

Pomiary parametrów centrali i linii telekomunikacyjnej

Cel ćwiczenia:

Zapoznanie się z parametrami i sygnałami sieci telekomunikacyjnej telefonii analogowej.

Wiadomości wstępne:

- 1) Zapoznaj się z rodzajami usług dostępnych w telefonii analogowej.
- 2) Zapoznaj się z instrukcją obsługi oscyloskopu.
- 3) Zapoznaj się z dokumentacją centrali telefonicznej.

Parametry linii telefonicznej

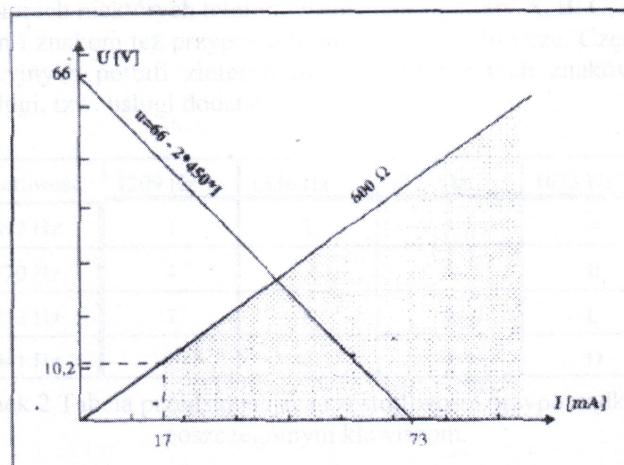
Napięcia charakterystyczne dla linii telekomunikacyjnej są następujące:

- napięcie pracy układu wywołania (dzwonienia) o częstotliwości 25Hz lub 50Hz mieści się w przedziale od 40 V do 90 V;
- zakres nieczułości układu wywołania (dzwonienia) mieści się w przedziale od 0V do 16V;
- do telefonu abonenta dopływa prąd stały o napięciu zwykle 50V.

Sygnał dźwiękowy - rozmowy telefonicznej jest sygnałem prądowym. Zmiana natężenia prądu przepływającego przez słuchawkę mikrotelefonu wytwarza słyszalny sygnał akustyczny. Zmiana natężenia prądu wywołana jest zmianą rezystancji mikrofonu w wyniku drgań membrany w takt nadawanego dźwięku. Częstotliwości zmian prądu może zawierać się od 300Hz do 3400Hz (jest to tzw. pasmo telekomunikacyjne).

Należy zwrócić uwagę, że tą samą linią, oprócz sygnałów dźwiękowych, przesyłane są inne informacje np. sygnał podniesienia mikrotelefonu, wybierania numeru, zajętości.

W momencie podniesienia mikrotelefonu umożliwiamy przepływ prądu w linii telefonicznej. Wartość tego prądu jest określona normą obowiązującą w danym kraju, który zmienia się w funkcji napięcia.



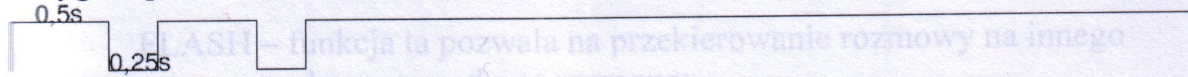
Sygnalizacja abonencka:

