

AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH
W BYDGOSZCZY

ZESZYTY NAUKOWE NR 155

TELEKOMUNIKACJA
I ELEKTRONIKA 7



BYDGOSZCZ - 1989

AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH
W BYDGOSZCZY

ZESZYTY NAUKOWE NR 155

TELEKOMUNIKACJA
I ELEKTRONIKA 7

BYDGOSZCZ – 1989

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO

doc. dr hab. Juliusz Skonieczny

REDAKTOR NAUKOWY

prof. dr hab. Lech J. Weiss

OPRACOWANIE REDAKCYJNE I TECHNICZNE

mgr Aleksandra Ławniczak, Zbigniew Gackowski

KOREKTOR

Katarzyna Kruś

Wydano za zgodą Rektora
Akademii Techniczno-Rolniczej
w Bydgoszczy

ISSN 0209-0589

**WYDAWNICTWO UCZELNIANE AKADEMII TECHNICZNO-ROLNICZEJ
W BYDGOSZCZY**

Wyd. I. Nakład 150 egz. Ark. aut. 6,1, ark. druk. 6. Papier kl. V, 70 × 100

Oddano do druku w kwietniu 1989 r. Druk ukończono w maju 1989 r.

Cena 178 zł

Prasowe Zakłady Graficzne RSW „Prasa-Książka-Ruch” w Bydgoszczy, ul. Dworcowa 13

Zamówienie nr 1432/88. TR E-7

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Zdzisław Drzycimski - Estymacja funkcji korelacji i gęstości prawdopodobieństwa przy użyciu korelatora 3721 A	5
2. Lech Jan Weiss - Filtr wszechprzepustowy pierwszego rzędu jako przesuwnik fazy	17
3. Lech Jan Weiss, Tadeusz Wysocki, Felicja Wysocka, Tadeusz A. Wysocki - Aproksymacja funkcji erf (x) funkcją logistyczną dla $0 \leq x \leq 3$	29
4. Tadeusz A. Wysocki - Analiza widmowa sygnałów z przyspieszeniem kątowym modulowanym ciągiem słów kodu PST	37
5. Ryszard Wojtyła - Stabilizacja i regulacja amplitudy drgań sinusoidalnych w generatorach RC	53
6. Władysław Michałowski - Służbowe stosunki pracy pracowników państwowej jednostki organizacyjnej "Polska Poczta, Telegraf i Telefon"	65
7. Władysław Michałowski - Człowiek i wzajemne sprzężenie w koncepcjach systemu pracy	85

Zdzisław Drzycimski

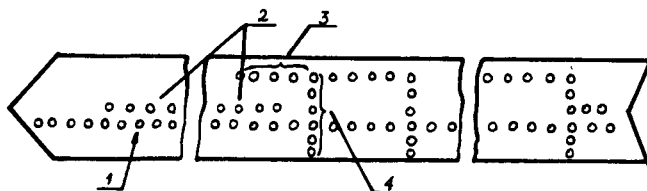
ESTYMACJA FUNKCJI KORELACJI I GĘSTOŚCI PRAWDOPODOBIEŃSTWA
PRZY UŻYCIU KORELATORA HP 3721 A

W artykule przedstawiono zasady wyznaczania estymatorów funkcji korelacji i funkcji gęstości prawdopodobieństwa, na podstawie wyników pomiarów realizowanych przy użyciu korelatora hp 3721 A. Pokazano metody szacowania dokładności estymacji tych charakterystyk.

1. WPROWADZENIE

Do podstawowych charakterystyk procesów losowych należy zaliczyć funkcje: korelacji i rozkładu prawdopodobieństwa. Estymatory tych charakterystyk można pomierzyć korelatorem hp 3721 A. Połączenie tego przyrządu ze spektroskopem hp 3720 A umożliwia uzyskanie estymatora funkcji widmowej gęstości mocy [5].

Korelator znajdujący się w Zakładzie Teletransmisji ATR wyposażony jest w standardowe układy rejestracji wyników pomiaru oraz układy dodatkowe. Zostały opracowane i zbudowane układy: sterowania korelatorem i dziurkarką taśmową DT 105. Włączenie do zestawu dziurkarki taśmowej DT 105 umożliwia zarejestrowanie na taśmie papierowej 100 rzędnych estymatora badanej funkcji. Każdy estymator zarejestrowany jest w postaci stu czterocyfrowych liczb zapisanych w kodzie Optima, oddzielonych od siebie znakiem zakresu /rys. 1/. Przed każdą rejestracją 100 punktów znajduje się co najmniej 16 spacji. Zasady przedstawienia danych oraz kalibracji otrzymanych wyników omówione są w instrukcji operatorskiej



1 - ścieżka prowadząca , 2 - spacje , 3 - cztero-
znakowa wartość / a_3 , a_2 , a_1 , a_0 / , 4 - znak
zakresu A_k

Rys.1. Przykład fragmentu taśmy z rejestracją

do korelatora hp 3721 A*. W poniższym artykule został przedstawiony sposób wyznaczania estymatorów: funkcji rozkładu prawdopodobieństwa i funkcji korelacji, na podstawie odczytanych z taśmy papierowej i rozkodowanych wyników pomiaru. Przedstawiono również sposoby oceny błędów estymacji funkcji rozkładu prawdopodobieństwa i funkcji korelacji.

2. ESTYMATORY FUNKCJI KORELACJI I GĘSTOŚCI PRAWDOPODOBIENSTWA

Pobierając z badanego wycinka realizacji N próbek, można wyznaczyć estymator funkcji rozkładu prawdopodobieństwa $p^*(x)$ korzystając z następującej zależności [1]

$$p^*(x_1) = \frac{N_1}{N \Delta x} \quad (1)$$

gdzie:

Δx - szerokość przedziału wokół punktu x_1

N_1 - liczba próbek przypadających na przedział

$$\left(x_1 - \frac{\Delta x}{2}, \quad x_1 + \frac{\Delta x}{2} \right)$$

Przed przystąpieniem do pomiaru rozkładu częstości /liczebności/ operator ustala: wartość A_k wejściowego dzielnika napięcia, maksymalną liczbę zdarzeń N^* mogących "wpaść" do klasy o najszybszym wzroście. Dopuszczalny zakres zmian wartości badanego sygnału zawiera się w przedziale $(-5 A_k, 5 A_k)$. Zakres ten jest podzielony na sto podprzedziałów /klas/. Szerokość każdej klasy $\Delta x = \frac{A_k}{10}$. Pomiar zostaje zakończony, jeżeli w którejkolwiek klasie zostaje zarejestrowanych N^* zdarzeń. Wówczas w i -tej klasie zliczonych jest N_1 zdarzeń o amplitudach zawartych w przedziale $\left(x_1 - \frac{A_k}{20}, x_1 + \frac{A_k}{20} \right)$. Zatem na ekranie kineskopu /na taśmie papierowej/, uzyskuje się wykres liczebności, w którym liczebność w i -tej klasie jest proporcjonalna do stosunku $\frac{Y_{ki}}{Y_k}$, gdzie Y_{ki} jest rzędną i -tej klasy, a Y_k rzędną klasy o największej liczebności (N^*).

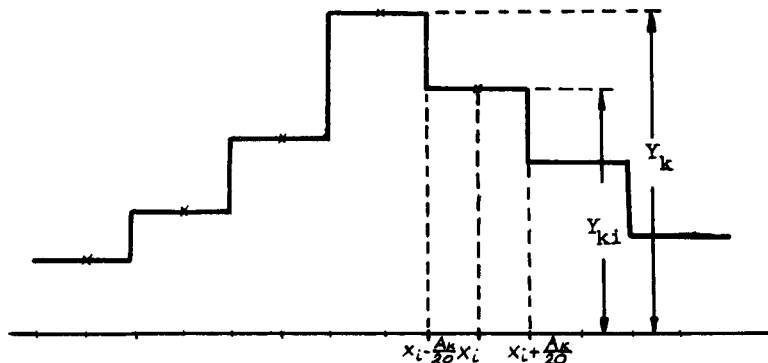
Przykładowy wykres liczebności jest przedstawiony na rysunku 2. Zatem liczebność w i -tej klasie jest równa

$$N_1 = \frac{N^*}{Y_k} Y_{ki} \quad (2)$$

a częstość n_1

$$n_1 = \frac{N^*}{\sum_1^N N_1} \frac{Y_{ki}}{Y_k} \quad (3)$$

*Patrz: Literatura [1] ss. 6-1, 6-4



Rys.2. Fragment wykresu przedstawiający rozkład liczebności

Wartość rzędnych Y_k i Y_{ki} można odczytać z wykresu na lampie obrazowej lub w postaci cyfrowej z taśmy perforowanej. Wartości odciętych x_i odpowiadających środkom i -tych klas są wyznaczane z zależności

$$x_i = (m - 51) \frac{\Delta_k}{10} \quad (4)$$

gdzie:

m - numer punktu na wykresie liczebności

$m = 0, 1, 2, 3, \dots, 99$, $i = m + 1$;

Czas trwania T /długość wycinka realizacji/ jest zależny od typu rozkładu badanej cechy. Zatem przed przystąpieniem do pomiaru nie jest możliwe ścisłe określenie tego czasu. Dopiero po **zakończeniu** pomiaru znana jest całkowita liczba próbek $N = \sum N_i$ pobranych z danej realizacji. Czas trwania pomiaru wyznaczony jest ze wzoru

$$T = N \Delta t \quad (5)$$

gdzie:

Δt - odstęp między kolejnymi próbkami

Wynik pomiaru empirycznej funkcji korelacji /korelogramu/ jest także wykresem stupunktowym. Rzędne korelogramu wyznaczane są zgodnie z następującymi wzorami:

- dla estymatora funkcji korelacji wzajemnej:

$$R_{xy}^*(m \Delta t) = \frac{1}{N} \sum_{k=m+1}^{N+m} x[(k-1)\Delta t] y[(k-1)\Delta t - m\Delta t] \quad (6)$$

- dla estymatora funkcji autokorelacji

$$R_{xx}^*(m\Delta t) = \frac{1}{N} \sum_{k=m+1}^{N+1} x[(k-1)\Delta t] \times [(k-1)\Delta t - m\Delta t] \quad (7)$$

gdzie:

$N = 128 + 128 \cdot 1024$ - liczba cykli pomiaru /wybierana przez operatora/;

m - numer punktu korelogramu $m = 0, 1, 2 \dots 99$

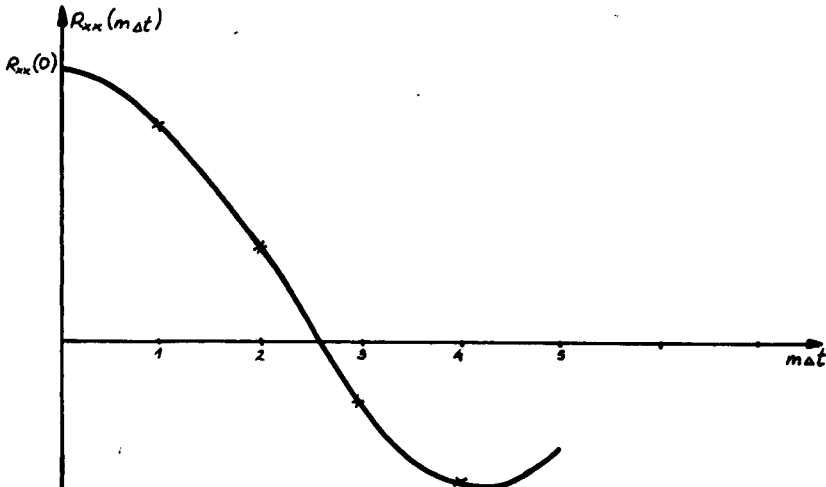
$m\Delta t = \tau$ - argument funkcji korelacji,

Δt - odstęp między kolejnymi próbkami pobranymi z badanego wycinka realizacji.

Czas trwania wycinka realizacji zależy od odległości Δt między próbkami oraz ilości cykli pomiarowych N , realizowanych w czasie trwania pomiaru. Czas ten można wyznaczyć korzystając z następujących wzorów[7]

$$T = \begin{cases} N \Delta t & \text{dla } \Delta t \geq 333 \mu s \\ 10N \Delta t & \text{dla } 33 \mu s \leq \Delta t \leq 100 \mu s \\ 100N \Delta t & \text{dla } 1 \mu s \leq \Delta t \leq 10 \mu s \end{cases}$$

Przykładowy korelogram przedstawiony jest na rysunku 3. Wartości rzędnych $R_{xx}(m\Delta t)$ lub $R_{xy}(m\Delta t)$ można odczytać bezpośrednio z wykresu na lampie obrazowej lub w postaci cyfrowej z taśmy perforowanej [7].



Rys.3. Przykładowy fragment korelogramu

3. DOKŁADNOŚĆ POMIARU

Na podstawie skończonego zbioru obserwacji wycinków realizacji /o czasie trwania T /, dokonywana jest estymacja parametrów badanego procesu losowego. Zatem jednym z elementów wniosku na podstawie badań procesu losowego, musi być szacowanie dokładności estymacji badanych parametrów. Błędy popełnione przy analizie są związane z metodyką pomiarów statystycznych oraz z błędami wprowadzonymi przez aparaturę pomiarową.

Dokładność estymacji parametrów statystycznych ocenia się zwykle przy pomocy błędu średniokwadratowego, który można zapisać następująco

$$\delta^2 [\phi^*] = E [(\phi^* - \phi)^2] \quad (8)$$

gdzie

ϕ - wartość estymowanego parametru,
 ϕ^* - wartość estymatora parametru.

Po prostych przekształceniach wzoru (8) otrzymuje się następującą jego postać [1]

$$\delta^2 [\phi^*] = E [(\phi^* - E[\phi^*])^2] + E [(E[\phi^*] - \phi)^2] \quad (9)$$

Pierwsza część wyrażenia (9) jest wariancją $D^2[\phi^*]$ opisującą losową część błędu, a druga jest kwadratem błędu obciążenia $b^2[\phi^*]$ estymatora opisującego systematyczną część błędu. Zatem błąd średniokwadratowy jest sumą wariancji estymatora oraz kwadratu błędu obciążenia. W praktyce wygodniejszy jest względny błąd skuteczny, który można zapisać w postaci

$$\varepsilon = \frac{\delta}{\phi} = \frac{D^2[\phi^*] + b^2[\phi^*]}{\phi} \quad (10)$$

Rozkład liczebności oraz rozkład częstości są estymatorami funkcji rozkładu prawdopodobieństwa, co można zapisać w następujący sposób

$$P^* [x, \Delta x] = P^* [x - \frac{\Delta x}{2} \leq x(t) \leq x + \frac{\Delta x}{2}] = \frac{T}{N} P = \frac{N}{N} \frac{\Delta t}{\Delta t} = \frac{N}{N} P \quad (11)$$

gdzie

N_x liczba próbek których wierzchołki znajdują się w przedziale

$$(x - \frac{\Delta x}{2}, x + \frac{\Delta x}{2}),$$

Z powyższych zależności wynika, że stosunek $\frac{N_x}{N}$ lub $\frac{T_x}{T}$ przedstawia numeryczną frakcję czasu przebywania realizacji $x(t)$ w przedziale wartości $(x - \frac{\Delta x}{2}, x + \frac{\Delta x}{2})$. Estymator $P^* [x, \Delta x]$ zbliża się do wartości rzeczywistej $P [x, \Delta x]$, gdy czas trwania T wycinka realizacji zmierza do nieskończoności.

