

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

OŚRODEK AUTOMATYKI ELEKTRYCZNEJ

442

Zespół Budowy Cyfrowych Urządzeń Systemowych

BE 10

Główny wykonawca dr inż. A. Syrczyński

Wykonawcy mgr inż. K. Majdan

Konsultant

Nr zlecenia 1033

Umowa nr 284/86

Etap 3

Opracowanie lokalnej linii transmisyjnej PROWAY-A dla systemu INTELEKTRAN-M.

Pomiary jakości transmisji przeprowadzone na modelach odgałęźnika MK 10.

Zleceniodawca Instytut Komputerowych Systemów Automatyki i Pomiarów

Pracę rozpoczęto dnia styczeń 88

Kierownik Zespołu

dr inż. A. Syrczyński

zakończono dnia 88.05.30

Kierownik Ośrodka

prof. dr inż. T. Missala

Praca zawiera:

stron 4

rysunków 3

fotografii

tabel 8

tablic

załączników

Rozdzielnik - ilość egz:

Egz. 1 BOINTE

Egz. 2 IKSAiP

Egz. 3 IKSAiP

Egz. 4 IKSAiP

Egz. 5 OAE-8

Egz. 6 OAE-8

Nr rejestr. 6048

Analiza deskrytorowa

KOMPUTEROWE SYSTEMY AUTOMATYKI I POMIARÓW
+ SIECI LOKALNE + INTEL DIGIT-PROWAY +
+ INTELEKTRAN-M.

Analiza dokumentacyjna

Opracowanie zawiera wyniki wstępnych pomiarów jakości transmisji w sieci lokalnej z magistralą MK 01 i odgałęźnikami MK 10:

Tytuły poprzednich sprawozdań

UKD

681.327.8
681.324

Трауматиче даупет премавон ел
хену компютерове

PIAP-252/83-6000

Pomiary jakości transmisji ^{prze} prowadzone
na modelach odgałęźnika MK 10.

1. Wstęp

W przypadku wielodostępnej sieci lokalnej szczególne znaczenie ma ocena jakości /wierności/ przesyłania komunikatów sieciowych wymienianych w postaci ramek sygnałowych pomiędzy stacjami sieci. Jedynym, wymienionym w dokumentach standaryzacyjnych IEC-PROWAY-A kryterium oceny wierności jest graniczna wartość tzw. elementowej stopy błędów BER = $10E-6$, podana wraz z zaleceniem, aby zależność BER od poszczególnych warunków propagacji sygnału /m.in. rodzaju i długości magistrali, liczby stacji, współczynnika fali stojącej - WFS, rodzaju i poziomu zakłóceń/ była przedstawiana przez producenta w formie wykresów graficznych. Na obecnym etapie prac nie ma możliwości przeprowadzenia kompletnych pomiarów w/w zależności - głównie ze względu na małą ilość wykonanych urządzeń transmisyjnych oraz pracochłonność badań i brak odpowiedniej aparatury. W niniejszym opracowaniu podano więc tylko wstępne wyniki pomiarów pozwalające na zgrubne oszacowanie przepustowości kanałów szeregowych utworzonych na magistrali sieciowej MK 01.

2. Przedmiot badań oraz metoda pomiarów i oceny wyników.

Do badań użyto 3 wariantów topologii sieci - przedstawionych na rys.1. Przedmiotem badań oraz oceny jakości są urządzenia sieciowe zdefiniowane wg. modelu OSI/ISO jako składniki warstwy fizycznej i medium. Jako czynne urządzenia stacyjne zastosowano:

- odgałęźniki MK 10
- pakiety MK 30 - INTEL DIGIF-PROWAY

Ponadto do badań zostały użyte układy równoważnych obciążeń symulowanych pokazane na schemacie - rys.2, o charakterystyce tłumienności wtrąceniowej pokazanej na rys.3. Pojedynczy równoważnik obciążenia stacyjnego odpowiada w przybliżeniu dołączeniu 2,5 stacji rzeczywistej.

