

Jan Chojcan
Leszek Szpularz

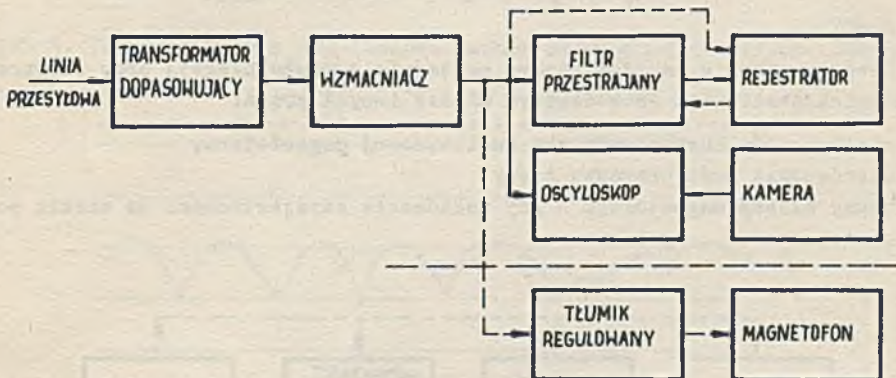
Instytut Elektroniki
"Energopomiar" Gliwice

NIKTÓRE PROBLEMY WYSTĘPUJĄCE PRZY REJESTRACJI
ZAKŁÓCEŃ W LINIACH TELEMETRYCZNYCH NA TAŚMIE
MAGNETYCZNEJ

Streszczenie. W artykule przedstawiono niektóre problemy występujące przy pomiarach zakłóceń w sieciach telemetrycznych z wykorzystaniem magnetofonu. Podano warunki jakie powinien spełniać (w tych pomiarach) magnetofon pomiarowy. Zaproponowano metodę rozszerzenia pomiarowej części charakterystyki magnetofonu przez korektę wprowadzanych przez niego błędów.

1. WSTĘP

Do analizy zakłóceń w sieciach telemetrycznych używa się rozbudowanych układów pomiarowych pozwalających na miejscu, przy obiekcie wykonywać analizę tych zakłóceń. Najczęściej rejestruje się poziom zakłóceń i jego zmiany, widmo amplitudowe oraz statystyczny rozkład amplitud zakłóceń. Dodatkowo rejestruje się przebiegi czasowe (na filmie) lub ich obwiednię.



Rys. 1. Schemat blokowy układu do pomiaru zakłóceń w telemetrycznych liniach kopalnianych

Schemat układu pomiarowego z zestawem pomiarowym firmy Brüel & Kjaer podano na rysunku 1. Transport takiego zestawu do odległych od siebie punktów pomiarowych jest kłopotliwy. Wygodniej byłoby rejestrować zakłócenia na taśmie magnetycznej a opracowanie przeprowadzać w laboratorium

Do rejestracji a następnie odtwarzania (często wielokrotnego) wszystkich informacji o zakłóceniach potrzebny jest magnetofon spełniający szereg specjalnych wymagań.

2. WYMAGANIA

Interesując nas zakłócenia w liniach telemetrycznych mają na ogół wół nozmienną, składową fluktuacyjną o niskim poziomie oraz składową impulsową o najczęściej bardzo krótkim czasie trwania impulsów i dużej dynamice (do 50 dB), występującą w postaci paczek impulsów.

Magnetofon do rejestracji tych zakłóceń powinien posiadać dynamikę ≥ 60 dB (co najmniej 10 dB ponad poziom szumów własnych magnetofonu) oraz pasmo przenoszenia $0 \div 20$ kHz.

Analizując parametry magnetofonów powszechnego użytku (Sonet B-4 i ZK-140) i magnetofonów pomiarowych (EMA-140 i B & K Type 7001) [4] można stwierdzić, że żaden z nich nie spełnia postawionych wymagań.

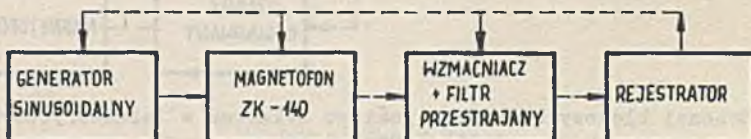
Nie da się więc zarejestrować zakłóceń występujących w liniach telemetrycznych tak, by nie uległa zniekształceniu (obcięciu) składowa impulsowa lub żeby składowa fluktuacyjna nie została zarejestrowana na poziomie szumów własnych magnetofonu. Można poprawnie rejestrować, w zależności od potrzeb, jedną z nich lub na przemian (przez zmianę tłumienia toru wejściowego magnetofonu).