Można więc napisać

$$P [x, \Delta x] = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{T_x}{T} = \lim_{N \Delta t \rightarrow \infty} \frac{N_x}{N} \quad (12)$$

Gęstość prawdopodobieństwa można określić korzystając ze wzoru

$$p(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{P [x, \Delta x]}{\Delta x} = \lim_{\substack{\Delta x \rightarrow 0 \\ N \rightarrow \infty}} \frac{N_x}{N \Delta x} \quad (13)$$

Względny błąd średniokwadratowy spowodowany skończoną długością realizacji ($T = N \Delta t$) oraz szerokością klasy Δx wyraża się w sposób następujący

$$\mathcal{E}^2 = \frac{1}{2 \Delta f T \Delta x p(x)} + \frac{\Delta x^4}{576} \left[\frac{p''(x)}{p(x)} \right]^2 \quad (14)$$

gdzie Δf jest szerokością pasma zajmowanego przez badany sygnał [8]. Z równości (14) wynika, że istnieją sprzeczne wymagania co do szerokości przedziału Δx . Z jednej strony wymaga się dużej wartości Δx / pierwszy składnik równania/ w celu zmniejszenia błędu losowego, a z drugiej strony pożądaną jest zmniejszenie szerokości przedziału Δx w celu zmniejszenia błędu obciążenia estymacji. Należy zwrócić uwagę również na możliwości przyrządu pomiarowego. Jak już wspomniano przedział $(-5 A_k, 5 A_k)$ podzielony jest na 100 klas zatem szerokość klasy $\Delta x = \frac{A_k}{10}$. W zależności od własności funkcji prawdopodobieństwa może pojawić się konflikt między chęcią pomiaru największej części estymatora a szerokością klasy Δx .

Błędy statystyczne popełniane przy estymacji funkcji korelacji są związane ze skończonym czasem trwania wycinka realizacji oraz dyskretyzacją w czasie i dyskretyzacją poziomu. Wydaje się, że niecelowa byłaby dokładna ocena błędu maksymalnego. Przy dokładnej analizie błędu wymagana jest informacja o metodzie wyznaczania estymatora oraz określenie a priori wyrażenia opisującego rzeczywistą funkcję korelacji [10, 11, 12]. Przy takiej analizie istotny jest również typ funkcji rozkładu prawdopodobieństwa. Dla procesów o rozkładzie normalnym, zależności matematyczne, przy pomocy których wyznaczany jest błąd maksymalny, są znacznie prostsze niż dla innych typów rozkładów [10]. Analiza błędu estymacji funkcji korelacji oparta będzie na zależnościach wyprowadzonych dla funkcji gęstości prawdopodobieństwa podlegającej prawom rozkładu normalnego. Uzyskane wyniki mogą być wykorzystane przy szacowaniu błędu maksymalnego, w przypadku jednomodalnych rozkładów symetrycznych badanych procesów.

Błąd związany ze skończonym czasem trwania T wycinka realizacji, jest szacowany następująco [3]:

$$\mathcal{E}_T < 2 \sqrt{\frac{\tau_{mk}}{T}} \quad (15)$$

gdzie

τ_{mk} - maksymalny czas korelacji dla którego spełniona jest nierówność $R(\tau_{mk}) \leq \frac{1}{20} R(0)$,

T - czas trwania wycinka realizacji.

Zastosowanie dyskretyzacji w czasie powoduje zwiększenie błędu średniokwadratowego w stosunku do błędu bez dyskretyzacji, /średnio od 1,2 do 1,5 raza/ [4, 6]. Zatem łączny błąd \mathcal{E}_T , Δt , związany z ograniczoną długością wycinka realizacji oraz dyskretyzacją procesu w czasie, ograniczony jest następująco

$$\mathcal{E}_{T, \Delta t} < 2 \sqrt{\frac{1,2 \tau_{mk}}{T}} \quad (16)$$

Dodatkowy błąd związany jest ze skończoną liczbą N próbek pobranych w czasie T z wycinka realizacji. Jest on nie większy od [3]:

$$\mathcal{E}_N < \sqrt{\frac{2}{N}} \quad (17)$$

Przy ocenie błędu związanego z dyskretyzacją poziomu zakłada się, że poziomy kwantyzacji w obu kanałach korelatora są różne.

Przyjmuje się, że szerokości przedziałów kwantyzacji są następujące:

Δ_1 szerszy i Δ_2 węższy.

Jeżeli spełnione będą warunki:

$$\frac{\sigma_x}{\Delta_2} \geq \frac{\sigma_x}{\Delta_1} \geq 0,5, \quad (18)$$

to względny błąd średniokwadratowy można oszacować korzystając z następującej nierówności [4]:

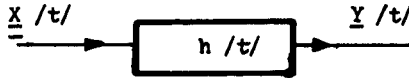
$$\mathcal{E}_\Delta \leq 2 \left[e^{-\frac{2\pi^2 \sigma_x^2}{\Delta_1^2}} + e^{-\frac{2\pi^2 \sigma_x^2}{\Delta_2^2}} + \frac{\Delta_2^2}{24 \sigma_x^2} \right], \quad (19)$$

w której σ_x oznacza odchylenie standardowe badanego procesu. Wzór (19) jest słuszny dla procesów o rozkładzie normalnym i dynamice sygnału $6 \sigma_x$ /przedział trzech sigm/. Uważa się, że podobne wyniki można uzyskać dla innych typów rozkładów kształtem zbliżonych do normalnego. Przy ocenie błędu można zrezygnować z obliczenia prawej strony nierówności (19).

Jeżeli znane są wartości stosunku $\beta_1 = \frac{\sigma_x}{\Delta_1}$ i $\beta_2 = \frac{\sigma_x}{\Delta_2}$, to roz-

wiązanie nierówności można odczytać z wykresu umieszczonego w artykule

Kosiakina i Pizaretowa [8] (str. 384) . Dysponując informacją o liczbie poziomów kwantyzacji /tzn. o długości słowa kodowego/ w każdym kanale, można rozwiązanie odczytać na wykresie umieszczonym w pracy Domarackiego [4] (str. 70) . Korelator hp 3721 A wyposażony jest w dwa kwantyzery: precyzyjny 7 bitowy i zgrubny 3 bitowy. Zatem błąd związany z dyskretyzacją w poziomie $\epsilon_{\Delta} \leq 4 \cdot 10^{-3}$ (zobacz [4], rys.8.5, str. 70) .



Rys.4. Jednoweściowy układ liniowy

Całkowity błąd średniokwadratowy estymatora przy pomiarze funkcji korelacji korelatorem cyfrowym można oszacować korzystając z zależności

$$\epsilon \leq \sqrt{\epsilon_{T, \Delta}^2 + \epsilon_N^2 + \epsilon_{\Delta}^2} \quad (20)$$

Często między obiekt badany a przyrząd pomiarowy włączony jest układ pośredniczący np. wzmacniacz. Układ ten będzie wprowadzał dodatkowy błąd pomiaru. Przyczynami powstawania tych błędów są szumy własne układu pośredniczącego oraz ograniczona dynamika wzmacniacza. Szumy powodują zniekształcenie badanego procesu w zakresie małych wartości chwilowych. Zbyt mała dynamika układu pośredniczącego powoduje zmniejszenie wariancji estymatora, zaś przy przejściu procesu przez układ o ograniczonym paśmie przenoszenia, nastąpi zmiana widmowej gęstości mocy.

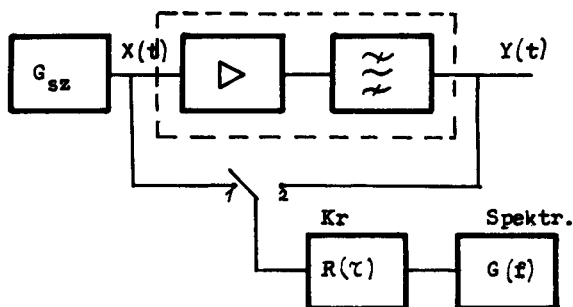
Transmitancja $H(f)$ układu liniowego o stałych parametrach jest funkcją częstotliwości i nie zależy ani od sygnału wejściowego, ani od czasu. Jeżeli na wejście układu przedstawionego na rysunku 4 doprowadzony jest sygnał będący wycinkiem realizacji $x(t)$ stacjonarnego procesu losowego $\underline{X}(t)$, to na wyjściu tego układu pojawi się sygnał $y(t)$, który jest wycinkiem realizacji innego stacjonarnego procesu losowego $\underline{Y}(t)$. Zależność wiążąca estymatory funkcji widmowej gęstości mocy $G_x^*(f)$ i $G_y^*(f)$ oraz transmitancję układu $H(f)$, wyraża się następującymi wzorami:

$$G_y^*(f) = H^*(f)^2 G_x^*(f) \quad (21)$$

$$G_{xy}^*(f) = H^*(f) G_x^*(f) \quad (22)$$

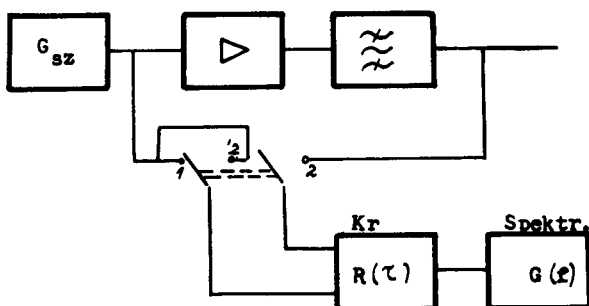
Ze wzorów (21) i (22) wynika zasada pomiaru estymatora transmitancji badanego układu. Układy do pomiaru estymatorów $G_x^*(f)$, $G_y^*(f)$ przedstawiono na rysunku 5. Jeżeli $\underline{X}(t)$ jest białym szumem gaussowskim to

$$G_x^*(f) = G_b$$



Pozycja 1 pomiar $G_x^*(f)$

Pozycja 2 pomiar $G_y^*(f)$



Pozycja 1 pomiar $G_x^*(f)$, Pozycja 2 pomiar $G_{xy}^*(f)$

G_{sz} generator szumu białego, Kr korelator,

Spektr spektrometr

Rys.5. Układ blokowy zestawu do pomiaru estymatorów widmowej gęstości mocy

Wobec tego zależności (21) oraz (22) można zapisać

$$G_y^*(f) = H^*(f)^2 G_b \quad (23)$$

$$G_{xy}^*(f) = H^*(f) G_b \quad (24)$$

Powyższe zależności są słuszne jedynie wówczas, gdy badany układ nie zawiera wewnętrznych źródeł sygnałów. W układzie pośredniczącym do sygnału przeniesionego między wejściem i wyjściem dodawane są zakłócenia, których źródła znajdują się wewnątrz tego układu /np. zakłócenia pochodzące ze źródeł zasilania, szumy elementów itp./. Wobec tego sygnał na wyjściu układu pośredniczącego zawiera dodatkowy składnik $z(t)$.

Sygnal zakłócający $z(t)$ można wyznaczyć korzystając z zależności:

$$z(t) = y(t) - \int_0^{\infty} h(\tau) x(t-\tau) d\tau \quad (25)$$

w której $h(\tau)$ jest odpowiedzią jednostkową badanego czwórnik.

Następstwem powyższej zależności jest związek pomiędzy odpowiednimi estymatorami gęstości widmowej [1, 2] :

$$G_z^*(f) = G_y^*(f) \left[1 - \frac{|G_{xy}^*(f)|^2}{G_x^*(f) G_y^*(f)} \right] \quad (26)$$

gdzie

$G_x^*(f)$, $G_y^*(f)$, $G_z^*(f)$ - estymatory widmowej gęstości mocy sygnałów $x(t)$, $y(t)$, $z(t)$;
 $G_{xy}^*(f)$ - estymator wzajemnej widmowej gęstości mocy

Z zależności (26) wynika, że układ pośredniczący nie wprowadza zniekształceń, jeżeli spełniony będzie warunek

$$|G_{xy}^*(f)|^2 = G_x^*(f) G_y^*(f) \quad (27)$$

Funkcja gęstości prawdopodobieństwa wielu procesów losowych jest zbliżona do rozkładu normalnego, a widmowa gęstość mocy jest w przybliżeniu stała. Zatem wydaje się, że przy ocenie istotności zakłóceń wnoszonych przez układ pośredniczący, można by zastąpić sygnał mierzony /wycinek realizacji badanego procesu/, szumem białym o rozkładzie prawdopodobieństwa typu $N(0, \sigma)$. Dzięki takiemu zabiegowi można we wzorach (26) i (27) podstawić wartości G_b zamiast $G_x^*(f)$, ponieważ dla estymatorów pomierzonych dla wycinka realizacji o długości T spełniony jest warunek

$$E [G_x^*(f, T)] = G_b \quad (28)$$

Zatem wzór (26) przyjmie postać

$$G_z^*(f) = G_y^*(f) \left[1 - \frac{|G_{xy}^*(f)|^2}{G_b G_y^*(f)} \right] \quad (29)$$

Z zależności (29) wynika warunek braku zniekształceń wnoszonych przez układ pośredniczący

$$|G_{xy}^*(f)|^2 = G_b G_y^*(f) \quad (30)$$

Wobec powyższego, przy ocenie zakłóceń wnoszonych przez układ

pośredniczący, wystarczy porównać wygładzone estymatory $G_{xy}^*(f)$ i $G_y^*(f)$. Dla stacjonarnych procesów ergodycznych uśrednianie to może być wykonane w zbiorze estymatorów uzyskanych z pomiarów wycinków jednej realizacji procesu losowego. Spotykany jest też inny sposób uśredniania, w którym wyklucza się badany wycinek realizacji. Tego typu uśrednianie nie jest stosowane zbyt często, ponieważ:

- dla danego przyrządu pomiarowego ograniczony jest czas pojedynczego pomiaru;
- w wielu przypadkach procesy są stacjonarne tylko w określonych przedziałach czasu.

Jak już wspomniano, z zależności (26) i (27) wynika metoda wyznaczenia zakłóceń własnych układu włączonego między obiektem badanym i przyrządem pomiarowym. Zakłócenia te oceniane są w normalnych warunkach pracy układu pośredniczącego. Jest to podstawową zaletą proponowanej metody. Wadą jest konieczność wykonania więcej niż 30 pomiarów [1], estymatorów widmowej gęstości mocy. Taka znaczna liczba pomiarów związana jest z koniecznością dobrego wygładzenia estymatora. Jeżeli zresztuje się z liczbowego wyrażenia estymatora $G_x^*(f)$, wówczas można zmniejszyć wymaganą liczbę pomiarów do pięciu. Również do pominięcia [2] jest niewielkie obciążenie estymatora, wynikające ze sposobu uśredniania ponieważ

$$E \left[\frac{|G_{xy}(f)|^2}{G_x^*(f) G_y^*(f)} \right] \neq \frac{E |G_{xy}(f)|^2}{E [G_x^*(f) G_y^*(f)]}$$

Oczywiście, tego typu metodę można polecić jedynie wówczas, gdy możliwe jest szybkie wyznaczenie estymatorów G_x^* , G_y^* , G_{xy}^* . W przypadku, gdy sygnał wejściowy jest szumem białym tylko G_y^* , G_{xy}^* . Estymatory te można pomierzyć np. przy pomocy zestawu: korelator hp 3721 A, spektroskop hp 3720 A.