Pomiary zostały przeprowadzone przy zastosowaniu mierników stopy błędów wykonanych na bazie pakietów MS 30 i MK 30, z przystosowaniem ich do interfejsu MK41/MK10. Warunki środowiskowe propagacji sygnałów modelowano przez użycie nieekranowanej magistrali MK 01 umieszczonej w otoczeniu przemysłowym hali OBN/PIAP z pracującymi komorami klimatycznymi, wstrząsarką wibracyjną i robotem oraz z umieszczonym w bezpośrednim sąsiedztwie urządzeń stacyjnych, układem komutacji stycznikowej / $f \approx 1 \text{ Hz}$ / indukcyjności 1,5H dołączonej/odłączonej od sieci 220V/50Hz.

Mierniki stopy błędów umożliwiają bezpośredni pomiar BER, lecz w praktyce bardziej użyteczne są parametry określające wierność przesyłania ramek sygnałowych. Związane są one analitycznie z BER i opisują zupełny układ zdarzeń losowych w warstwie fizycznej i medium transmisji, a mianowicie:

- a/ transmisja poprawna ramki - prawdopodobieństwo FVR
- b/ transmisja błędna ramki - prawdopodobieństwo FER
- c/ utrata /zgubienie/ nadanej ramki - prawdopodobieństwo FDR
- d/ wygenerowanie dodatkowej /nienadanej/ramki -
prawdopodobieństwo FGR.

Zależności analityczne między w/w prawdopodobieństwami a BER można wyznaczyć przy założeniu, że utworzone na magistrali sieciowej MK01 kanały transmisyjne są bezpamięciowe i symetryczne - o błędach statystycznie niezależnych /nieskorelowanych/. Obowiązują wówczas następujące zależności analityczne:

$$P/k, n/ = \binom{n}{k} \text{BER}^k /1 - \text{BER}/^{n-k} \quad \text{- rozkład dwumianowy}$$
$$P/\lambda/ = /1 - \text{BER}/^\lambda \cdot \text{BER} \quad \text{- rozkład geometryczny}$$
$$P/\geq 1, n/ = \text{FER} = 1 - /1 - \text{BER}/^n$$

gdzie:

- k - waga /liczba/ błędnych elementów binarnych w ramce,
- n - liczba elementów binarnych w ramce - $n \approx 8 \div 9/m$
- m - liczba bajtów w polu danych ramki
- λ - waga /liczba/ bezbłędnych elementów między kolejnymi błędami elementami ciągu ramki.

Dla zapewnienia właściwych warunków oceny statystycznej wyników - w pomiarach zastosowano pseudolosową strukturę ciągów i dostatecznie liczną próbę losową nadawanych ramek sygnałowych.

Zdarzenia określające FDR i FGR wykluczają się wzajemnie, a więc związek w zbiorze zupełnym zdarzeń jest następujący:

$$FVR + FER + FDR \cup FGR = 1$$

Utrata lub generacja dodatkowych ramek zależna jest głównie od identyfikacji ciągów synchronizacyjnych ramki, zatem prawdopodobieństwa FDR lub FGR powinny być znacznie mniejsze od FER.

Powyższe zależności prowadzą do sformułowania kryterium oceny przepustowości kanałów - jak niżej:

a/ Wartości FER powinny być nie większe od podanych w tabeli 1.

Tabela 1

m	4	16	64	256	512
FER	$3,2 \cdot 10E-5$	$12,8 \cdot 10E-5$	$51,2 \cdot 10E-5$	$20,45 \cdot 10E-4$	$40,86 \cdot 10E-4$
					1024
					$81,56 \cdot 10E-4$

b/ Wartości FDR i FGR powinny spełniać zależność:

$$FDR < FER$$

$$FGR < FER$$

Estymatory prawdopodobieństw: FVR, FER, FDR, FGR można wyznaczyć z wyników pomiaru, wg. wzorów:

$$FVR = \frac{N_o}{N}; \quad FER = \frac{N_b}{N},$$

$$FDR = 1 - \frac{N_o + N_b}{N}, \text{ jeśli } N > N_o + N_b$$

$$FGR = \frac{N_o + N_b}{N} - 1, \text{ jeśli } N < N_o + N_b$$

gdzie:

N - liczba nadanych ramek

N_o - liczba odebranych bezbłędnie ramek

N_b - liczba odebranych ramek z błędami

3. Wyniki pomiarów i ocena przepustowości kanałów.

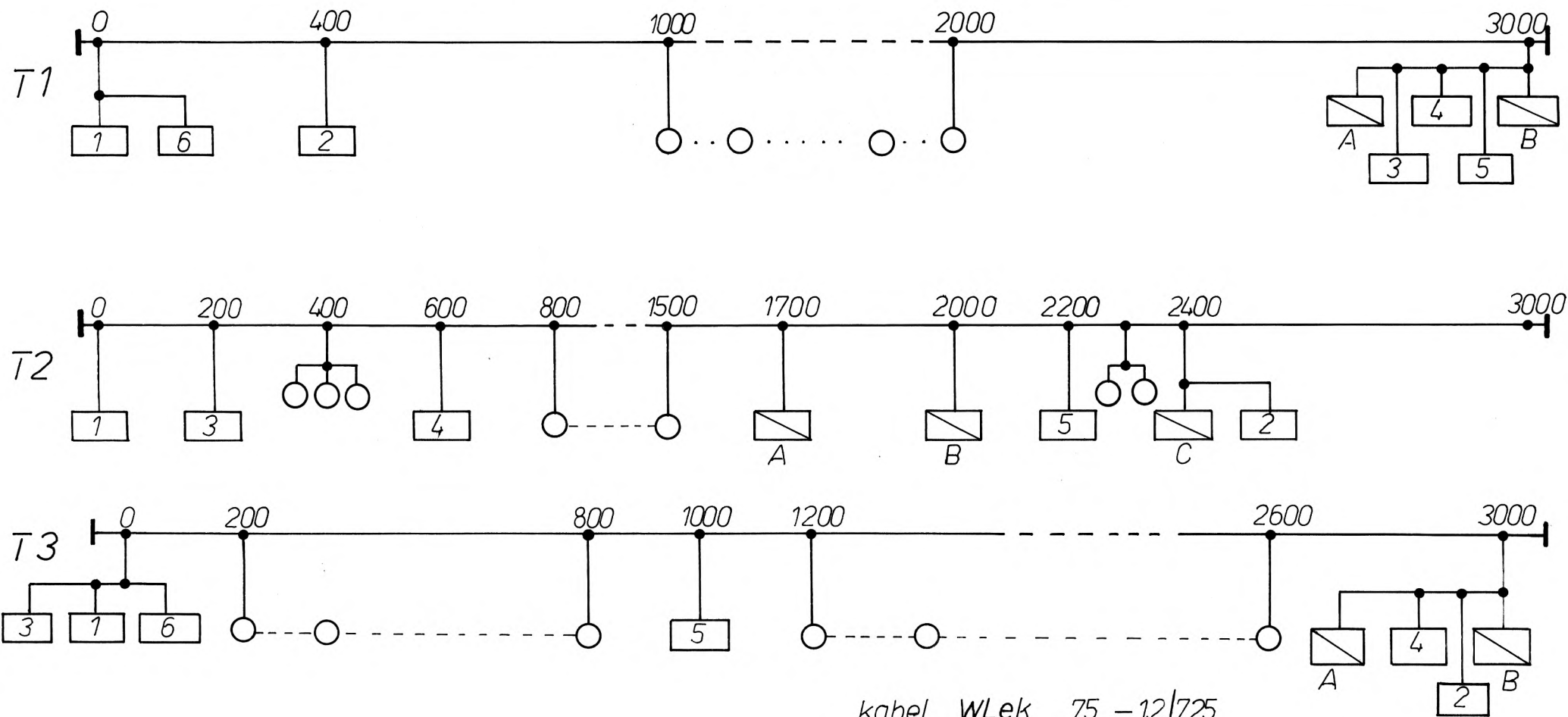
W tabelach 2/1...2/8 przedstawiono wyniki pomiarów statystyk N_0 i N_b w zależności od:

- a/ odległości nadajniki-odbiornik - 1
- b/ liczba stacji rzeczywistych lub symulowanych pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem - 8
- c/ topologii magistrali MKO1 - T1, T2, T3. (rys.1)
- d/ zakłóceń; 2 warianty, liczbowo nieokreślone
/niekalibrowane/ →

↳ ze względu na brak możliwości pomiaru SNR lub natężenia zewnętrznych pól elektromagnetycznych.