- stan spoczynku (mikrotelefon odłożony) - w łączu abonenckim nie płynie prąd;
- wywołanie, czyli podniesienie mikrotelefonu powoduje zamknięcie pętli;
- przepływ prądu zostaje wykryty w centrali. Powoduje to przyłączenie do łącza abonenckiego odpowiedniego urządzenia (wybierak lub rejestr) umożliwiającego odbiór numeru abonenta wywoływanego;
- przyłączenie urządzenia sygnalizowane jest abonentowi wywołującemu poprzez **sygnał zgłoszenia centrali**. Sygnał ten ma częstotliwość 400-450Hz i jest nadawany w sposób ciągły;
- po otrzymaniu sygnału zgłoszenia Abonent A wysyła informację adresową wybierając numer Abonenta B (impulsowo lub tonowo);
- po odebraniu przez centralę informacji adresowej rozpoczyna się zestawianie drogi połączeniowej
- po zestawieniu drogi połączeniowej do Abonenta B, następuje jego wywołanie poprzez wysłanie prądu dzwonienia o częstotliwości 15-25Hz i napięciu 90-150V. ITU-T zaleca, aby prąd dzwonienia był wysyłany przez 0,67 do 1,5s, po czym następowała przerwa o długości 3 do 5s, po której wysyłanie prądu byłoby wznowiane itd.
- jednocześnie z prądem dzwonienia, do Abonenta A wysyła się zwrotny **sygnał dzwonienia** o częstotliwości od 400-450Hz i przerywany tak, jak prąd dzwonienia. Przerwy i emisje prądu i zwrotnego sygnału dzwonienia nie muszą być zsynchronizowane;
- podniesienie mikrotelefonu przez Abonenta B powinno być natychmiast wykryte i musi spowodować natychmiastowe przerwanie wysyłania prądu i sygnału dzwonienia;
- po odłożeniu mikrotelefonu następuje rozłączenie;
- w razie zajęcia Abonenta B do Abonenta A wysyłany jest **sygnał zajętości**. Jest to sygnał o częstotliwości od 400-450Hz przerywany w rytmie o czasie cyklu od 300 do 1100ms. Stosunek czasu emisji do czasu ciszy powinien wynosić 0,67 do 1,5.
- w razie niemożności zestawienia połączenia z powodu chwilowego braku wolnych łączy wysyłany jest **sygnał niedostępności** (sygnał natłoku)

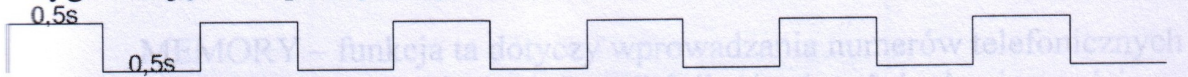
- sygnał zgłoszenia -ciągły:



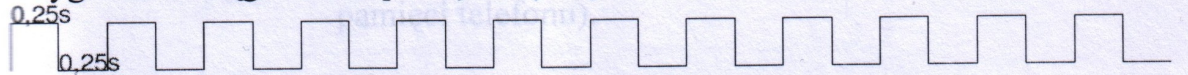
- sygnał przekazania -chwilę przerywany, następnie ciągły:



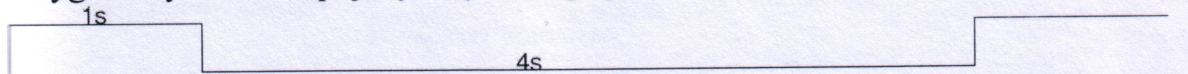
- sygnał zajętości -przerywany wolno —okresowy:



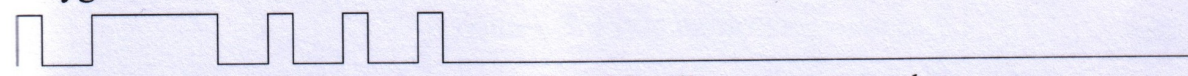
- sygnał nieosiągalności -przerywany szybko -okresowy:



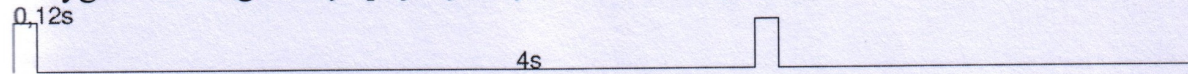
- sygnał wywołania -pojedynczy z długą przerwą, okresowy:



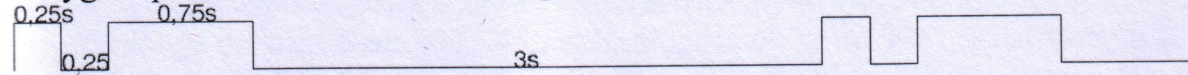
- sygnał oczekiwania:



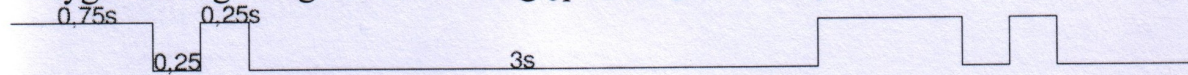
- sygnał ostrzegawczy -pojedynczy, krótki z długą przerwą -okresowy:



- sygnał potwierdzenia -krótki i długi z długą przerwą okresowy:



- sygnał usług -długi i krótki z długą przerwą, okresowy:



Wybieranie impulsowe polega na przerywaniu obwodu stałoprądowego z częstotliwością 10 Hz. Ilość przerw odpowiada wybranej liczbie (z wyjątkiem „0”, któremu odpowiada 10 impulsów). W standardzie przyjętym w Polsce współczynnik impulsowania wynosi 2, czyli przerwa trwa ok. 66 ms a zwarcie ok. 33 ms. Dużo lepszym sposobem wybierania dostępnym w nowych centralach jest wybieranie tonowe, inaczej wieloczęstotliwościowe znane jako DTMF (Double Tone Mode Frequency). Jest ono przede wszystkim kilkakrotnie szybsze od impulsowego. Ponadto co bardzo istotne, pozwala przysyłać sygnały odpowiadające jednoznacznym kodom także po zrealizowaniu połączenia, co otwiera drogę do szeregu ciekawych zastosowań takich jak choćby zdalne sterowanie czy przysyłanie prostych informacji drogą telefoniczną. W systemie tym wybrano 8 częstotliwości i podzielono na 2 grupy: niższą i wyższą. Każdy sygnał składa się z 2 tonów – jednego z grupy niższej i drugiego z wyższej. Można w ten sposób zakodować 16 różnych sygnałów. W typowym aparacie telefonicznym wykorzystuje się tylko 12 możliwości. Przyporządkowanie cyfry i znakom częstotliwościowym pokazuje tabela:

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

Uszkodzenia linii telefonicznej

- **Zwarcie** - Jeśli omomierz pokazuje rezystencję (oporność) pomiędzy żyłami A-B od 0Ω do $50k\Omega$, to oznacza że na linii jest zwarcie, po rezystancji linii można określić odległość od centrali do tego zwarcia, porównuje się wartość aktualną ze wzorcowym pomiarem (w wzorcowym pomiarze jest zapisana rezystencja pętli zwartej na poziomie: przełącznicy głównej R_w , szafy krosowej R_1 , punktu dostępowego R_2 , oraz stacji abonenckiej R_3).
- **Przebicie** - Jeśli omomierz wskazuje rezystancję od około $100k\Omega$ do $900k\Omega$ jest to już przebicie. Przebicie może być od urządzeń elektronicznych, np: PCM, albo niektórych aparatów telefonicznych lub modemów. Przy wartości od $1M\Omega$ do $5M\Omega$ uważa się że linia jest sprawna.
- **Przerwa** - Powyżej $5M\Omega$ lub $100M\Omega$ linia jest zerwana (tzw. przerwa). Wtedy należy sprawdzić pojemność linii, żeby upewnić się czy na końcówce jest coś wpięte. Jeśli pojemność pomiędzy żyłami A-B wynosi od $0,0\mu F$ do $0,1\mu F$ to linia jest zerwana (przerwa).
- **Słaba słyszalność** - Prawidłowa pojemność przy wpiętym telefonie do gniazdka, to ok $1,0\mu F$ (w ten sposób można też sprawdzić ile telefonów jest wpiętych do linii). Im większa pojemność na linii telefonicznej, tym słabsza jest słyszalność, minimalnie może wynosić $0,8\mu F$, a maksymalnie $6\mu F$. Pojemność między żyłą A lub B a ziemią (ekranem) nie może być większa niż $0,54\mu F$. Różnica pomiędzy A-Z i B-Z (tzw. asymetria pojemności) nie może być większa niż 5%.
- **Przyziemienie** - Dodatkowo omomierzem można sprawdzić stan izolacji (czy linia nie jest przyziemiona). Jest to tzw. pomiar pomiędzy żyłą A lub B a ziemią (ekranem), jeśli rezystencja wynosi od 0Ω do $50k\Omega$ to oznacza że jest zwarcie doziemne. Do $4M\Omega$ jest to przebicie doziemne. Sprawna izolacja pomiędzy tymi żyłami wynosi $50M\Omega$ lub więcej, przy usłudze ADSL nie powinna być jednak mniejsza niż $10M\Omega$. Różnica pomiędzy A-Z i B-Z (tzw. asymetria rezystencji) nie może być większa niż 15%.
- **Przesłuchy** - Oprócz tego sprawdza się także napięcia obce stałe dodatnie i ujemne (DC), oraz przemienne (AC) pomiędzy żyłami A-B, A-Z i B-Z, jeśli wynoszą one powyżej $5,0V$ to na linii występują przesłuchy (słaba izolacja, słabe uziemienie ekranu lub silne pole elektromagnetyczne), przy usłudze ADSL obce prądy nie powinny wynosić więcej niż $0,1V$.