LITERATURA

- [1] Bendat J., Piersol A.: Metody analizy i pomiarów sygnałów losowych. PWN, Warszawa 1976
- [2] Bendat J., Piersol A.: Engineering application of correlation and spectral analysis. John Wiley & sons, 1980
- [3] Boenigk T., Drzycki Z., Iwański T., Knopik L., Zalewski J.: Statystyczna analiza wyników pomiarów psfometrycznej mocy szumu w kanałach telefonicznych. Zeszyty Naukowe nr 56 ATR, Bydgoszcz 1979
- [4] Domaraackij A., Iwanow L., Jurkow Ju.: Mnogocelowej statystycznej analiz szkodliwych sygnałów. Nauka 1975
- [5] Dudziewicz J.: Pomiarы teletransmisyjne. WKŁ, Warszawa 1975

- [6] Gribanow Ju., Wielowa G., Andrejew.: *Awtomaticzeskije cifrowyje korrelatory*. Energia 1971
- [7] *Instrukcja Model 3721 A. Correlator. Operating manual* Hewlett - Packard 1971
- [8] Kittel P.: *Comment on the equivalent noise bandwidth approximation*. Rev.Sci. Instrum. Vol 48 nr 9, 1977
- [9] Kosjakin A., Fikaretow G.: *Postrojenie cifrowych korrelatorow, w : Identyfikacja i aparatura dla statisticzeskich isledowanij*. Nauka 1970
- [10] Liwzic N., Fugacisiew W.: *Wierojatnostnyj analiz sistem awtomaticheskogo uprawlenija*. Sowietsoje Radio 1963
- [11] Mirskij.: *Apparaturnoje opredielenije ocharakterisk szuczajnych procesow*. Energia 1972
- [12] Żowinskij W., Archowski W.: *Korrelacjonnyje ustrojstwa*. Energija 1974

ESTIMATION OF CORRELATION AND PROBABILITY DENSITY FUNCTIONS BY MEANS
OF CORRELATOR hp 3721 A

Summary

The paper presents principles of determining estimators of correlation and probability density functions on the basis of measurements results obtained when using the correlator hp 3721 A. Methods of accuracy assessment of the estimations of these characteristics are depicted.



ОЦЕНКА ФУНКЦИИ КОРРЕЛЯЦИИ И ПЛОТНОСТИ ВЕРОЯТНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОРРЕ-
ЛЯТОРА hp 3721 A

Резюме

В статье представлены принципы определения оценок функции корреляции и плотности вероятности на основе результатов измерений, проведённых при помощи коррелятора hp 3721A. Показаны методы оценки точности оценок этих характеристик.

Lech Jan Weiss

FILTER WSZECHPRZEPUSTOWY PIERWSZEGO RZĘDU JAKO
PRZESUWNIK FAZY

W artykule przeanalizowano trzy układy filtru wszechprzepustowego, a mianowicie pasywnego, ze wzmacniaczem operacyjnym i z tranzystorem, pod kątem zastosowania ich jako przesuwnika fazy. Wykazano, że w warunkach idealizowanych przesunięcie fazowe we wszystkich trzech układach wyraża się takim samym wzorem. Sporządzono wykres ułatwiający projektowanie przesuwnika. Przeprowadzono dyskusję i wyciągnięto wnioski.

1. WSTĘP

Układy, dla których w całym zakresie przenoszenia przesunięcie fazowe między sygnałem wejściowym a wyjściowym jest funkcją częstotliwości, natomiast charakterystyka amplitudowa ma wartość stałą, nazywają się filtrami wszechprzepustowymi.

Z powyższego wynika, że filtry wszechprzepustowe nie zmieniają wartości bezwzględnej sygnału. Zmiana przesunięcia fazowego może następować wraz ze zmianą częstotliwości sygnału przy stałych wartościach elementów układu. Filtry takie stosuje się jako korektory fazy do wyrównywania charakterystyk fazowych układów, lub w celu realizowania opóźnień czasowych, zależnych od częstotliwości [2, 3, 4, 5, 7].

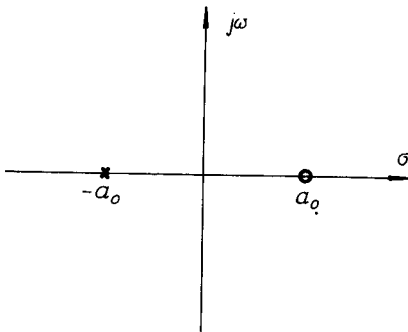
Filtr wszechprzepustowy można również wykorzystać w ten sposób, że przy stałej częstotliwości sygnału zmienia się wartości elementów, bądź w szczególności, wartość jednego elementu układu. Filtr wszechprzepustowy spełnia wówczas rolę przesuwnika fazowego [4, 5, 6, 7]. Przesuwnik taki realizuje przesunięcie fazowe w granicach od zera do około 180° .

2. ZASADA DZIAŁANIA

Filtr wszechprzepustowy pierwszego rzędu posiada transmitancję o następującej postaci [4, 5, 7] :

$$H(s) = H_0 \frac{s - a_0}{s + a_0} \quad (1)$$

Reprezentacja graficzna biegunów i zer wzoru (1) przedstawiona jest na rysunku 1.



Rys.1. Rozkład biegunów i zer transmitancji filtra przepustowego pierwszego rzędu

Kładąc $s = j\omega$ do wzoru (1) przekonamy się, że bezwzględna wartość transmitancji równa jest $H_0 = \text{const.}$ i nie jest funkcją częstotliwości, czyli

$$|H(j\omega)| = H_0 \frac{\sqrt{a_0^2 + \omega^2}}{\sqrt{a_0^2 + \omega^2}} = H_0 \quad (2)$$

Znormalizowana charakterystyka częstotliwościowa wyraża się wzorem

$$\frac{H(j\omega)}{H_0} = \frac{-a_0 + j\omega}{a_0 + j\omega} = \frac{-a_0^2 + \omega^2 + 2ja\omega}{a_0^2 + \omega^2} \quad (3)$$

a tangens kąta przesunięcia fazowego wynosi

$$\text{tg } \varphi = \frac{-2 \omega / a_0}{1 - (\omega / a_0)^2} \quad (4)$$

Stosując tożsamość trygonometryczną

$$\angle \text{arc tg } x = \text{arc tg } \frac{2x}{1 - x^2} \quad (5)$$

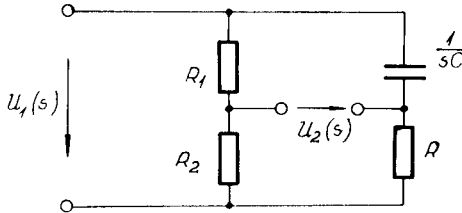
otrzymuje się ostatecznie wzór na przesunięcie fazowe

$$\varphi = -2 \text{arc tg } \omega / a_0 \quad (6)$$

3. REALIZACJA FUNKCJI ZA POMOCĄ UKŁADÓW PIERWSZEGO RZĘDU

Poniżej zostaną przedstawione trzy sposoby realizacji funkcji (6) za pomocą układów pierwszego rzędu, a mianowicie w układzie pasywnym [1, 7], w układzie ze wzmacniaczem operacyjnym [3, 4, 5, 7], i w układzie z tranzystorem.

3.1. Prosty przykład pasywnego przesuwnika w układzie mostkowym przedstawiono wg [1] na rysunku 2.



Rys.2. Mostkowy przesuwnik fazy

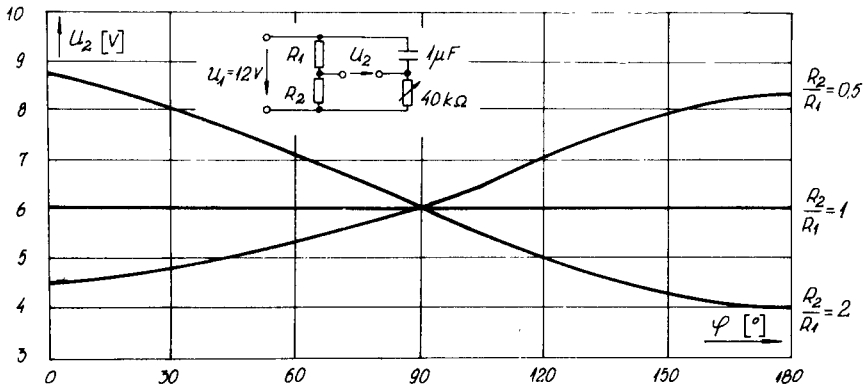
Transmitancja układu ma postać

$$H(s) = \frac{-R_2}{R_1 + R_2} \frac{s - \frac{R_2}{CR R_1}}{s + \frac{1}{CR}} \quad (7)$$

a dla $R_1 = R_2$

$$H(s) = -0,5 \frac{s - \frac{1}{CR}}{s + \frac{1}{CR}} \quad (8)$$

Dla $R_1 = R_2$ amplituda napięcia wyjściowego pozostaje stała w całym zakresie regulacji fazy. Na rysunku 3 przedstawiono uzyskany doświadczalnie przebieg charakterystyki amplitudowej jako funkcji fazy.



Rys.3. Przebieg charakterystyki amplitudowej jako funkcji fazy

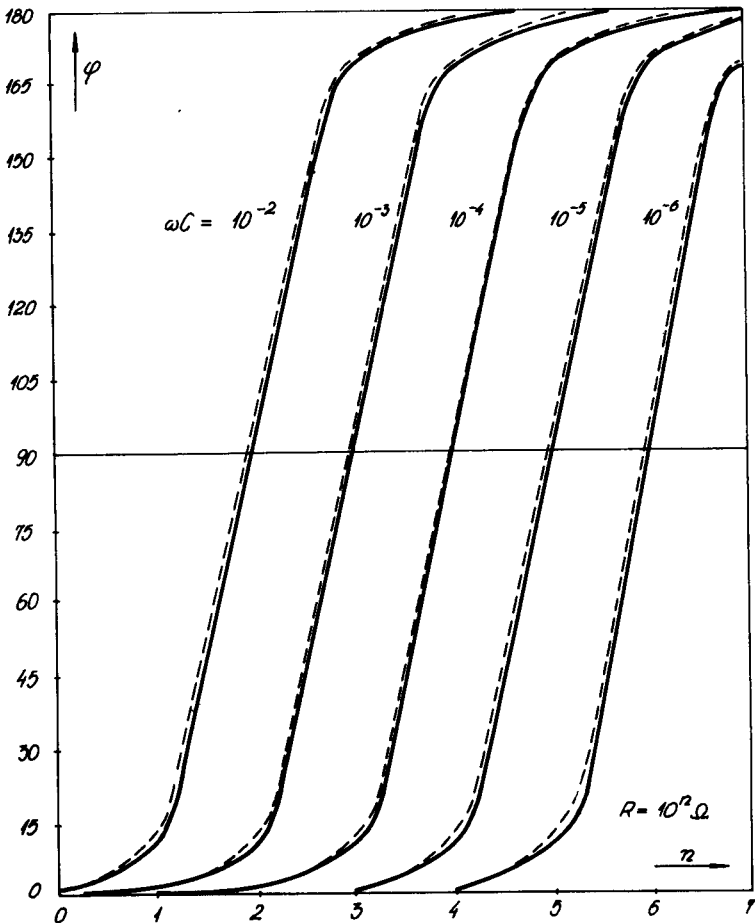
Z rysunku 3 wynika, że dla $R_2/R_1 = 1$ układ ma charakter filtru wszechprzepustowego, przy czym amplituda napięcia zostaje zmniejszona do połowy, co jest zgodne ze wzorem (8).

Przesunięcie fazowe układu wynosi

$$\varphi = \arctg \frac{2\omega RG}{1 - \omega^2 R^2 C^2} \quad (9)$$

lub po zastosowaniu tożsamości wg wzoru (5)

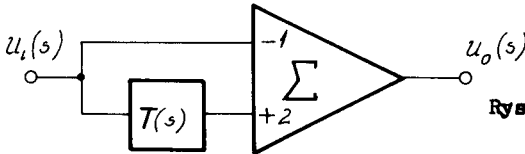
$$\varphi = 2 \arctg GR \quad (10)$$



Rys.4. Przesunięcie fazowe w filtrze wszechprzepustowym jako funkcja rezystancji R przy parametrze ωC

Przebieg fazy jako funkcji R w skali logarytmicznej przedstawiono na rysunku 4, a program obliczenia tej funkcji na kalkulatorze programowanym, przy wartości ωC jako parametru, zamieszczono w dodatku 1.

3.2. Charakterystykę filtra wszechprzepustowego przenoszącego całkowitą wartość amplitudy napięcia wejściowego można zrealizować w układzie aktywnym przedstawionym na rysunku 5.



Rys.5. Układ do realizacji funkcji wg wzoru (1) przy $H_0 = 1$

Układ działa na zasadzie sumowania sygnałów, przy czym transmitancja układu wyraża się wzorem

$$H(s) = \frac{U_o(s)}{U_i(s)} = 2T(s) - 1 \quad (11)$$

Jeżeli człon $T(s)$ ma transmitancję górnoprzepustową pierwszego rzędu

$$T(s) = \frac{s}{s + a_0}, \text{ to}$$

$$H(s) = \frac{2s}{s + a_0} - 1 = \frac{s - a_0}{s + a_0} \quad (12)$$

Dla filtra górnoprzepustowego RC pierwszego rzędu /FGP/ mamy zatem $a_0 = 1/RC$,

$$H(s) = \frac{s - 1/RC}{s + 1/RC} \quad (13)$$

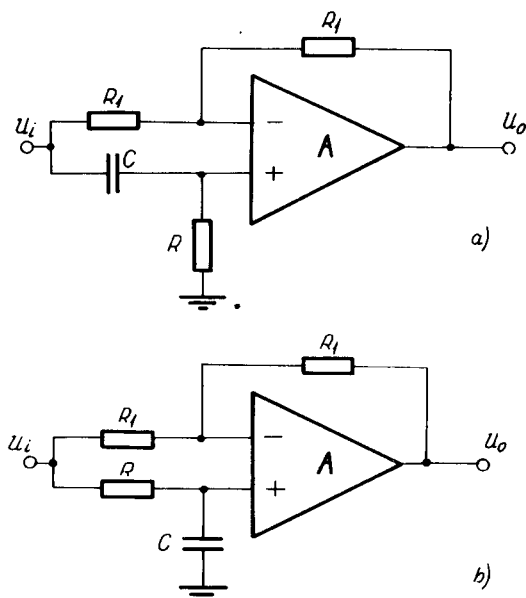
Kładąc $s = j\omega$ otrzymujemy

$$H(j\omega) = \frac{j\omega - \frac{1}{RC}}{j\omega + \frac{1}{RC}} \quad (14)$$

Przesunięcie fazowe odpowiedzi wynosi

$$\varphi = -2 \arctg \omega RC \quad (15)$$

Wzór (15) określający przesunięcie fazowe ma postać identyczną ze wzorem (10) odnoszącym się do układu pasywnego, lecz ze znakiem przeciwnym. Wzór obarczony jest błędem wynikającym z nieidealności wzmacniacza operacyjnego. Wartości wzmocnień względem wejść wzmacniacza zaznaczone na rysunku 5, a także człon o charakterystyce górnoprzepustowej w gałęzi wejścia nieodwracającego wzmacniacza uzyskuje się w układzie przedstawionym na rysunku 6a. Układ ma konfigurację wzmacniacza odejmującego.



Rys.6. Schemat przesuw-
nika fazowego wg
zasady z rysunku 5
a/ układ z FGP
b/ układ z FDP

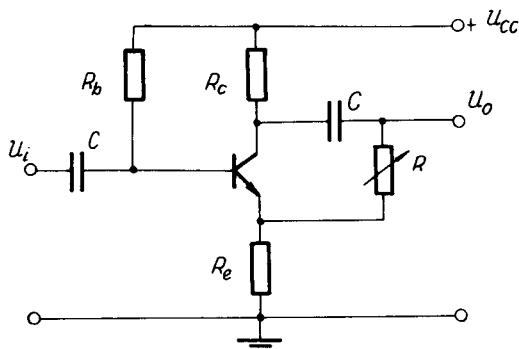
Wartości rezystorów R_1 nie mają wpływu na kształt charakterystyki fazowej. Przy wartościach elementów $R_1 = 10^4 \Omega$, $f = 200 \text{ Hz}$, $C = 20 \text{ nF}$ i rezystancji R regulowanej w granicach od 0 do $10^7 \Omega$ zakres regulacji fazy wynosi od 0 do $-179,54^\circ$. Wartości funkcji $\varphi = f(n)$ przy $R = 10^n$ dla $\omega C = 2,5 \cdot 10^{-5}$ przedstawiono w tabelicy 1.