Warto zwrócić uwagę na fakt, że nawet poprawnie wykonana rejestracja sygnału (przy wysterowaniu) nie zapewnia poprawnego zarejestrowania (≥ 10 dB ponad poziom szumów własnych magnetofonu) wszystkich harmonicznycy tego sygnału.

3. BŁĘDY

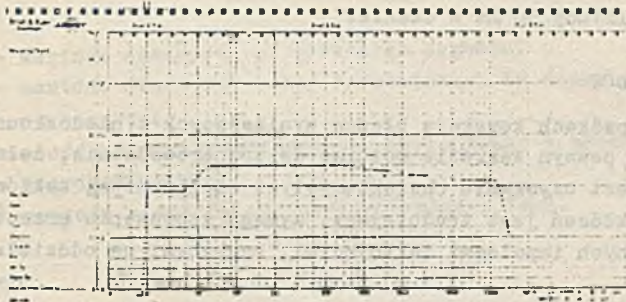
Nawet poprawnie zarejestrowane na taśmie sygnały ulegają przy odtwarzaniu zniekształceniom spowodowanym między innymi przez:

- 1) nieliniowość charakterystyki amplitudowej magnetofonu,
- 2) nierównomierność przesuwu taśmy,
- 3) szумы własne magnetofonu - gdy zakłócenia zarejestrowano na niskim poziomie.

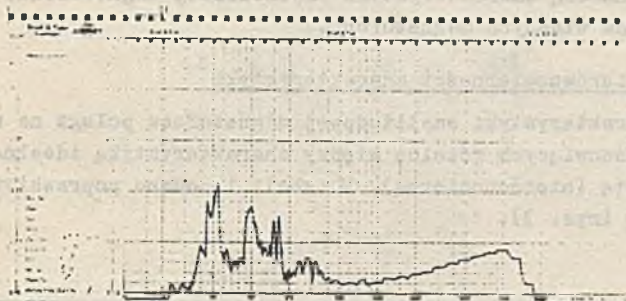


Rys. 2. Schemat blokowy układu do zdejmowania charakterystyki amplitudowej

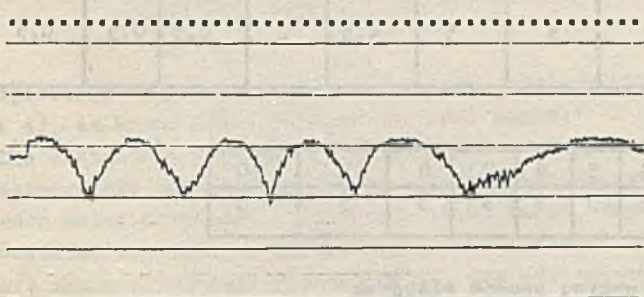
Charakterystyka amplitudowa magnetofonu ZK-140 zczęta w układzie przedstawionym na rysunku 2, podana jest na rysunku 3. Natomiast na rysunku 4 przedstawiono charakterystykę amplitudową szumów własnych magnetofonu.



Rys. 3. Charakterystyka amplitudowa magnetofonu ZK-140



Rys. 4. Charakterystyka amplitudowa szumów własnych magnetofonu ZK-140



Rys. 5. Obwiednia zmiennej w czasie składowej 50 Hz szumów własnych magnetofonu ZK-140

Na dużą zmienność w czasie (prawie okresową) składowych 50 i 150 Hz szumów własnych magnetofonu mają między innymi wpływ: 1) różnica częstotliwości sieci przy nagrywaniu i odtwarzaniu, 2) nierównomierność przesuwu taśmy i 3) jej niejednorodność. Na rysunku 5 przedstawiono zarejestrowaną zmianę amplitudy 50 Hz w czasie.

4. KOREKCJA BŁĘDÓW

W wielu przypadkach korekcja błędów wynikających z niedoskonałości magnetofonu jest w pewnym zakresie możliwa do przeprowadzenia, zwłaszcza gdy celem pomiaru jest uzyskanie charakterystyki amplitudowej zakłóceń. Korekcja kształtu zakłóceń jest trudniejsza, wymaga stosowania przestrajanych filtrów sterowanych impulsami taktującymi, nagranych na oddzielnej ścieżce [3].