Na podstawie uzyskanych wyników sformułowano następujące wnioski:

- 1/ W warunkach pracy struktur sieciowych o topologii T1, T2 lub T3 określonych w tabelach 2/1...2/8 uzyskano wymaganą przez standard IEC-PROWAY-A wierność transmisji.
- 2/ Wyniki pomiarów nie pozwalają na uogólnienie zależności stopy błędów od poszczególnych czynników warunkujących wierność transmisji /mała liczność próby/.
- 3/ Wyniki wskazują, że dla instalacji w średnich warunkach otoczenia przemysłowego możliwe jest uzyskanie zasięgu transmisji /długości magistrali MKO1/ rzędu 2,5 km przy liczbie stacji do 50.
- 4/ Występuje zależność od ilości oraz gęstości rozmieszczenia stacji - dla zwiększenia wierności należy dążyć do ich równomiernego rozmieszczania po całej trasie magistrali MKO1.
- 5/ Konkretne wykonanie instalacji MKO1 z odgałęźnikami MK10 powinno być sprawdzone pod względem wierności transmisji.
- 6/ Ponieważ interfejs MK41/MK10 nie dokonuje podziału warstw PHY-LLC, zaś układy nadawczo-odbiorcze znajdują się w obydwu urządzeniach, tj. MK41 i MK10 - badania testowe jakości transmisji powinny być również wykonane w pełnej konfiguracji urządzeń komunikacji sieciowej, przy użyciu prototypów w/w urządzeń.