T a b l i c a 1

n	$-\varphi$
7	179,54
6	175,42
5	136,40
4	28,07
3	2,86
2	0,29
1	0,03
0	$2,86 \cdot 10^{-3}$

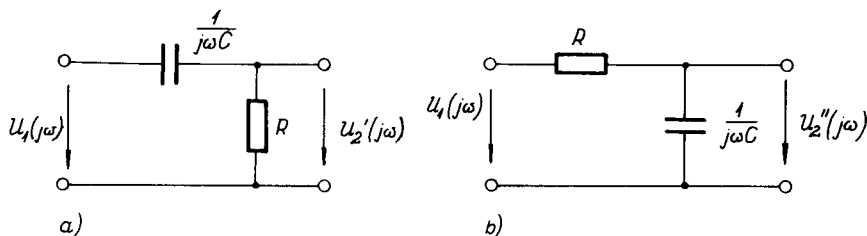
Możliwa jest również realizacja odmiany układu z zastosowaniem filtra dolnoprzepustowego RC pierwszego rzędu /FDP/. Odpowiedni schemat przedstawiono na rysunku 6b.

3.3. W pewnych przypadkach stosowanie wzmacniacza operacyjnego jest nieogodne. Można wówczas zastępczo stosować układ z tranzystorem, w którym także można uzyskać przesunięcie fazowe do około 180°. Schemat układu przedstawiono na rysunku 7.



Rys.7. Schemat przesuwnika fazowego z tranzystorem

Gdy $R_c = R_e$, wzmocnienie w obwodzie kolektora wynosi -1 , a w obwodzie emitera równe jest $+1$. Dzielnik CR zasilany jest z dwóch końców napięciami o jednakowych amplitudach i o przeciwnych fazach. Transystor "widzi" z zacisku kolektora układ FGP przedstawiony na rysunku 8a, a z zacisku emitera "widzi" układ FDP jak na rysunku 8b.



Rys.8. Człon RC a/ "widziany" z zacisku kolektora b/ "widziany" z zacisku emitera

Charakterystyki częstotliwościowe układów z rysunku 8 mają postać

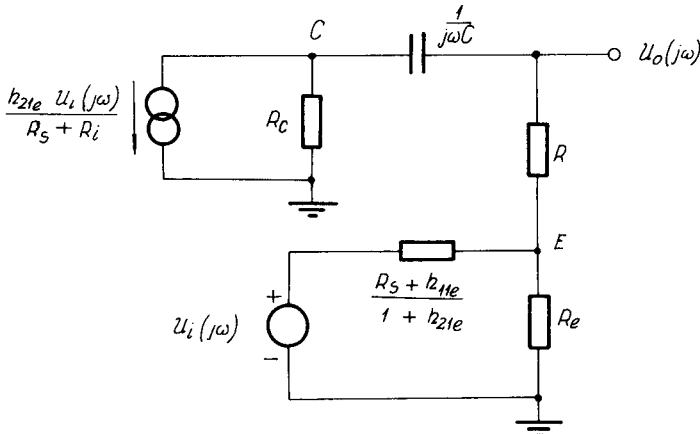
$$a/ \quad FGP: \quad T(j\omega)_G = \frac{\omega^2 + ja\omega}{a^2 + \omega^2} \quad (16a)$$

$$b/ \quad FDP: \quad T(j\omega)_D = \frac{a^2 - ja\omega}{a^2 + \omega^2} \quad (16b)$$

gdzie

$$a = \frac{1}{RC}$$

Uproszczony schemat całości przedstawiono na rysunku 9, gdzie R_i - rezystancja wejściowa układu.



Rys.9. Uproszczony schemat zasilania człomu RC

Napięcie $U_2(j\omega)$ obliczamy metodą superpozycji, przy czym zakładamy, że rezystancje wewnętrzne źródeł emiterowego i kolektorowego są do pominięcia.

$$U_2(j\omega) = U'_2(j\omega) + U''_2(j\omega) \quad (17)$$

gdzie

$$U'_2(j\omega) = U_1(j\omega) \frac{-\omega^2 - ja\omega}{a^2 + \omega^2} \quad (18)$$

$$U''_2(j\omega) = U_1(j\omega) \frac{a^2 - ja\omega}{a^2 + \omega^2} \quad (19)$$

charakterystyka częstotliwościowa całego układu ma postać

$$H(j\omega) = \frac{a^2 - \omega^2 - 2ja\omega}{a^2 + \omega^2} \quad (20)$$

Tangens kąta fazowego określony jest wzorem

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{-2 \frac{\omega}{a}}{1 - \left(\frac{\omega}{a}\right)^2} \quad (21)$$

a kąt fazowy dla $a = 1/RC$ wynosi

$$\varphi = - 2 \text{ arc tg } \omega RC \quad (22)$$

Wzór (22) jest identyczny ze wzorem (15). Należy jednak pamiętać, że założenie zerowych rezystancji źródeł w układzie z rysunku 9 obarcza wynik rozważań błędem większym niż w przypadku układu ze wzmacniaczem operacyjnym.

4. WNIOSKI

W odniesieniu do opisanych powyżej trzech układów przesuwnika fazowego powstaje pytanie, jak należy wybrać wartości elementów układu, a w szczególności wartości C i R. Z reguły częstotliwość sygnału, jeżeli nie jest narzucona z góry warunkami ogólnymi, można dobrać w granicach od kilkudziesięciu do kilku tysięcy herców.

W środku zakresu fazy iloczyn ωCR ma być równy jedności. Do ustalenia wartości C i R pomocny jest rysunek 4. Przyjęto na nim, że rezystancję można zmieniać w granicach od 1 oma do 10^7 omów. W celu uzyskania przesunięcia fazowego do około 180° rezystancja R musi zmienić się o 4 dekad. Na przykład: dana jest częstotliwość pomiarowa $f = 500$ Hz, a zakres zmian rezystancji regulacyjnej od 0 do 100 k Ω . Na podstawie wykresu rysunku 4 wybieramy $\omega C = 10^{-3}$, a stąd $C = 10^{-3} / (2\pi \cdot 500) = 0,318 \mu F$. Wykonane dla układu z tranzystorem pomiary wykazują dużą zgodność krzywych teoretycznych /linie ciągle/, z uzyskanymi na drodze doświadczalnej a wykreślonymi na rysunku 4 linią przerywaną. Podobny układ przesuwnika fazowego można zbudować również w oparciu o tranzystor unipolarny.

D o d a t e k 1

Program obliczenia kąta fazowego wg wzoru

$$\varphi = - 2 \text{ arc tg } \omega RC$$

przy czym $R = 10^n$
 $\omega C \rightarrow$ STO 0
 $n \rightarrow$ STO 1

START			
00	STO	21	*
01	0	22	2
02	RS	23	CHS

03	STO	24	=
04	1	25	RS
05	RCL	26	RCL
06	1	27	2
07	STO	28	-
08	2	29	1
09	RCL	30	=
10	0	31	SKP
11	*	32	GTO
12	[33	0
13	1	34	7
14	0	35	GTO
15	y^x	36	0
16	RCL	37	5
17	2	RUN	
18]	GTO OO	
19	=	$\omega C \rightarrow RS$	
20	INV TAN	$n \rightarrow RS$	

LITERATURA

- [1] Asiejew B.P.: Fazowyje sootnoszenia w radiotechnikie. Swiazizdat 1951
- [2] Fliege N.: Lineare Schaltungen mit Operations-Verstärkern. Springer Verlag 1979
- [3] Millman J., Chalkias Ch.: Układy scalone analogowe i cyfrowe. WNT, Warszawa 1976
- [4] Tietze U., Schenk Ch.: Halbleiter Schaltungen - technik. Springer Verlag 1974
- [5] Tietze U., Schenk Ch.: Advanced Electronic Circuits. Springer Verlag 1978
- [6] Weiss L.J.: Cyfrowy pomiar względnych zmian oporności poprzez zmianę na kąt fazowy. Politechnika Poznańska Z.N. nr 5, Elektryka Poznań 1964
- [7] Williams A.B.: Electronic Filter Design Handbook. McGraw - Hill Book Comp. 1981

ALL - PASS - FILTERS

Summary

In this paper, there are analysed three kinds of all-pass-filters, i.e. the passive filter, filter containing a transistor and one with the operational amplifier. There is shown that in a perfect case the phase shift of each of the above filters is expressed by the same formula. A diagram as an aid for designing all-pass-filters is drawn. Finally, a discussion follows with conclusions included.

ВСЕПРОПУСКАЮЩИЙ ФИЛЬТР ПЕРВОГО РЯДА КАК ФАЗОРЕГУЛЯТОР

Резюме

В статье проанализированы три схемы всепропускающего фильтра, а именно: пассивного, с операционным усилителем, и с транзистором, с точки зрения применения их как вращателя фазы. Доказано, что в идеализированных условиях вращение фазы во всех трёх рассматриваемых схемах можно вычислить по одной и той же формуле. Выполнена диаграмма для проектирования фазорегулятора. Обсуждены полученные результаты. Сделаны выводы.



Lech J. Weiss
Tadeusz Wysocki
Felicja Wysocka
Tadeusz A. Wysocki

APROKSYMACJA FUNKCJI $\text{erf}(x)$ FUNKCJĄ LOGISTYCZNĄ
DLA $0 \leq x \leq 3$

W artykule opisano zastosowanie funkcji logistycznej do aproksymowania funkcji $\text{erf}(x)$. Otrzymana funkcja aproksymująca ma postać umożliwiającą obliczanie wartości funkcji $\text{erf}(x)$ z zastosowaniem kalkulatora inżynierskiego lub mikrokomputera.

Funkcja $\text{erf}(x)$, swana funkcją błędu /error function/, całką błędu, całką prawdopodobieństwa [5] lub funkcją Krampa [1] ,

$$\text{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt \quad |x| < \infty \quad (1)$$

znajduje zastosowanie między innymi w cybernetyce, teorii emisji termoelektronowej, teorii dyfuzji, teorii przewodnictwa ciepła i w teorii informacji [1] . W teorii telekomunikacji wykorzystywana jest np. do oceny odporności sygnału cyfrowego na zakłócenia o charakterze addytywnego szumu gaussowskiego [6, 7] . Funkcji tej nie można przedstawić za pomocą funkcji elementarnych, natomiast wartości funkcji $\text{erf}(x)$ można obliczyć posługując się jej rozwinięciem w szereg.

Dla małych wartości argumentu zachodzi zależność [5]

$$\text{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \left(x - \frac{x^3}{1!3} + \dots + \frac{(-1)^k}{k!(2k+1)} x^{2k+1} + \dots \right), \quad (2)$$

a dla dużych wartości argumentu

$$\text{erf}(x) = 1 - \frac{\exp(-x^2)}{\sqrt{\pi} x} \left(1 + \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k \frac{1 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (2k-1)}{2^k} \cdot \frac{1}{x^{2k}} \right) \quad (3)$$

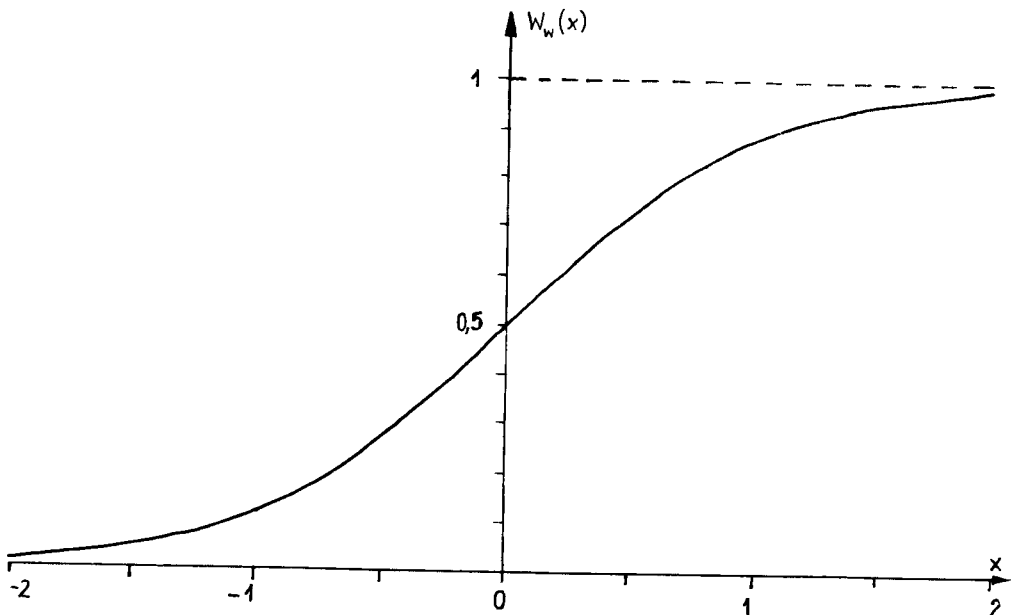
W maszynie cyfrowej ODRA 1305, dla argumentu $0 \leq x \leq 4$, wartości funkcji $\text{erf}(x)$ oblicza się stosując jej rozwinięcie w szereg Czebyssewa o 22 wyrazach /podprogram F4 ERFW/ [2]. W przypadku posługiwania się przy obliczeniach kalkulatorem inżynierskim, minikomputerem, czy większą maszyną cyfrową, której standardowe oprogramowanie nie zawiera programu obliczania funkcji $\text{erf}(x)$, stosowanie rozwinięcia w szereg, wymagające wykonania wielu operacji, jest dość uciążliwe. Wygodniej jest w takim przypadku zastosować przybliżenie funkcji $\text{erf}(x)$ mniej złożonymi zależnościami.

Porównanie wykresu funkcji logistycznej

$$W_w(x) = \frac{1}{1 + \exp[-2kx]} \quad , \quad k = \text{const}, \quad (4)$$

stosowanej między innymi do aproksymacji jednostkowej funkcji skokowej [8], z wykresem funkcji $\text{erf}(x)$ - /zob.na rysunkach 1 i 2/ - wskazuje możliwość zastosowania funkcji $W_w(x)$ do aproksymacji funkcji $\text{erf}(x)$. W tym celu funkcję $W_w(x)$ trzeba przemnożyć przez 2, dobrać wartość parametru k tak, by pochodna funkcji $\text{erf}(x)$ była dla $x = 0$ równa pochodnej funkcji $2 \cdot W_w(x)$ i następnie odjąć jedność. Funkcja aproksymująca ma postać

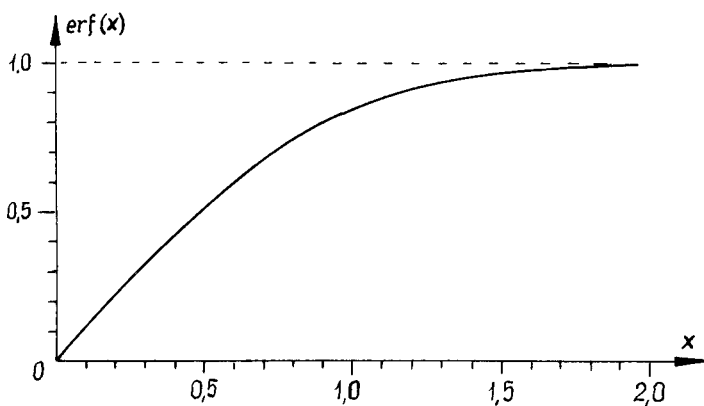
$$F(x) = 2 \cdot W_w(x) - 1 = \frac{2}{1 + \exp[-2k_0 x]} - 1, \quad (5)$$



Rys.1. Wykres funkcji logistycznej $W_w(x)$ dla $k = 1$

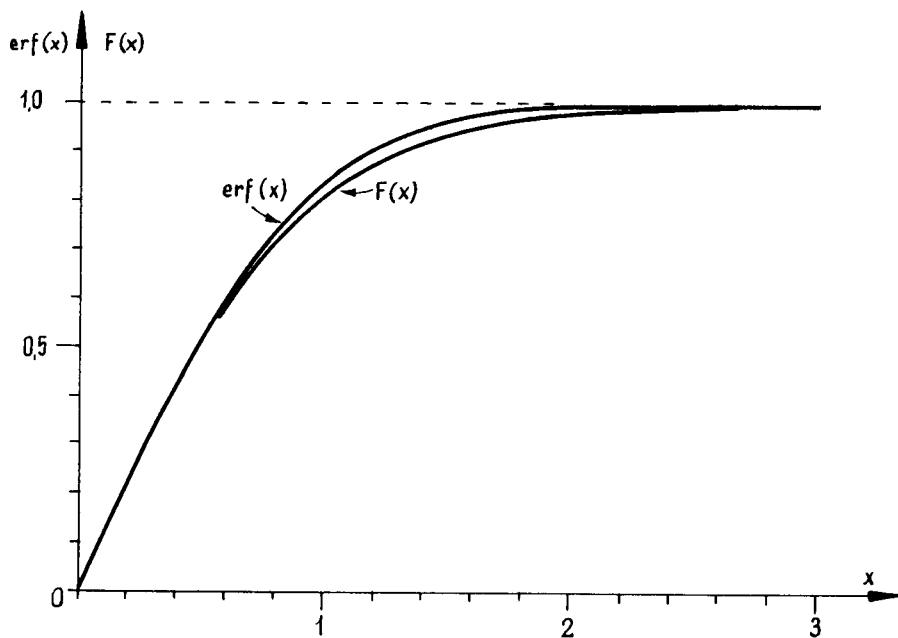
gdzie:

$$k_0 = \frac{2}{\sqrt{\pi}}$$



Rys.2. Wykres funkcji erf(x)

Na rysunku 3 są przedstawione wykresy funkcji erf(x) oraz funkcji F(x).