Przy zdejmowaniu charakterystyki amplitudowej zakłóceń można korygować błędy spowodowane:

- 1) nierównomiernością charakterystyki amplitudowej magnetofonu,
- 2) wpływem szumów własnych magnetofonu.

4.1. Korekcja nierównomierności charakterystyki

Korekcja charakterystyki amplitudowej magnetofonu polega na uwzględnieniu poprawek stanowiących różnicę między charakterystyką idealną (liniową) i rzeczywistą (nierównomierną). W tabeli 1 podano poprawki (w dB) dla badanego ZK-140 (rys. 3).

Tabela 1

Częstotliwość Hz (kHz)	20	30	40	50	60	900	1k	1,5
Poprawka a_1 [dB]	5	5	4,5	2	0,5	0,5	0,5	1

2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,5	2	2,5	3	3	3	3	3	3

4.2. Korekcja wpływu szumów własnych

Korekcja wpływu szumów własnych magnetofonu polega na uwzględnieniu faktu, że wartość skuteczna sygnału odtworzonego z magnetofonu jest równa w danym paśmie pierwiastkowi sumy kwadratów wartości skutecznej szumów własnych magnetofonu (w danej 1/3 oktawie) i skutecznych wartości harmonicznych nagranych sygnału użytecznego (w tej samej 1/3 oktawie), czyli

$$U = \sqrt{\sum_{i=1}^n U_{ui}^2 \left[\int_{f_1}^{f_1 + \Delta f} U_{sz}(f) df \right]^2}$$

gdzie:

- U - wartość skuteczna odtworzonego sygnału,
- U_{ui} - wartość skuteczna i -tej harmonicznej (w danym paśmie) sygnału użytecznego,
- n - ilość harmonicznych sygnału użytecznego w paśmie,
- Δf - szerokość pasma,
- $U_{sz}(f)$ - gęstość widma szumów własnych magnetofonu.

Oznaczając

$$U_u^2 = \sum_{i=1}^n U_{ui}^2$$

$$U_{sz}^2 = \left[\int_{f_1}^{f_1 + \Delta f} U_{sz}(f) df \right]^2$$

otrzymamy

$$U = \sqrt{U_u^2 + U_{sz}^2}$$

więc sygnał użyteczny

$$U_u = \sqrt{U^2 - U_{sz}^2} = U \sqrt{1 - \left(\frac{U_{sz}}{U}\right)^2} \quad (1)$$

Uwzględniając charakterystykę amplitudową szumów własnych magnetofonu (rysunek 4), ze wzoru (1) otrzymamy wartości poprawek w poszczególnych paśmiech. Dla ułatwienia wartości poprawek podano w decybelach (tablica 2).

Charakterystyka amplitudowa szumów własnych magnetofonu została zdjęta przy bardzo małej szybkości rejestracji (0,03 mm/s), zapewniającej uśrednienie wartości zmiennych w czasie amplitud składowych 50 i 150 Hz.

Korektę można w praktyce przeprowadzić, gdy odstęp zarejestrowanego sygnału do szumu własnego magnetofonu (w tym paśmie) wynosi $1 \div 10$ dB, dla większego odstępu korekta jest najczęściej zbędna.

Tabela 2

Odstęp sygnał-szum ($U - U_{sz}$) w dB	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
Poprawka a_2 w dB	6,4	5,3	4,3	3,5	3,0	2,5	2,2	1,8

5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
1,6	1,4	1,3	1,1	0,9	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5

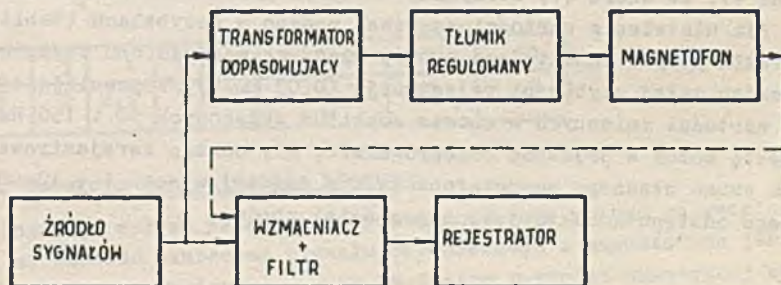
Wartość amplitudy (w dB) charakterystyki amplitudowej zakłóceń (w danym paśmie) otrzymamy po odjęciu od wartości zarejestrowanej poprawki a_2 i dodaniu poprawki a_1