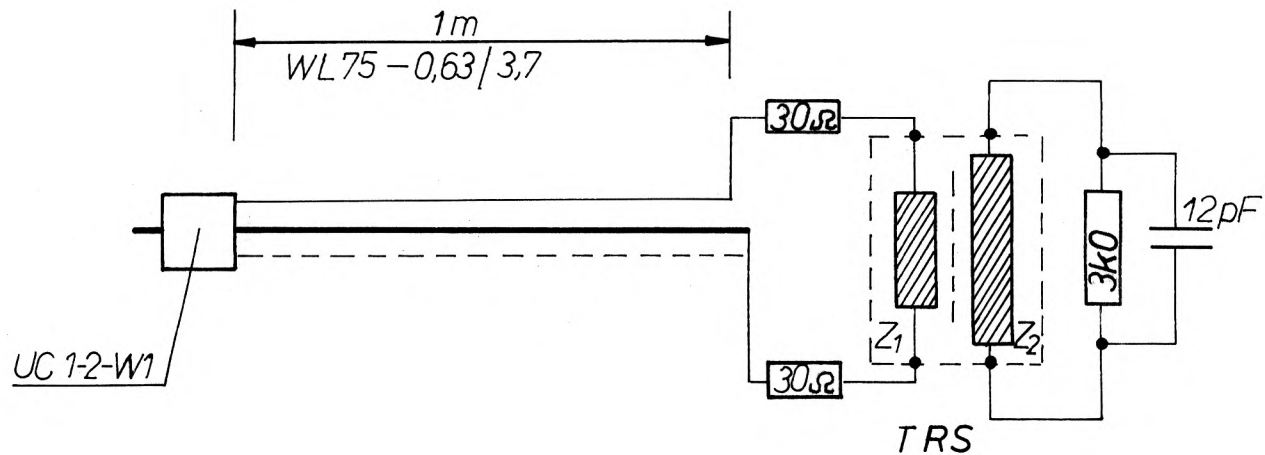
kabel WLeK 75 - 12/725

Nr MK30

MK10 + MK30 /modyfik./

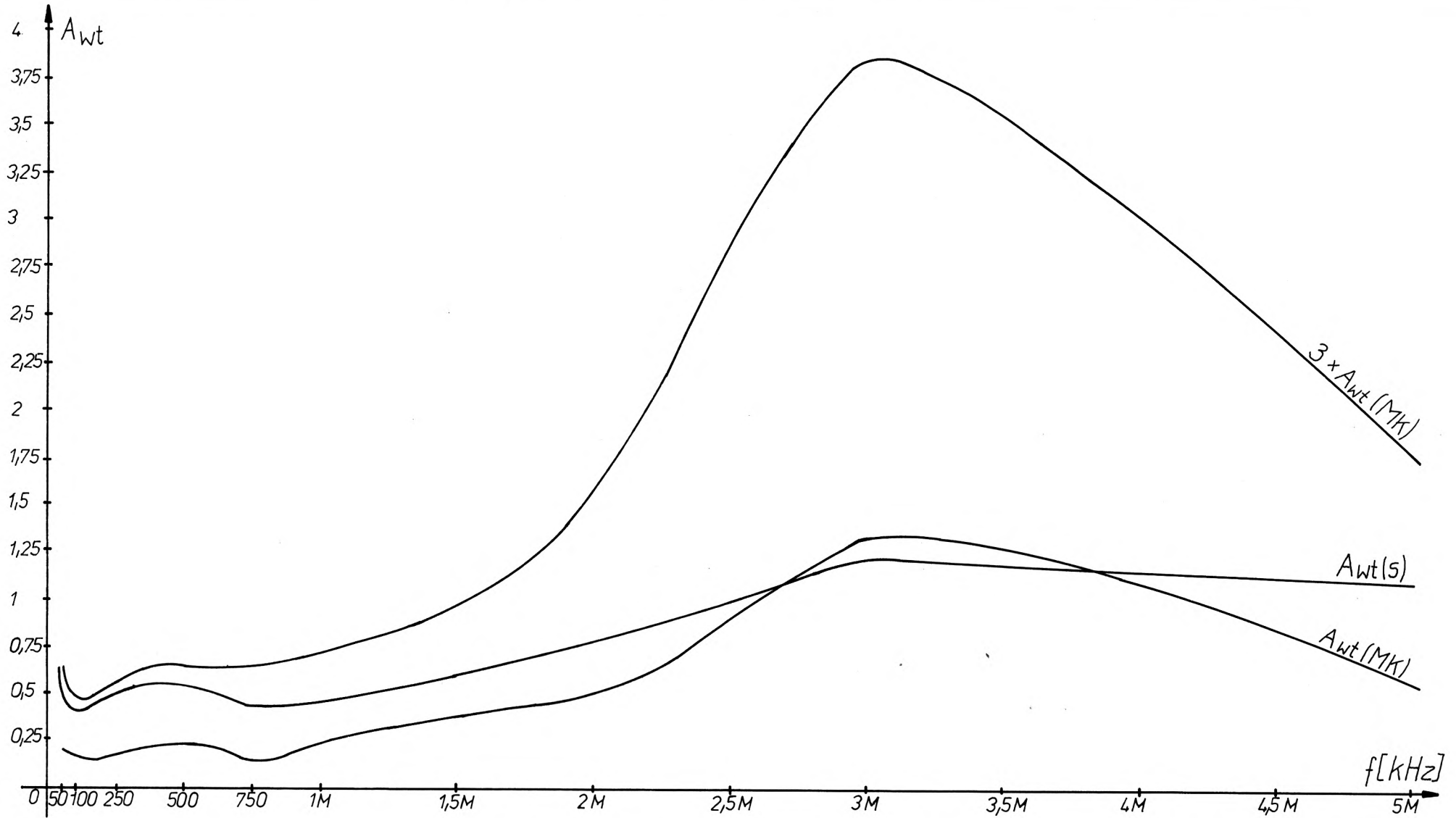
terminator dopasowujacy 75Ω

Rys 1. Warianty topologii sieci z magistralą MK01 i odgałęźnikami MK10 -
- do pomiarów jakości transmisji.



TRS	
rdzeń	M18 / 11 / F 2001 / 3400
przewód	lica CuLS 12 × 0,04
Z_1	44 zw / 6,8 mH / 3,0 Ω
Z_2	104 zw / 36 mH / 5,8 Ω

Rys.2. Układ równoważnika obciążeń stacyjnych magistrali MK 01.