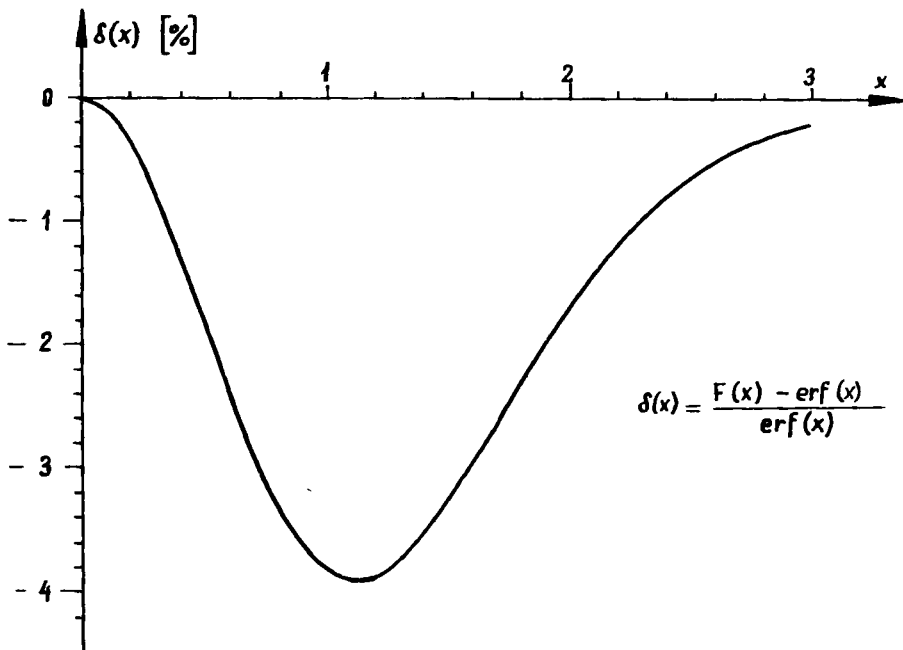


Rys.3. Wykresy funkcji erf(x) oraz F(x)

Krzywa opisana funkcją $F(x)$ leży poniżej krzywej opisanej funkcją $\text{erf}(x)$, a więc błąd

$$\delta(x) = \frac{F(x) - \text{erf}(x)}{\text{erf}(x)} \cdot 100\% \quad (6)$$

jest w rozpatrywanym przedziale $0 \leq x \leq 3$ ujemny. Wykres błędu przybliżenia $\delta(x)$ jest przedstawiony na rysunku 4. Dla $x = 1,2$ błąd $\delta(x)$ dochodzi do -4% . Tak więc funkcja $F(x)$ nie stanowi dobrego przybliżenia funkcji $\text{erf}(x)$.



Rys.4. Wykres błędu przybliżenia $\delta(x)$ funkcji $\text{erf}(x)$ funkcją $F(x)$

Lepsze przybliżenie można uzyskać w następujący sposób [9]. Dla kolejnych wartości funkcji $\text{erf}(x)$ należy obliczyć wartości argumentu funkcji wykładniczej, znajdującej się w mianowniku funkcji $F(x)$, dla których błąd przybliżenia jest równy zero. Zachodzi wówczas zależność:

$$-2k(x) = -2k_0 (1 + \alpha(x)) = \frac{1}{x} \ln \left(\frac{2}{\text{erf}(x) + 1} - 1 \right), \quad (7)$$

a funkcja aproksymująca funkcję $\text{erf}(x)$ ma postać:

$$F_w(x) = \frac{2}{1 + \exp[-2k_0 (1 + \alpha(x)) x]} - 1. \quad (8)$$

Funkcję $\alpha(x)$ będziemy nazywali funkcją korekcyjną. Na rysunku 5 przedstawiony jest wykres funkcji korekcyjnej $\alpha(x)$, której wartości obliczono według zależności (7). Kształt wykresu funkcji $\alpha(x)$ sugeruje jej opisanie za pomocą wielomianu trzeciego stopnia:

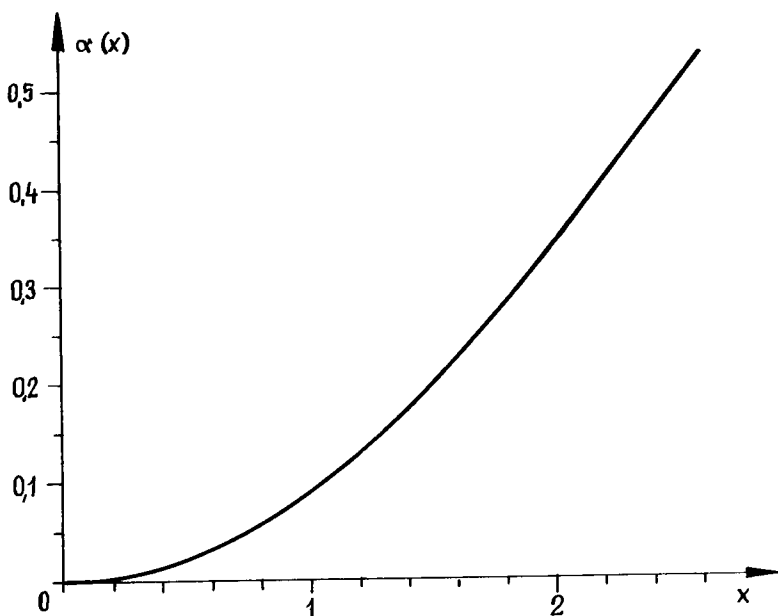
$$P(x) = ax + bx^2 + cx^3 \quad (9)$$

Uwzględniając, że

$$\alpha(x) \approx ax + bx^2 + cx^3 \quad (10)$$

otrzymujemy

$$F_w(x) = \frac{2}{1 + \exp[-2k_0 (1 + ax + bx^2 + cx^3) \cdot x]} - 1 \quad (11)$$



Rys.5. Wykres funkcji korekcyjnej $\alpha(x)$

Dobre przybliżenie funkcji korekcyjnej $\alpha(x)$ wielomianem (9) uzyskuje się dla:

$$a = -0,0011, \quad b = 0,0955 \quad \text{oraz} \quad c = -0,00415$$

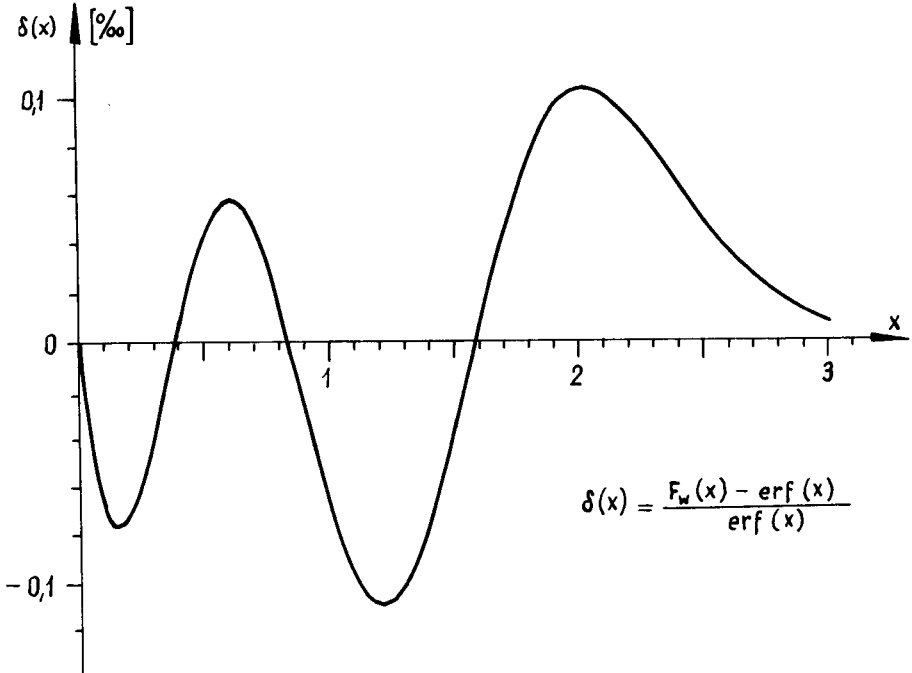
Dla tych wartości współczynników wielomianu (9), maksymalna wartość modułu błędu przybliżenia funkcji erf(x) funkcją (11) jest ponad 300 razy mniejsza od maksymalnej wartości modułu błędu przybliżenia funkcją $F(x)$. Wykres błędu przybliżenia jest dla podanych wartości

współczynników pokazany na rysunku 6. Moduł względnego błędu $\delta(x)$ nie przekracza:

$$0,08 \% \quad \text{dla} \quad 0 \leq x \leq 1,$$

$$0,12 \% \quad \text{dla} \quad 1 < x \leq 3,$$

więc funkcja (11) przybliża funkcję $\text{erf}(x)$ z dokładnością wy-
starozającą dla większości obliczeń inżynierskich. Postać funkcji apro-
ksymującej jest na tyle prosta, że nadaje się ona do praktycznego prze-
prowadzania obliczeń z zastosowaniem kalkulatora programowanego, a tym
bardziej minikomputera.



Rys.6. Wykres błędu przybliżenia $\delta(x)$ funkcji $\text{erf}(x)$ funkcją $F_w(x)$

LITERATURA

- [1] Antoniewicz J.: Tablice funkcji dla inżynierów. PWN, Warszawa 1969
- [2] FORTAN - Biblioteka Podprogramów. Politechnika Warszawska, Instytut Matematyki. Zeszyt 2. Warszawa 1979
- [3] Jahnke E., Emde F., Lösch F.: Tafeln höherer Funktionen. B.G. Teubner. Stuttgart 1960 /tłum.ros. 1977/
- [4] Lowan A.N.: Tables of Probability Functions. Vol.I, National Bureau of Standards, N.Y. 1941 /tłum.ros. 1970/
- [5] Matematyčeskaja Encikłopedija. T.2, Moskwa 1979

- [6] Rosie A.M.: Teoria przesyłania informacji. PWN, Warszawa 1978
- [7] Sebozak Z.W.: Podstawy probabilistyczne teorii sygnałów informacyjnych. WNT, Warszawa 1981
- [8] Weiss L.J., Wysocki T.: Przybliżenia wykładnicze rzeczywistych przebiegów o charakterze skokowym lub impulsowym. Rozprawy Elektrotechniczne, Z.2. PAN, Warszawa 1986, s. 395-410
- [9] Wysocki T., Wysocka F., Wysocki T.A.: Aproxymacja funkcji $\operatorname{erf}(x)$ funkcjami elementarnymi. Archiwum Elektrotechniki /w druku/

APPROXIMATION OF FUNCTION $\operatorname{erf} / x /$ BY MEANS OF LOGISTIC FUNCTION
FOR $0 \leq x \leq 3$

Summary

In the article, a proposal for approximation of function $\operatorname{erf}/x/$ by means of logistic function is given. The approximating function is convenient for the calculation of $\operatorname{erf} /x/$ values using a pocket calculator or a personal computer.

ПРИБЛИЖЕНИЕ ФУНКЦИИ $\operatorname{erf}/x/$ С ПОМОЩЬЮ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ДЛЯ $0 \leq x \leq 3$

Резюме

В статье рассматривается приближение функции $\operatorname{erf}/x/$ с помощью логистической функции, пригодной для проведения вычисления значений функции $\operatorname{erf}/x/$ на микрокалькуляторе или микрокомпьютере.

Tadeusz A. Wysocki

ANALIZA WIDMOWA SYGNAŁÓW Z PRZYSPIESZENIEM KĄTOWYM
MODULOWANYM CIĄGIEM SŁÓW KODU PST

Artykuł poświęcony jest analizie sygnałów z przyspieszeniem kątowym modulowanym ciągiem słów kodowych kodu PST. Podano podstawowe zależności umożliwiające opis sygnału zmodulowanego w dziedzinie czasu oraz przeprowadzono analizę widmową. Zamieszczone przykładowe wykresy widma mocy sygnału zmodulowanego dla kilku różnych wartości wskaźnika modulacji oraz różnych statystyk sygnału modulującego.

1. WPROWADZENIE

W przypadku modulacji przyspieszenia kąтового wartość chwilowa $\varphi(t)$ fazy sygnału zmodulowanego spełnia zależność [5, 6, 7, 9] :

$$\frac{d^2}{dt^2} [\varphi(t)] = C \cdot f(t) ; C = \text{const.} \quad (1)$$

gdzie $f(t)$ - sygnał modulujący. W pracach [5, 6, 7] wykazano, że jeżeli sygnał modulujący $f(t)$ jest izochronicznym sygnałem cyfrowym o odstępnie jednostkowym T , sygnał zmodulowany $x(t)$ jest opisany zależnością:

$$x(t) = A \cos(0,5 \varepsilon_N t^2 + \omega_N t + \varphi_0) , \quad (2)$$

gdzie:

- A - amplituda sygnału zmodulowanego,
- N - numer aktualnego impulsu w sygnale modulującym $N=0,1,\dots$
- ε_N - wartość przyspieszenia kąтового odpowiadająca N-temu impulsowi modulującemu, równa:

$$\varepsilon_N = C \cdot b_N, \quad (3)$$

- b_N - wartość N-tego impulsu w sygnale modulującym,
- ω_N - wartość początkowa pulsacji chwilowej odpowiadająca N-temu impulsowi modulującemu:

$$\omega_N = \omega_0 + CT \sum_{n=0}^{N-1} b_n, \quad (4)$$

- ω_0 - pulsacja środkowa.

Z zależności (2) i (4) wynika, że aby sygnał zmodulowany był realizowalny fizycznie, sygnał modulujący musi być sygnałem o ograniczonych wahaniami bieżącej sumy cyfrowej $\sigma(N)$ [3], równej:

$$\sigma(N) = \sum_{n=0}^{N-1} b_n. \quad (5)$$

Wahania bieżącej sumy cyfrowej sygnału binarnego mogą przyjmować wartości dowolne [3]. Dlatego, pierwotny sygnał binarny musi zostać tak przekształcony, aby wahania bieżącej sumy cyfrowej uzyskanego w ten sposób sygnału modulującego były ograniczone. Szeroką klasę kodów o ograniczonych wahaniami bieżącej sumy cyfrowej stanowią wielopoziomowe kody transmisyjne [3]. Najprostszym kodem transmisyjnym o ograniczonych wahaniami bieżącej sumy cyfrowej jest kod AMI /ang. Alternate Mark Inversion/, dla którego wahania bieżącej sumy cyfrowej $\sigma(N)$ są minimalne i równe 1. Przypadek ten jest szczególnie korzystny, gdyż wówczas wahania wartości pulsacji chwilowej sygnału zmodulowanego są też najmniejsze. Zastosowanie kodu AMI do zakodowania pierwotnej informacji binarnej jest jednak obciążone tą niedogodnością, iż przy długich ciągach zer w sygnale binarnym, mogą wystąpić trudności z synchronizacją pracy nadajnika i odbiornika. Niedogodności tej można uniknąć stosując modyfikację modulacji przyspieszenia kąтового ciągiem symboli kodu AMI, nazwaną przełączaną modulacją przyspieszenia kąтового [8].