$$A_U = (U - a_2) + a_1 \quad [\text{dB}] \quad (2)$$

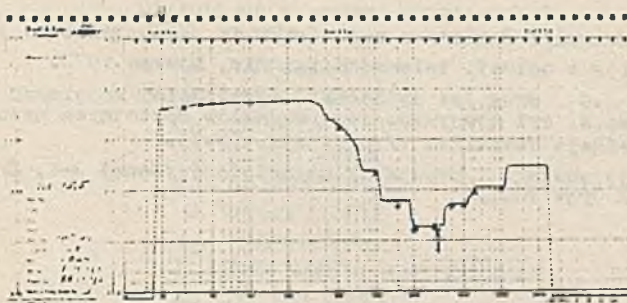
Zauważmy, że jeżeli odstęp (w dB) zarejestrowanego przebiegu od szumów własnych magnetofonu wynosi mniej niż 3 dB, to amplituda (ściślej całka z gęstości widmowej) szumów jest (w tym paśmie) większa od amplitudy zakłóceń.

5. PRZYKŁAD

W obwodzie przedstawionym na rysunku 6 zdjęto charakterystykę amplitudową sygnału wprost (rysunek 7), nagrywając go jednocześnie na magnetofon. Charakterystykę amplitudową odtworzonego z magnetofonu sygnału podano na rys. 8. Punktami zaznaczono na obydwu rysunkach charakterystykę otrzymaną po skorygowaniu charakterystyki z rysunku 8.



rys. 6. Schemat blokowy układu do bezpośredniego i pośredniego otrzymywania charakterystyk amplitudowych sygnału



Rys. 7. Charakterystyka amplitudowa zakłóceń (krzyżykami zaznaczono skorygowaną charakterystykę z rysunku 8)



Rys. 8. Charakterystyka amplitudowa zakłóceń otrzymana po nagraniu i odtworzeniu (krzyżykami zaznaczono skorygowaną charakterystykę)

6. WNIOSKI

Uwzględniając poprawki na nierównomierność charakterystyki amplitudowej i szumy własne magnetofonu, można rozszerzyć pasmo użyteczne w podanym w pracy przykładzie z $0,2 \div 6$ kHz do 30 Hz $\div 10$ kHz oraz zwiększyć dynamikę magnetofonu. Pozwala to odtwarzać harmoniczne zakłócenia zarejestrowane na niskim poziomie, ale wymaga to przy dużej ilości charakterystyk, dodatkowego nakładu pracy.

Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że do poprawnej rejestracji zakłóceń o dynamice rzędu 50 dB należy stosować jednocześnie dwa magnetofony. Zastosowanie jednego jest możliwe przy użyciu dodatkowych układów na wejściu i wyjściu o charakterystykach logarytmicznych.

LITERATURA.

- [1] Kleskeń Bohumir: Pomiarы w radiotechnice WKiŁ, Warszawa 1969.
- [2] Dostizheniya w oblasti telemechaniki Mir, Moskwa 1970.
- [3] Kulgačew ..G i drugije: Ob ocenke pogrešnostej wnosimych traktom magnitnoj zapisi pri wospruizwedenii signalow častotnyh proobrazowatel'. Izmeritel'naja Technika, 1/1970, str. 70-73.
- [4] Instrukcje obsługi i prospekty magnetofonów: Sonet 3-4, ZŁ-140, MEL-140 i B & K Type 7001.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ПОМЕХ В ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ
 ИЗМЕРЕНИЯ ПОМЕХ В ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ

В статье представлено некоторые вопросы, которые встречаются при измерениях помех в телеметрических линиях с использованием магнитофона. Представлено условия, которые должен выполнять измерительный магнитофон и метод улучшения его измерительных свойств.

SOME PROBLEMS OF NOISE MEASUREMENTS IN TELEMETRY LINES
 BY MEANS OF TAPE RECORDING

S u m m a r y.

This paper analyses some problems of noise measurements in telemetry lines by means of tape recording. The paper presents some conditions for proper measurement with tape recorders.

A method of extension the frequency characteristics of the tape recorder and correction of recorder noise is also described.