Rys 3. Charakterystyki tłumienności wtrąceniowej pakietu MK 30 lub MK 10 $\{A_{wt}(MK)\}$ oraz równoważników obciążeń stacyjnych. $\{A_{wt}(S)\}$

zakłócenia: tło hali OBN/PIAP					SMD: kabel WL 75ek1,2/7,ES; długość 3000m ; topolog.T1						
f[kHz]	U _{s1} [mV]	U _{s2} [mV]	Rd[Ω]	max WFS	liczba stacji $\frac{\text{czynnych } 8}{2,5 \times 22 \text{ symulowanych } 65}$			STACJA Nr 2 NADAWCZA		U _{SN} = 3,0V _{pp}	
500					ODBIÓR — WYNIKI						
1000											
lp.	SNR ₁	SNR ₂	m	N	l/s	400/1	2600/69	2600/69	2600/69	2600/69	2600/69
1			4	1116577	N _o	N	N	N-3	N	N-14	N-33
					N _b	0	0	3	0	15	2
2			16	6478109	N _o	N	N-5	N-53	N-32	N-94	N-250
					N _b	0	6	51	28	94	48
3			64	6844574	N _o	N	N-54	N-72	N-62	N-159	N-394
					N _b	0	54	69	57	159	137
4			256	1121126	N _o	N	N-13	N-8	N-13	N-20	N-85
					N _b	0	13	8	13	20	42
5			512	1584680	N _o	N	N-80	N-90	N-92	N-129	N-268
					N _b	0	80	90	91	129	223
6			1024	639322	N _o	N	N-78	N-108	N-83	N-92	N-255
					N _b	0	78	110	83	93	234
7					N _o						
					N _b						

10

zakłócenia: tto hali OBN/PIAP					SMD: kabel WL 75ek1,2/7,15; długość 3000m ; topolog. T2						
f[kHz]	U _{S1} [mV]	U _{S2} [mV]	Rd[Ω]	max WFS	liczba stacji			STACJA Nr 6		U _{SN} = 3,0Vpp	
500					czynnych 8 symulowanych 0			NADAWCZA			
1000					ODBIÓR — WYNIKI						
lp.	SNR ₁	SNR ₂	m	N	l/s	0/0	400/1	3000/6	3000/6	3000/6	3000/6
1			4	5647142	N ₀	N-4	N	N-2	N-1	N-20	N-4
					N _b	0	0	4	2	22	4
2			16	3438982	N ₀	N	N	N+1	N	N-38	N-2
					N _b	0	0	4	1	37	5
3			64	5213838	N ₀	N	N	N-2	N-5	N-30	N-14
					N _b	0	0	6	5	29	9
4			256	1355457	N ₀	N-1	N	N-1	N-1	N-11	N-1
					N _b	0	0	1	1	11	1
5			512	1469137	N ₀	N-2	N	N-11	N-15	N-15	N-13
					N _b	0	0	16	15	18	16
6			1024	399952	N ₀	N-2	N	N	N	N-2	N-1
					N _b	0	0	0	0	2	0
7			1024	912681	N ₀	N-34	N	N-4	N-6	N-19	N-3
					N _b	0	0	5	6	19	3

zakłócenia: tło hali OBN PIAP + komutator 1,5H/1Hz					SMD: kabel WL 75ek1,2/7,15; długość 3000m ; topolog. T2						
f[kHz]	U _{S1} [mV]	U _{S2} [mV]	Rd[Ω]	max WFS	liczba stacji			STACJA Nr 1		U _{SN} = 3,0Vpp	
500					czynnych 8 symulowanych 0			NADAWCZA			
1000					ODBIÓR — WYNIKI						
l.p.	SNR ₁	SNR ₂	m	N	l/s	200/0	600/1	1700/2	2000/3	2400/5	2400/5
1			4	4999480	N _o	N-2	N-10	N	N-2	N	N-33
					N _b	2	10	0	0	0	33
2			16	1113089	N _o	N-3	N-1	N	N-4	N-1	N-24
					N _b	3	1	0	4	1	24
3			64	3312716	N _o	N-13	N-2	N-3	N-7	N	N-50
					N _b	13	2	2	7	0	51
4			256	1281250	N _o	N-32	N-10	N-1	N-1	N-3	N-33
					N _b	32	10	0	0	3	33
5			512	720830	N _o	N-35	N-3	N	N-1	N-1	N-15
					N _b	35	3	0	1	1	15
6			1024	579699	N _o	N-67	N-3	N	N-23	N	N-7
					N _b	67	3	0	23	0	7
7			1024	499939	N _o	N-93	N-4	N-28	N-10	N-1	N-2
					N _b	96	4	26	10	1	2