Inną metodą uniknięcia problemów z synchronizacją pracy nadajnika i odbiornika jest zastosowanie do zakodowania pierwotnego sygnału binarnego, kodu transmisyjnego o większych, co prawda, wahaniami bieżącej sumy cyfrowej, lecz wykluczającego możliwość pojawienia się długich ciągów zer w sygnale modulującym.

Przykładem takiego kodu jest kod PST /ang. Paired Selected Ternary/ [4] o regule kodowania danej w tabelicy. Wahania bieżącej sumy cyfrowej są dla kodu PST równe 3, a więc pasmo potrzebne do przesłania sygnału z przyspieszeniem kątowym zmodulowanym ciągiem słów kodowych tego kodu będzie szersze niż w przypadku sygnału z przyspieszeniem kątowym zmodulowanym ciągiem symboli kodu AMI.

Tabela

F	G_1		G_2	
00	-+	1/	-+	2/
01	0+	2/	0-	1/
10	+0	2/	-0	1/
11	+-	1/	+-	2/

Tabela kodowania kodu PST

W niniejszym artykule zajmiemy się problematyką obliczania widm mocy sygnału z przyspieszeniem kątowym modulowanym ciągiem słów kodowych kodu PST.

2. PODSTAWOWE PARAMETRY SYGNAŁU Z PRZYSPIESZENIEM KĄTOWYM MODULOWANYM CIĄGIEM SŁÓW KODOWYCH KODU PST

W przypadku kodu PST, bieżąca suma cyfrowa ciągu symboli kodowych może przyjmować wartości -1.5 , -0.5 , 0.5 , 1.5 . Zatem wartość początkowa pulsacji chwilowej może, dla różnych impulsów sygnału modulującego, przyjmować wartości $\omega_{-1.5}$, $\omega_{-0.5}$, $\omega_{0.5}$ i $\omega_{1.5}$, przy czym spełniona jest zależność:

$$\omega_{-0.5} - \omega_{-1.5} = \omega_{0.5} - \omega_{-0.5} = \omega_{1.5} - \omega_{0.5} \stackrel{\text{def}}{=} \Delta\omega \quad (6)$$

Właściwość tę dobrze ilustruje rysunek 1, na którym przedstawiona jest zależność pulsacji chwilowej $\omega(t)$ sygnału zmodulowanego, gdy sygnał modulujący jest ciągiem słów kodowych kodu PST.

W kodzie PST /zob.tablica/ występują symbole o trzech różnych wartościach: 0 , $+1$, -1 . Z zależności (3) wynika, że w sygnale zmodulowanym mogą wystąpić również trzy różne wartości przyspieszenia kąowego, które można oznaczyć 0 , ϵ_+ , ϵ_- . Spełniona jest przy tym zależność:

$$|\epsilon_+| = |\epsilon_-| = k. \quad (7)$$

W celu łatwego porównywania właściwości modulacji przyspieszenia kąowego ciągiem słów kodowych kodu PST i ciągiem symboli kodowych kodu AMI, wskaźnik modulacji m zdefiniujemy jako:

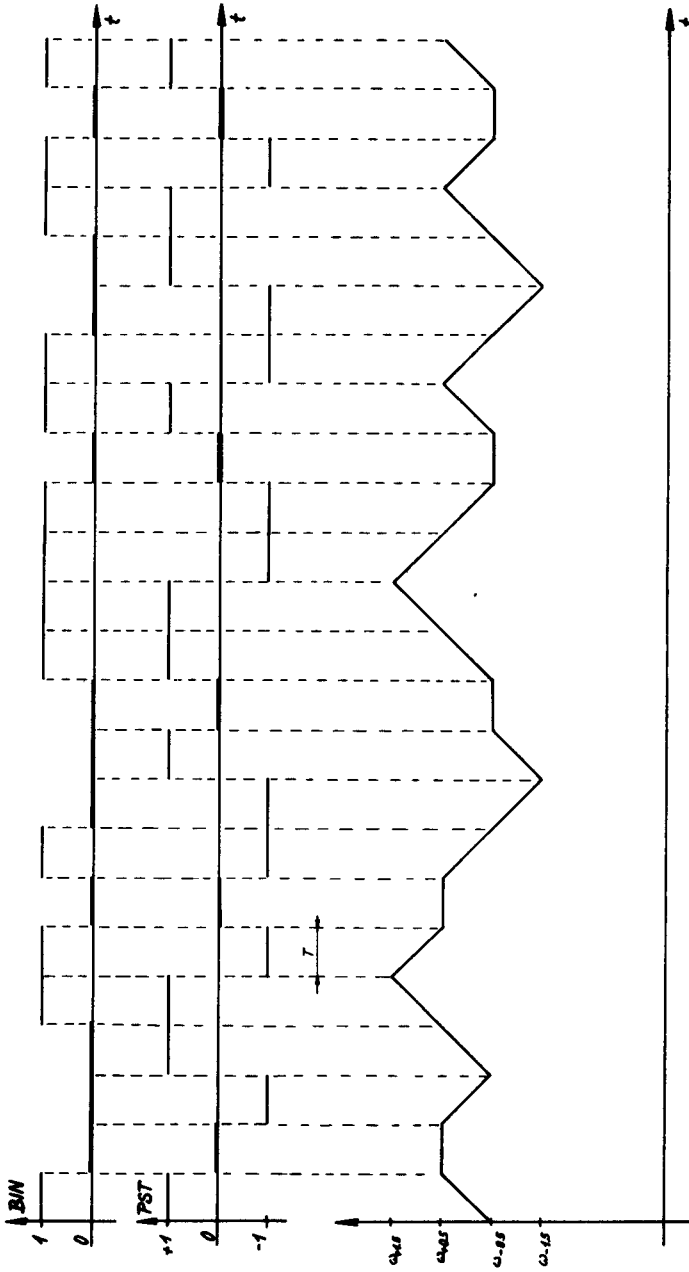
$$m \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\Delta\omega T}{2\pi} \quad (8)$$

Przy takiej definicji wskaźnika modulacji, otrzymujemy w rozważanym przypadku, taką samą zależność określającą wartość bezwzględną przyspieszenia kąowego k , jak w przypadku modulacji przyspieszenia kąowego ciągiem symboli kodu AMI. Wartość bezwzględna przyspieszenia kąowego jest równa:

$$k = \frac{2\pi m}{T^2} \quad (9)$$

Sygnał zmodulowany ciągiem słów kodowych kodu PST możemy opisać sumą:

$$x(t) = \sum_n g^{(n)}(t - nT); \quad n = 0, 1, 2, \dots, \quad (10)$$



Rys. 1. Zależność pulсации chwilowej sygnału zmodulowanego od sygnału modulującego, gdy jest on ciągiem słów kodowych kodu PST; BIN - sygnał binarny, PST - sygnał w kodzie PST, t - wartość chwilowa pulсации sygnału zmodulowanego

w której $g^{(n)}(t-nT)$ oznacza przesunięty w czasie element przestrzeni G słów wyjściowych modulatora. Przestrzeń G jest zbiorem funkcji czasu opisanych zależnościami:

$$g_A^{(1)}(t) = b_1^{(1)}(t) + b_2^{(1)}(t - T) , \quad (11)$$

$$g_B^{(1)}(t) = b_3^{(1)}(t) + b_4^{(1)}(t - T) , \quad (12)$$

$$g_C^{(1)}(t) = b_4^{(1)}(t) + b_5^{(1)}(t - T) , \quad (13)$$

$$g_D^{(1)}(t) = b_4^{(1)}(t) + b_6^{(1)}(t - T) , \quad (14)$$

$$g_E^{(1)}(t) = b_6^{(1)}(t) + b_4^{(1)}(t - T) , \quad (15)$$

$$g_F^{(1)}(t) = b_5^{(1)}(t) + b_6^{(1)}(t - T) , \quad (16)$$

$$g_G^{(1)}(t) = b_6^{(1)}(t) + b_3^{(1)}(t - T) , \quad (17)$$

$$g_H^{(1)}(t) = b_7^{(1)}(t) + b_8^{(1)}(t - T) , \quad (18)$$

gdzie:

- $g_A^{(1)}(t)$ - słowo wyjściowe modulatora odpowiadające słowu /-+/ w alfabecie G_1 kodu PST,
- $g_B^{(1)}(t)$ - słowo wyjściowe modulatora odpowiadające słowu /0+/ w alfabecie G_1 kodu PST,
- $g_C^{(1)}(t)$ - słowo wyjściowe modulatora odpowiadające słowu /+0/ w kedsie PST,
- $g_D^{(1)}(t)$ - słowo wyjściowe modulatora odpowiadające słowu /+-/ w alfabecie G_1 kodu PST,
- $g_E^{(1)}(t)$ - słowo wyjściowe modulatora odpowiadające słowu /-+/ w alfabecie G_2 kodu PST,
- $g_F^{(1)}(t)$ - słowo wyjściowe modulatora odpowiadające słowu /0->/ w kedsie PST,
- $g_G^{(1)}(t)$ - słowo wyjściowe modulatora odpowiadające słowu /-0/ w kedsie PST,
- $g_H^{(1)}(t)$ - słowo wyjściowe modulatora odpowiadające słowu /+-/ w alfabecie G_2 kodu PST,
- $b_j^{(1)}(t)$ - pojedyncze impulsy wyjściowe modulatora, elementy przestrzeni B impulsów wyjściowych modulatora.

Elementy przestrzeni B impulsów wyjściowych modulatora dane są wzorami:

$$b_1^{(1)}(t) = Ah(t) \cos [(\omega_0 - 0.5kT)t - 0.5kt^2 + \bar{\varphi}_1^{(1)}], \quad (19)$$

$$b_2^{(1)}(t) = Ah(t) \cos [(\omega_0 - 1.5kT)t + 0.5kt^2 + \bar{\varphi}_2^{(1)}], \quad (20)$$

$$b_3^{(1)}(t) = Ah(t) \cos [(\omega_0 - 0.5kT)t + \bar{\varphi}_3^{(1)}], \quad (21)$$

$$b_4^{(1)}(t) = Ah(t) \cos [(\omega_0 - 0.5kT)t + 0.5kt^2 + \bar{\varphi}_4^{(1)}], \quad (22)$$

$$b_5^{(1)}(t) = Ah(t) \cos [(\omega_0 + 0.5kT)t + \bar{\varphi}_5^{(1)}], \quad (23)$$

$$b_6^{(1)}(t) = Ah(t) \cos [(\omega_0 + 0.5kT)t - 0.5kt^2 + \bar{\varphi}_6^{(1)}], \quad (24)$$

$$b_7^{(1)}(t) = Ah(t) \cos [(\omega_0 + 0.5kT)t + 0.5kt^2 + \bar{\varphi}_7^{(1)}], \quad (25)$$

$$b_8^{(1)}(t) = Ah(t) \cos [(\omega_0 + 1.5kT)t - 0.5kt^2 + \bar{\varphi}_8^{(1)}], \quad (26)$$

gdzie:

$\bar{\varphi}_1^{(1)}, \dots, \bar{\varphi}_8^{(1)}$ - odpowiednio, fazy początkowe impulsów $b_1^{(1)}(t), \dots, b_8^{(1)}(t)$ wzięte mod. 2π , elementy zbiorów Φ_1, \dots, Φ_8 ,

$h(t)$ - funkcja brankująca

$$h(t) = \begin{cases} 1 & \text{dla } 0 \leq t < T \\ 0 & \text{w pozostałych przypadkach.} \end{cases} \quad (27)$$

Z wielu względów, do których należą między innymi problemy odbioru, korzystnie jest, gdy przestrzeń G jest przestrzenią skończoną. W przypadku, gdy w sygnale smodulowanym zachowana jest ciągłość fazy, faza początkowa słowa $g^{(n)}(t-nT)$ jest równa fazie początkowej słowa $g^{(n-1)}(t-nT+T)$ zwiększonej o przesunięcie fazowe wnoszone przez te właśnie $(n-1)$ -sze słowa. Przesunięcie fazowe $\varphi_A^*, \varphi_B^*, \dots, \varphi_H^*$ wnoszone odpowiednio przez słowa $g_A(t), g_B(t), \dots, g_H(t)$ są równe:

$$\varphi_A^* = \varphi_1^* + \varphi_2^*,$$

$$\varphi_B^* = \varphi_3^* + \varphi_4^*,$$

$$\varphi_C^* = \varphi_4^* + \varphi_5^*,$$

$$\begin{aligned}
 \varphi_D^* &= \varphi_4^* + \varphi_6^*, \\
 \varphi_E^* &= \varphi_6^* + \varphi_4^*, \\
 \varphi_F^* &= \varphi_5^* + \varphi_6^*, \\
 \varphi_G^* &= \varphi_6^* + \varphi_3^*, \\
 \varphi_H^* &= \varphi_7^* + \varphi_8^*,
 \end{aligned}
 \tag{28}$$

gdzie: $\varphi_1^*, \dots, \varphi_8^*$ - przesunięcia fazowe wnoszone przez pojedyncze impulsy $b_1(t), \dots, b_8(t)$ wyjściowe modulatora, równe:

$$\begin{aligned}
 \varphi_1^* &= (\omega_0 - 0.5kT)T - 0.5kT^2 = \omega_0 T - 2\pi m, \\
 \varphi_2^* &= (\omega_0 T - kT^2) = \omega_0 T - 2\pi m, \\
 \varphi_3^* &= \omega_0 T - 0.5kT^2 = \omega_0 T - \pi m, \\
 \varphi_4^* &= \omega_0 T, \\
 \varphi_5^* &= \omega_0 T + 0.5kT^2 = \omega_0 T + \pi m, \\
 \varphi_6^* &= \omega_0 T, \\
 \varphi_7^* &= \omega_0 T + kT^2 = \omega_0 T + 2\pi m, \\
 \varphi_8^* &= \omega_0 T + kT^2 = \omega_0 T + 2\pi m.
 \end{aligned}
 \tag{29}$$

Uwzględniając w (28) zależności (29), mamy:

$$\begin{aligned}
 \varphi_A^* &= 2\omega_0 T - 4\pi m, \\
 \varphi_B^* &= \varphi_G^* = 2\omega_0 T - \pi m, \\
 \varphi_C^* &= \varphi_F^* = 2\omega_0 T + \pi m, \\
 \varphi_D^* &= \varphi_E^* = 2\omega_0 T, \\
 \varphi_H^* &= 2\omega_0 T + 4\pi m.
 \end{aligned}
 \tag{30}$$

Z zależności (28) do (30) wynika, że zbiory ϕ_1, \dots, ϕ_8 , a więc i przestrzenie B oraz G są skończone, gdy wskaźnik modulacji m i znormalizowana częstotliwość środkowa n_0 , równa:

$$n_0 = \frac{\omega_0 T}{2\pi}, \tag{31}$$

są liczbami wymiernymi.

Dotychczasowe rozważania zostaną zilustrowane następującym przykładem.

