęp do przyłącza S0, to sygnały o przeciwnych polaryzacjach nakładają się na siebie, dając zero. Łącze pracuje poprawnie, gdy dołączony jest do niego tylko jeden terminal TE A lub TE B, problemy pojawiają się rywalizacji dostępu do łącza.



Rys. 20. Zasada kompensacji sygnałów na styku S0 w przypadku zamiany żył między aparatami TE A i TE B.