16/

zakłócenia: tło hali OBN/PIAP +komutator 1,5H/1Hz					SMD: kabel WL 75ek1,2/7,15; długość 3000m; topolog.T2						
f[kHz]	U _{S1} [mV]	U _{S2} [mV]	Rd[Ω]	max WFS	liczba stacji $\frac{\text{czynnych } 8}{22 \times 2,5 \text{ symulowanych } 55}$			STACJA	Nr 1	U _{SN} = 3,0Vpp	
500					NADAWCZA						
1000					ODBIÓR — WYNIKI						
lp.	SNR ₁	SNR ₂	m	N	l/s	200/0	600/8	1700/51	2000/52	2400/58	2400/58
1			4	2251427	N _o	N-4	N-10	N-45	N	N-40	N-2
					N _b	4	10	30	0	26	2
2			16	612963	N _o	N-4	N	N-8	N	N-3	N-19
					N _b	4	0	0	0	3	19
3			64	3745139	N _o	N-9	N	N-6	N-4	N-47	N-96
					N _b	9	0	1	2	43	92
4			256	5209751	N _o	N-67	N-1	N-140	N-35	N-689	N-385
					N _b	56	1	131	35	619	359
5			512	2717068	N _o	N	N-5	N-135	N-41	N-712	N-360
					N _b	0	5	134	33	706	338
6			1024	2012676	N _o	N-131	N	N-251	N-11	N-221	N-208
					N _b	130	0	209	11	119	184
7			1024	1052711	N _o	N-90	N	N-46	N-1	N-134	N-162
					N _b	90	0	46	1	115	156

zakłócenia: tło hali OBN/PIAP
+komutator 1,5H/1Hz

SMD: kabel WL 75ek1,2/7,25; długość 3000m ; topolog. T1

f[kHz]	U _{S1} [mV]	U _{S2} [mV]	Rd[Ω]	max WFS	liczba stacji		STACJA Nr 2 U _{SN} = 3,0Vpp				
500					czynnych 8 symulowanych 0		NADAWCZA				
1000					ODBIÓR — WYNIKI						
l.p.	SNR ₁	SNR ₂	m	N	l/s	0/0	400/1	3000/6	3000/6	3000/6	3000/6
1			4	1131580	N _o	N-1	N	N	N-5	N	N+1
					N _b	0	0	2	3	2	2
2			16	5424967	N _o	N-1	N	N-4	N-6	N-55	N-8
					N _b	0	0	5	3	55	9
3			64	5583589	N _o	N-5	N	N+1	N-4	N-30	N-6
					N _b	0	0	0	4	30	1
4			256	1000066	N _o	N-1	N	N	N-1	N-5	N
					N _b	0	0	0	1	5	0
5			512	999992	N _o	N-2	N	N	N	N-1	N
					N _b	0	0	0	0	1	0
6			1024	710746	N _o	N-1	N	N	N-37	N-3	N
					N _b	0	0	0	37	3	0
7			1024	941947	N _o	N-1	N-38	N-24	N-53	N-44	N-31
					N _b	0	38	25	54	44	30