P r z y k ł a d

Na wejście modulatora przyspieszenia kąowego podano sygnał w kodzie PST; wskaźnik modulacji $m = 1/3$, faza początkowa φ_0 pierwszego impulsu wyjściowego modulatora jest równa zero, częstotliwość środkowa $f_0 = 1,2$ kHz, a szybkość modulacji $\nu_m = 600$ bodów. Należy wyznaczyć zbiory ϕ_1, \dots, ϕ_8 faz początkowych impulsów wyjściowych modulatora oraz macierz przestrzeni G , przy założeniu, że w sygnale zmodulowanym zachowana jest ciągłość fazy.

Z zależności (31) wyznaczamy znormalizowaną częstotliwość środkową, jest ona równa:

$$n_0 = \frac{\omega_0 T}{2\pi} = 2$$

Przesunięcia fazowe wnoszone przez poszczególne impulsy $b_1^{(i)}(t)$, $b_2^{(i)}(t)$, ..., $b_8^{(i)}(t)$ wyjściowe modulatora są, na mocy zależności (29), równe:

$$\begin{aligned} \varphi_1^* &= \varphi_2^* = 4\pi - 2/3\pi, & \varphi_3^* &= 4\pi - 1/3\pi, & \varphi_4^* &= \varphi_6^* = 4\pi, \\ \varphi_5^* &= 4\pi + 1/3\pi, & \varphi_7^* &= \varphi_8^* = 4\pi + 2/3\pi. \end{aligned}$$

Z reguły kodowania kodu PST /zob. tablica/, z zależności (11) do (18) oraz z ciągłości fazy w sygnale zmodulowanym wynika, iż zbiory ϕ_1, \dots, ϕ_8 są jednakowe i równe:

$$\begin{aligned} \phi_1 &= \phi_2 = \phi_3 = \phi_4 = \phi_5 = \phi_6 = \phi_7 = \phi_8 = \\ &= \left\{ 0, \frac{1}{3}\pi, \frac{2}{3}\pi, \pi, \frac{4}{3}\pi, \frac{5}{3}\pi \right\}. \end{aligned}$$

Zatem przestrzeń G jest przestrzenią czterdziestoosmioelementową.

3. WIDMO MOCY SYGNAŁU ZMODULOWANEGO

Znając elementy przestrzeni G słów wyjściowych modulatora oraz przesunięcia fazowe wnoszone przez poszczególne impulsy, możemy, korzystając z reguły kodowania kodu PST, wyznaczyć łańcuch Markowa opisujący sygnał zmodulowany. Szczegóły takiego postępowania zostały podane w pracy [10].

W przypadku, gdy łańcuch Markowa opisujący sygnał zmodulowany jest aperiodycznym łańcuchem Markowa rzędu 1, gęstość widmowa mocy sygnału

zmodylowanego opisana jest następującymi zależnościami^{1/} [3]:

$$S_d(y) = \frac{1}{T} | \bar{U}(y) |^2 \sum_x \delta(y - x), \quad (32)$$

$$S_o(y) = \frac{1}{T} \left\{ P_h H^* + 2 \operatorname{Re} \left[\sum_{k=1}^{\infty} P_h (P_{GG})^k H_o^* j 2\pi y k \right] \right\}, \quad (33)$$

gdzie:

$S_d(y)$ - składowa prądkowa widma mocy,

$S_o(y)$ - składowa ciągła widma mocy,

y - częstotliwość unormowana:

$$y = \frac{\omega T}{2\pi} - n_o,$$

$\bar{U}(y)$ - transformata Fouriera funkcji $\bar{g}(t)$, równej:

$$\bar{g}(t) = E [g(t)] = \sum_{l=1}^M P_l g_l(t), \quad (34)$$

P_l - prawdopodobieństwo stacjonarne wystąpienia słowa $g_l(t)$ na wyjściu modulatora,

P_{GG} - macierz prawdopodobieństwa przejść:

$$P_{GG} = [P_{ij}]_{M \times M}, \quad (35)$$

M - moc przestrzeni G słów wyjściowych modulatora,

P_h - wektor wierszowy o współrzędnych określonych wzorem

$$P_{hi} = P_i H_i(y), \quad (36)$$

$H_i(y)$ - transformata Fouriera funkcji $h_i(t)$, równej:

$$h_i(t) = g_i(t) - \bar{g}(t), \quad (37)$$

H^* - wektor kolumnowy o współrzędnych równych wartościom sprzężonym z transformatami $H_i(y)$.

^{1/} Przypadek, gdy łańcuch Markowa opisujący sygnał zmodylowany jest okresowym łańcuchem Markowa o okresie m , jest szczegółowo opisany w pracy [10].

Wymagane do obliczeń widma mocy sygnału zmodylowanego, transformaty $\bar{U}(y)$ oraz $H_1(y)$; $i = 1, 2, \dots, N$, możemy wyznaczyć znając transformaty Fouriera $B_1^{(1)}(y)$, $B_2^{(1)}(y)$, ..., $B_8^{(1)}(y)$ wszystkich, pojedynczych impulsów wyjściowych modulatora. Są one równe*:

$$B_1^{(1)}(y) = \frac{AT}{2} \sqrt{\frac{1}{2m}} \langle e^{-j\bar{\varphi}_1^{(1)}} e^{-j\mu^2} \{ [c(\mu) - c(\eta)] + j [s(\mu) - s(\eta)] \} + e^{j\bar{\varphi}_1^{(1)}} e^{j\tau^2} \{ [c(\xi) - c(\tau)] + j [s(\tau) - s(\xi)] \} \rangle, \quad (38)$$

$$B_2^{(1)}(y) = \frac{AT}{2} \sqrt{\frac{1}{2m}} \langle e^{-j\bar{\varphi}_2^{(1)}} e^{j\eta^2} \{ [c(\mu) - c(\eta)] - j [s(\mu) - s(\eta)] \} + e^{j\bar{\varphi}_2^{(1)}} e^{-j\xi^2} \{ [c(\xi) - c(\tau)] + j [s(\xi) - s(\tau)] \} \rangle, \quad (39)$$

$$B_3^{(1)}(y) = \frac{AT}{2} [e^{-j\bar{\varphi}_3^{(1)}} e^{-j\vartheta} \text{sinc}(\vartheta) + e^{j\bar{\varphi}_3^{(1)}} e^{-j\chi} \text{sinc}(\chi)], \quad (40)$$

$$B_4^{(1)}(y) = \frac{AT}{2} \sqrt{\frac{1}{2m}} \langle e^{-j\bar{\varphi}_4^{(1)}} e^{j\varphi^2} \{ [c(\eta) - c(\psi)] - j [s(\eta) - s(\psi)] \} + e^{j\bar{\varphi}_4^{(1)}} e^{-j\tau^2} \{ [c(\tau) - c(\alpha)] + j [s(\tau) - s(\alpha)] \} \rangle, \quad (41)$$

$$B_5^{(1)}(y) = \frac{AT}{2} [e^{-j\bar{\varphi}_5^{(1)}} e^{-j\vartheta} \text{sinc}(\vartheta) + e^{j\bar{\varphi}_5^{(1)}} e^{-j\chi} \text{sinc}(\chi)], \quad (42)$$

$$B_6^{(1)}(y) = \frac{AT}{2} \sqrt{\frac{1}{2m}} \langle e^{-j\bar{\varphi}_6^{(1)}} e^{-j\eta^2} \{ [c(\eta) - c(\psi)] + j [s(\eta) - s(\psi)] \} + e^{j\bar{\varphi}_6^{(1)}} e^{j\alpha^2} \{ [c(\tau) - c(\alpha)] - j [s(\tau) - s(\alpha)] \} \rangle, \quad (43)$$

$$B_7^{(1)}(y) = \frac{AT}{2} \sqrt{\frac{1}{2m}} \langle e^{-j\bar{\varphi}_7^{(1)}} e^{j\chi^2} \{ [c(\psi) - c(\chi)] - j [s(\psi) - s(\chi)] \} + e^{j\bar{\varphi}_7^{(1)}} e^{-j\alpha^2} \{ [c(\alpha) - c(\beta)] + j [s(\alpha) - s(\beta)] \} \rangle, \quad (44)$$

* Zależności (30) do (59) wyprowadzone wykorzystując właściwości funkcji Fresnela [1, 2]. Bliższe szczegóły wyprowadzenia można znaleźć w pracy [5].

$$B_S^{(1)}(y) = \frac{AT}{2} \sqrt{\frac{1}{2m}} \left\langle e^{-j\varphi} \bar{\varphi}_S^{(1)} e^{-j\varphi^2} \left\{ [c(\psi) - c(\chi)] + j[s(\psi) - s(\chi)] \right\} + \right. \\ \left. + e^{j\varphi} \bar{\varphi}_S^{(1)} e^{j\varphi^2} \left\{ [c(\alpha) - c(\beta)] - j[s(\alpha) - s(\beta)] \right\} \right\rangle, \quad (45)$$

gdzie:

$$\alpha = \lambda(y - 0,5m), \quad (46)$$

$$\beta = \lambda(y - 1,5m), \quad (47)$$

$$\gamma = \pi(y - 0,5m), \quad (48)$$

$$\eta = \lambda(y + 2n_0 + 0,5m), \quad (49)$$

$$\vartheta = \pi(y + 2n_0 - 0,5m), \quad (50)$$

$$\varkappa = \pi(y + 0,5m), \quad (51)$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{\pi}{m}}, \quad (52)$$

$$\mu = \lambda(y + 2n_0 + 1,5m), \quad (53)$$

$$\nu = \pi(y + 2n_0 + 0,5m), \quad (54)$$

$$\xi = \lambda(y + 1,5m), \quad (55)$$

$$\tau = \lambda(y + 0,5m), \quad (56)$$

$$\chi = \lambda(y + 2n_0 - 0,5m), \quad (57)$$

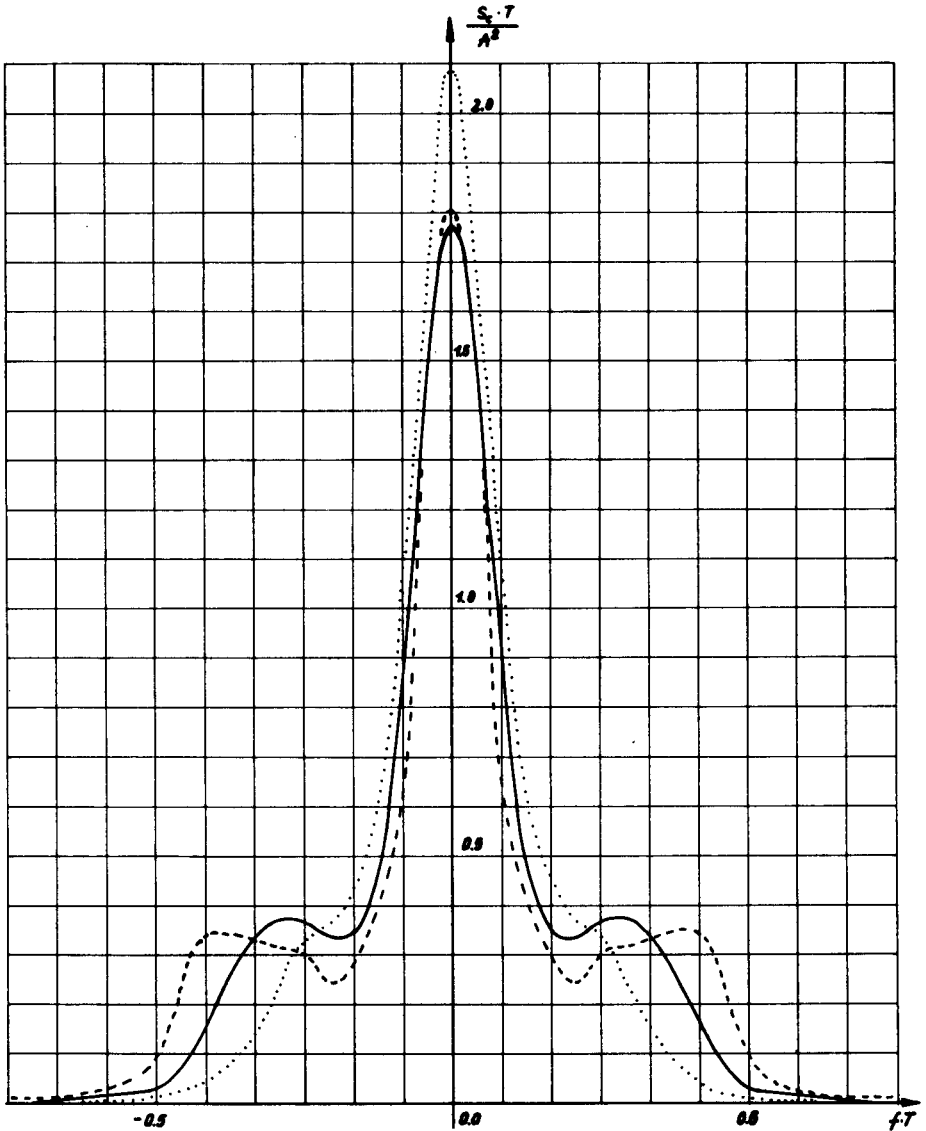
$$\psi = \lambda(y + 2n_0 - 1,5m), \quad (58)$$

$C(x)$, $S(x)$ - funkcje Fresnela [1,2]

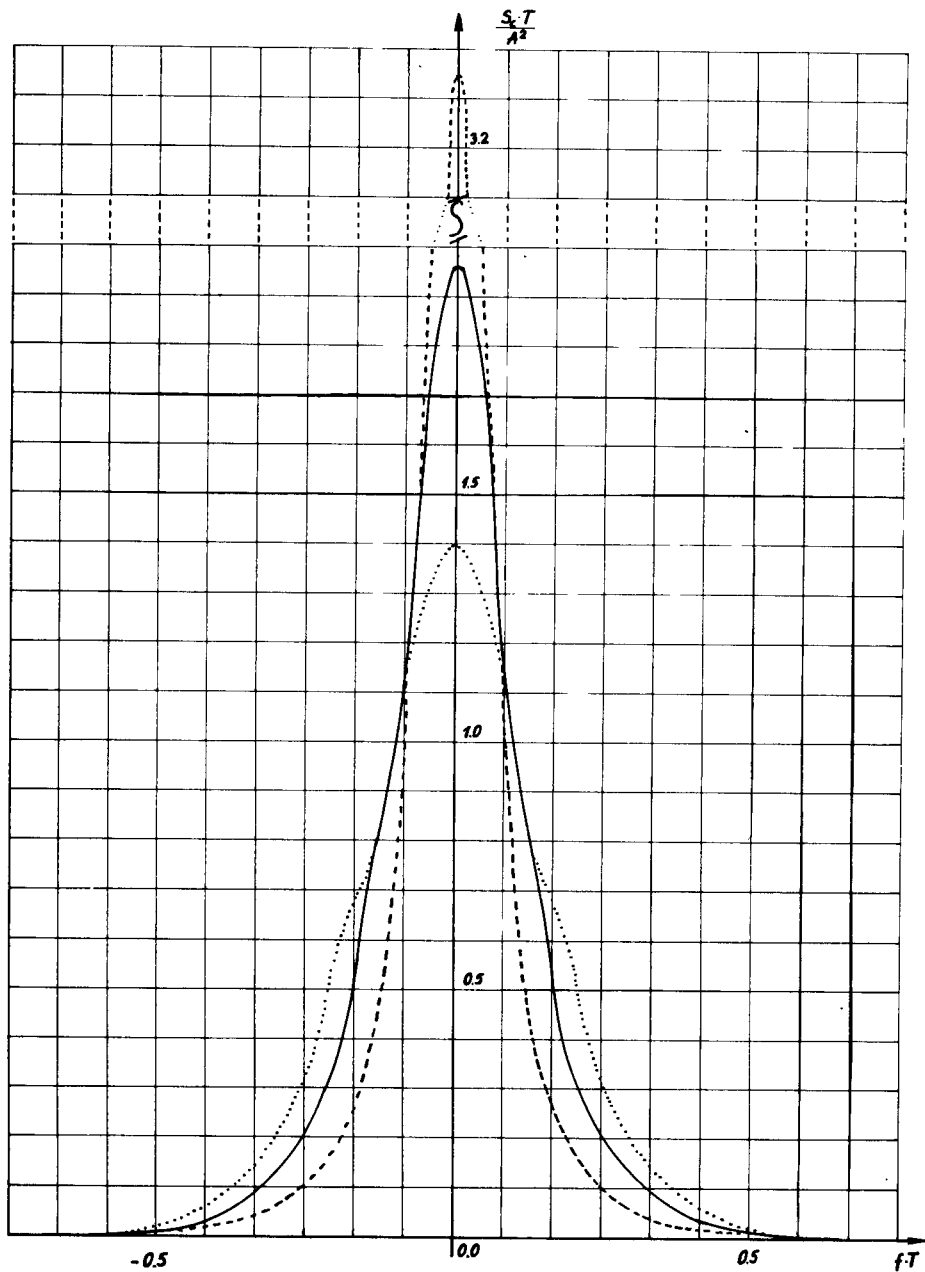
$$\operatorname{sinc}(x) = \frac{\sin(x)}{x}.$$

Na rysunku 2 przedstawione zostały wyniki obliczeń snormalizowanej gęstości mocy widmowej sygnału z przyspieszeniem kątowym modulowanym ciągiem słów kodowych kodu PST, dla kilku różnych wartości wskaźnika modulacji m . Obliczenia wykonane zostały przy założeniu, że pierwotny sygnał binarny jest stacjonarnym ciągiem losowym o wyrazach niezależnych, a prawdopodobieństwa wystąpienia zera i jedynki w tym ciągu są sobie równe i wynoszą 0,5.