Zadania do wykonania:

Poniższe ćwiczenia wykonać przy odłączonym aparacie telefonicznym. Do wyjścia centrali podłączyć gniazdo ze złączem BNC. Zaciski multimetru podłączyć do zacisków złącza BNC.

- Pomiar napięcia baterii w centrali telefonicznej przeprowadzamy woltomierzem napięcia stałego o oporności wewnętrznej $> 20.000\Omega/V$ przyłączonym bezpośrednio do zacisków linii telefonicznej przy odłączonym aparacie telefonicznym abonenta.

$U = \dots\dots\dots$

- Pomiar rezystancji linii abonenckiej wykonujemy metodą pośrednią za pomocą pomiaru prądu zwarcia linii abonenckiej przy znanym napięciu baterii. Pomiar przeprowadzamy miliamperomierzem prądu stałego przyłączonym bezpośrednio do linii abonenckiej przy odłączonym aparacie telefonicznym.

$I = \dots\dots\dots$

- Następnie obliczamy rezystancję linii telefonicznej jako iloraz napięcia baterii i prądu zwarcia linii telefonicznej pomniejszony o $10\text{ k}\Omega$ dla baterii 60 V lub $800\text{ }\Omega$ dla baterii 48 V.

$R = \dots\dots\dots$

Poniższe ćwiczenia wykonać przy podłączonym aparacie telefonicznym. Do wyjścia centrali podłączyć gniazdo ze złączem BNC, do którego podłączyć telefon. Zaciski multimetru podłączyć do zacisków złącza BNC.

- Pomiar napięcia sygnału zgłoszenia centrali przeprowadzamy woltomierzem napięcia zmiennego na zakresie $1V\sim$ o oporności wewnętrznej $> 10\text{ k}\Omega$. W celu dokonania tego pomiaru zwieramy linię abonencką rezystorem $300\Omega\text{ }0,5W$, symulując w ten sposób dołączenie aparatu telefonicznego, jeden zacisk miliwoltomierza dołączamy do jednego końca rezystora a drugi poprzez kondensator $1\mu F/100V$ (foliowy) do drugiego końca rezystora i na mierniku odczytujemy poziom sygnału zgłoszenia centrali.

$U_s = \dots\dots\dots$

- Do centrali podłączamy gniazdo ze złączem BNC, a do tego gniazda podłączamy telefon analogowy. Do złącza BNC podłączamy oscyloskop cyfrowy. Symulujemy kolejno: sygnał zgłoszenia centrali, sygnał wywołania – dzwonienia, sygnał zajętości, sygnał niedostępności. Obserwujemy oscylogramy.

- Do centrali podłączamy gniazdo ze złączem BNC, a do tego gniazda podłączamy telefon analogowy z wybieraniem impulsowym. Do złącza BNC podłączamy oscyloskop cyfrowy. Wciskamy na klawiaturze telefonu 3 dowolne cyfry. Obserwujemy oscylogramy.
- Do centrali podłączamy gniazdo ze złączem BNC, a do tego gniazda podłączamy telefon analogowy z wybieraniem tonowym. Do złącza BNC podłączamy oscyloskop cyfrowy, w którym ustawiamy funkcję wyświetlania widma częstotliwościowego (Math → FFT → okno Hamminga) Wciskamy na klawiaturze telefonu 3 dowolne cyfry. Obserwujemy oscylogramy. Wyznaczamy częstotliwości prążków.

Sprawozdanie powinno zawierać:

- Obliczenia napięcia baterii, prądu zwarcia, rezystancji linii telefonicznej i napięcia sygnału zgłoszenia.
- Oscylogramy sygnałów: zgłoszenia centrali, wywołania – dzwonienia, zajętości, niedostępności.
- Oscylogramy sygnałów wybierania impulsowego.
- Oscylogramy – widma częstotliwościowe – sygnałów wybierania tonowego.
- Wnioski.