zakłócenia: $\frac{t_{ko} \text{ hali}}{+ \text{ komutator}}$ $\frac{OBN/PIAP}{1,5H/1Hz}$					SMD: kabel WL 75ek1,2/7,15; długość 3000m ; topolog. T3						
f[kHz]	$U_{S1}[mV]$	$U_{S2}[mV]$	$R_d[\Omega]$	max WFS	liczba stacji			STACJA		$U_{SN} = 30V_{pp}$	
500					czynnych 8 symulowanych 0			Nr 5 NADAWCZA			
1000					ODBIÓR — WYNIKI						
lp.	SNR_1	SNR_2	m	N	l/s	1000/1	1000/1	2000/4	2000/4	2000/4	2000/4
1			4	7017776	N_o	N	N-78	N+1	N-1	N-109	N-204
					N_b	0	0	3	1	110	5
2			16	3698762	N_o	N	N-93	N-2	N	N-37	N-15
					N_b	0	93	4	1	38	5
3			64	5799993	N_o	N	N-61	N+1	N-5	N-77	N-33
					N_b	0	58	9	5	78	13
4			256	867203	N_o	N	N-42	N-9	N-13	N-46	N-48
					N_b	0	38	17	17	48	38
5			512	968429	N_o	N	N-10	N-16	N-19	N-30	N-32
					N_b	0	2	15	18	29	18
6			1024	614344	N_o	N	N-7	N	N	N-10	N-2
					N_b	0	5	0	0	10	0
7			1024	726554	N_o	N	N-11	N-29	N-156	N-46	N-25
					N_b	0	11	30	155	46	25

15

zakłócenia: tło hali OBN/PIAP					SMD: kabel WL 75ek1,2/7,25; długość 3000m ; topolog. T3						
f[kHz]	U _{S1} [mV]	U _{S2} [mV]	R _d [Ω]	max WFS	liczba stacji			STACJA	Nr 5	U _{SN} = 3,0Vpp	
500					czynnych 8 20×2,5 symulowanych 50			NADAWCZA			
1000					ODBIÓR — WYNIKI						
lp.	SNR ₁	SNR ₂	m	N	l/s	1000/26	1000/26	2000/29	2000/29	2000/29	2000/29
1			4	5115227	N _o	N-5	N-5	N	N-2	N-123	N-22
					N _b	5	5	0	0	122	22
2			16	2160556	N _o	N-6	N-7	N-4	N-5	N-45	N-17
					N _b	5	6	4	4	40	16
3			64	4123539	N _o	N	N-13	N-2	N-1	N-77	N-195
					N _b	0	10	2	0	75	195
4			256	1447857	N _o	N-2	N-8	N-9	N-15	N-43	N-358
					N _b	2	8	9	14	43	358
5			512	670266	N _o	N-1	N-2	N-2	N-1	N-24	N-269
					N _b	1	2	2	0	24	269
6			1024	588933	N _o	N-2	N-1	N-23	N-17	N-27	N-43
					N _b	2	0	23	17	27	12
7			1024	899951	N _o	N	N-5	N-1	N	N-35	N-744
					N _b	0	4	1	0	35	744

zakłócenia: $\frac{10}{20}$ hali OBN/PIAP + komutator 1,5H/1Hz					SMD: kabel WL 75ek1,2/7,1; ²⁵ długość 3000m ; topolog. T3						
f [kHz]	U _{S1} [mV]	U _{S2} [mV]	Rd [Ω]	max WFS	liczba stacji			STACJA		U _{SN} = 3,0 Vpp	
500					czynnych 8 20x2,5 symulowanych 50			Nr 5		NADAWCZA	
1000					ODBIÓR — WYNIKI						
lp.	SNR ₁	SNR ₂	m	N	l/s	1000/26	1000/26	2000/29	2000/29	2000/29	2000/29
1			4	576890	N _o	N-1	N-2	N-16	N-18	N-45	N-179
					N _b	1	2	11	12	34	30
2			16	998543	N _o	N	N-3	N-63	N-40	N-39	N-113
					N _b	0	3	58	29	38	26
3			64	5240396	N _o	N-22	N-13	N-254	N-124	N-181	N-563
					N _b	22	11	250	116	181	88
4			256	1722965	N _o	N-1	N-3	N-103	N-135	N-48	N-377
					N _b	1	3	103	129	48	74
5			512	1784854	N _o	N-2	N-7	N-253	N-273	N-73	N-761
					N _b	2	7	254	269	73	140
6			1024	538252	N _o	N	N-106	N-61	N-641	N-64	N-478
					N _b	0	106	61	642	64	48
7			1024	725993	N _o	N-1	N-4	N-822	N-535	N-348	N-401
					N _b	1	4	830	534	347	339