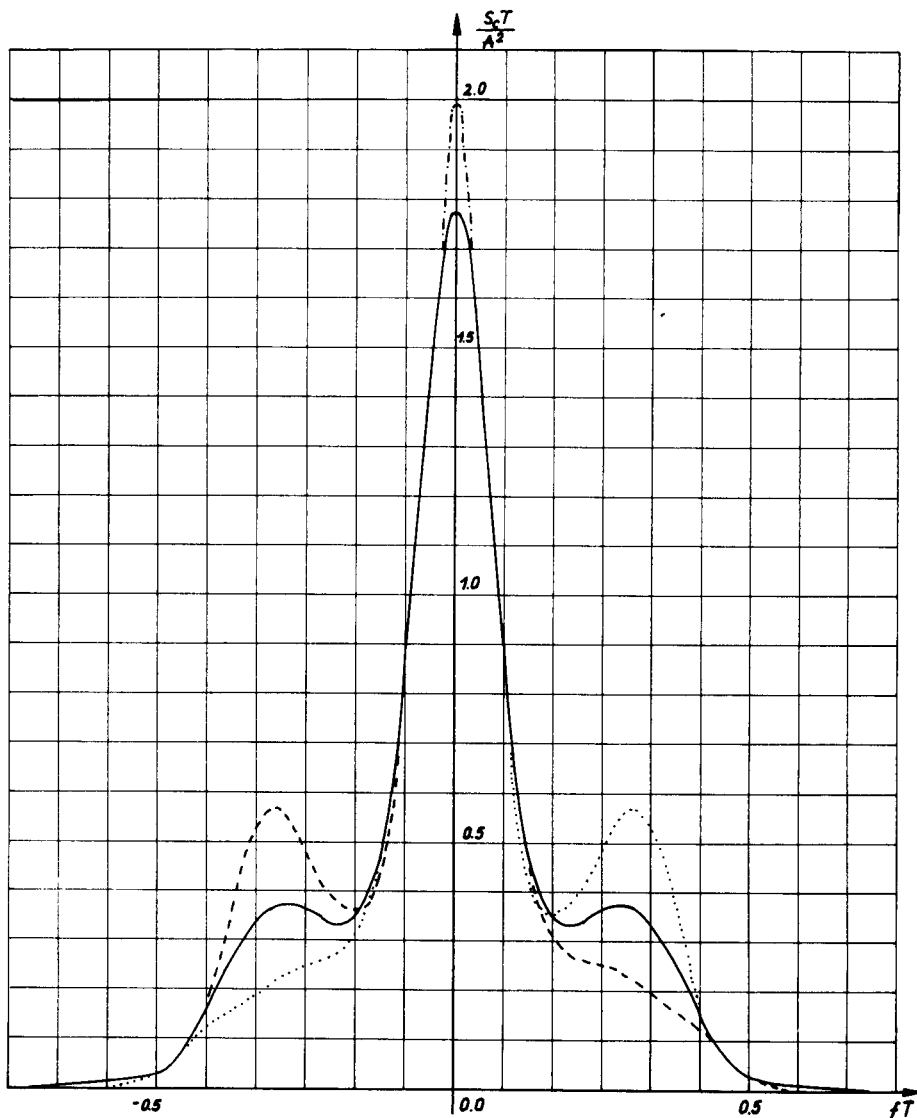
Dla porównania, na rysunku 3 przedstawione zostały analogiczne wyniki uzyskane dla sygnału z przyspieszeniem kątowym modulowanym ciągiem symboli kodu AMI. Natomiast na rysunku 4 przedstawione zostały wyniki obliczeń snormalizowanej gęstości widmowej mocy sygnału z przyspieszeniem kątowym modulowanym ciągiem słów kodowych kodu PST, dla kilku różnych wartości prawdopodobieństwa wystąpienia jedynki w sygnale binarnym.



Rys.2. Wykres gęstości widmowej mocy sygnału z przyspieszeniem kątowym modulowanym ciągiem słów kodowych kodu PST; - wskaźnik modulacji $m = 0.33333$, -- $m=0.4$, ... - $m=0.25$



Rys.3. Wykres gęstości widmowej mocy sygnału z przyspieszeniem kątowym modulowanym ciągiem symboli kodu AMI;
 — - $m = 0.33333$, -- - $m = 0.25$, ... - $m = 0.4$



Rys.4. Wykres gęstości widmowej mocy sygnału z przyspieszeniem kątowym modulowanym ciągiem słów kodowych kodu PST; wskaźnik modulacji $m = 0.33333$; — - prawdopodobieństwo wystąpienia jedynki w pierwotnym sygnale binarnym $p=0.5$, -- - $p = 0.4$, ... - $p = 0.6$

4. UWAGI KOŃCOWE I WNIOSKI

Z rozważań przeprowadzonych w artykule wynika, iż w przypadku gdy sygnał modulujący jest ciągiem słów kodowych kodu PST, wahania pulsacji chwilowej sygnału zmodulowanego są dla takich samych wartości wskaźnika modulacji, trzykrotnie większe niż przy modulacji przyspieszenia kąтового ciągiem symboli kodu AMI. W kodzie PST nie występują długie ciągi zer, co znacznie ułatwia odtwarzanie, po stronie odbiorczej, przebiegu synchronizującego. Ze wzrostu wahań pulsacji chwilowej sygnału zmodulowanego wynika, iż dla takich samych wartości wskaźnika modulacji, pasmo częstotliwości potrzebne do transmisji sygnałów z przyspieszeniem kątowym zmodulowanym ciągiem słów kodowych kodu PST jest szersze, niż w przypadku sygnału z przyspieszeniem kątowym zmodulowanym ciągiem symboli kodu AMI. Wykresy widm mocy przedstawione na rysunkach 2 i 3 potwierdzają ten wniosek. Pasma częstotliwości zajmowane przez sygnał modulowany ciągiem słów kodowych kodu PST jest około dwa razy szersze niż pasmo zajmowane przez sygnał modulowany ciągiem symboli kodu AMI. Dla małych wartości wskaźnika modulacji $m \leq 0.3333$ różnice te są mniejsze.

Do oceny przydatności sygnałów z przyspieszeniem kątowym zmodulowanym ciągiem słów kodowych kodu PST należy jeszcze zbadać odporność sygnału zmodulowanego na zakłócenia występujące w kanale podkładowym. Rozważania te będą przedmiotem drugiej części niniejszego opracowania.

LITERATURA

- [1] Gradsztejn I.S., Ryżik I.M.: Tablicy całek, ról i pochodnych. Fizmatgiz, Moskwa 1962
- [2] Jahnke E., Emde F.: Funktionentafeln. B.G. Teubner, Leipzig 1933
- [3] Rydel M.: Analiza sygnałów kodowych. Prace Naukowe, Elektronika, Z. 39, Politechnika Warszawska, Warszawa 1979
- [4] Sipress J.M.: A New Class of Selected Ternary Pulse Trains. IEEE Trans. on Com. vol.COM - 13, No 3, Sept. 1965
- [5] Wysocki T.A.: Analiza możliwości stosowania modulacji przyspieszenia kąтового do transmisji danych. Rozprawa Doktorska. Politechnika Warszawska, Warszawa 1984
- [6] Wysocki T.A.: Modulacja przyspieszenia kąтового fali nośnej sygnałem cyfrowym. Rozprawy Elektrotechniczne. PAN, Warszawa 1984, vol. 30, Z.3, ss.921-939
- [7] Wysocki T.A.: O pewnym sposobie modulacji przebiegu harmonicznego sygnałem cyfrowym. Zeszyty Naukowe ATR, Telekomunikacja-Elektronika nr 5, Bydgoszcz 1983, ss.99-110
- [8] Wysocki T.A.: Przyłączana modulacja przyspieszenia kąтового. Zeszyty Naukowe, ATR, Telekomunikacja-Elektronika nr 6, Bydgoszcz 1985 ss. 45-57

- [9] Wysocki T.A.: Zastosowanie modulacji przyspieszenia kąowego do transmisji sygnałów cyfrowych. V Krajowa Konferencja-Teoria Obwodów i Układy Elektroniczne, Łódź 1982
- [10] Wysocki T.A.; Rydel M.: Metoda obliczania gęstości widmowej mocy sygnałów zmodulowanych ciągiem danych cyfrowych. Rozprawy Elektrotechniczne - /w druku/

SPECTRAL ANALYSIS OF ANGULAR ACCELERATION SHIFT KEYING SIGNALLING
WITH PST ENCODED MODULATED SIGNAL

Summary

The paper deals with the angular acceleration shift keying signalling for the PST /Paired Selected Ternary/ encoded modulating signal. General formulae are derived and some examples of power spectral density computations are also given.

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИГНАЛОВ С МОДУЛЯЦИЕЙ УГЛОВОГО УСКОРЕНИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬЮ СЛОВ КОДА

Резюме

Статья посвящена анализу сигналов с цифровой модуляцией углового ускорения последовательностью слов кода PST. В работе даны основные зависимости дающие возможность описать этот вид сигналов и графики нормализованной спектральной плотности модулированного сигнала.

Ryszard Wojtyna

STABILIZACJA I REGULACJA AMPLITUDY DRGAŃ SINUSOIDALNYCH W GENERATORACH RC

W pracy dokonano przeglądu najważniejszych metod stabilizacji i regulacji amplitudy drgań sinusoidalnych w generatorach RC. Na tle metod klasycznych, stosowanych od dawna, przedstawiono nową grupę metod tzw. szybkiej regulacji i stabilizacji. Stosując metody z tej grupy uzyskuje się skuteczniejszą stabilizację amplitudy, niższy poziom zniekształceń harmonicznych oraz możliwość szybkich zmian amplitudy drgań za pomocą napięcia.

1. WSTĘP

Sposób ograniczania i stabilizacji amplitudy drgań w generatorach drgań sinusoidalnych decyduje nie tylko o stałości amplitudy, ale także o poziomie zniekształceń harmonicznych generowanego przebiegu. Dotyczy to zwłaszcza generatorów RC, które w porównaniu z generatorami LC charakteryzują się mniejszą selektywnością obwodów sprzężenia zwrotnego /dobroć biegunów transmitancji pasywnych układów RC jest znacznie mniejsza niż dobroć obwodów rezonansowych LC/. Z tego powodu tłumienie składowych harmonicznych przebiegów wytwarzanych w generatorach RC przez obwód selektywny jest stosunkowo słabe i ważnym zagadnieniem jest także rozwiązanie problemu ograniczania i stabilizacji amplitudy drgań, by w układzie generatora nie występowały źródła dużych zniekształceń nieliniowych.

Stosowane od dawna metody w tej dziedzinie można podzielić na:

- a/ metody wykorzystujące elementy nieliniowe / diody, tranzystory/, włączone w pętlę ujemnego sprzężenia zwrotnego wzmacniacza podtrzymującego drgania,
- b/ metody wykorzystujące elementy, których rezystancja ulega zmianie w wyniku zmian mocy w nich wydzielanej /termistory, żarówki/,
- c/ metody, w których generowany sygnał zmienny poddawany jest operacji prostowania, a otrzymane napięcie stałe, proporcjonalne do amplitudy drgań, wykorzystywane jest do sterowania odpowiedniego elementu lub układu występującego w pętli automatycznej regulacji wzmocnienia /np. do sterowania rezystancją dren-źródła

tranzystora polowego lub jako sygnał wejściowy układu mnożącego/.

Najwięcej zalet posiadają rozwiązania zaliczone do ostatniej grupy. Pozwalają one, między innymi, uzyskiwać najmniejsze zniekształcenia wytwarzanych drgań / rzędu $10^{-1}\%$ /.

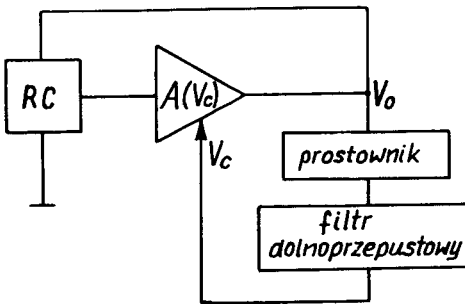
Oprócz wymienionych klasycznych metod ograniczania i stabilizacji amplitudy drgań, coraz szersze zastosowanie znajdują ostatnio nowe metody, zaliczone do grupy tzw. metod szybkich [1 - 7]. Stosując te metody można bardzo szybko zmienić amplitudę drgań, a ponadto można zmniejszyć wartość harmonicznych w generowanych drganiach do poziomu rzędu $10^{-2}\%$.

W rozdziale drugim niniejszej pracy omówiono niektóre klasyczne metody, wskazując również na ich mankamenty.

Rozdział trzeci poświęcony jest grupie metod szybkiej regulacji i stabilizacji amplitudy drgań.

2. KLASYCZNE SPOSOBY STABILIZACJI AMPLITUDY DRGAŃ

Najczęściej stosowanym, klasycznym sposobem stabilizacji amplitudy drgań w generatorach RC jest metoda, w której generowany sygnał zmienny jest przetwarzany na napięcia stałe, wykorzystywane następnie do automatycznego sterowania /regulacji/ wzmocnieniem wzmacniacza podtrzymującego drgania / ARW /.

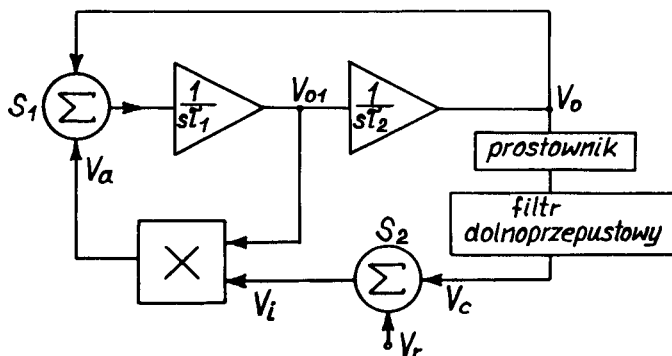


Rys.1. Generator RC z pasywnym układem selektywnego sprzężenia zwrotnego

Na rysunku 1 przedstawiono schemat blokowy tej metody w przypadku generatorów, gdzie selektywne sprzężenie zwrotne realizowane jest za pomocą pasywnego układu RC. W przedstawionym schemacie blok RC jest układem opisanym transmitancją typu środkowoprzepustowego lub środkowozaporowego, a wzmocnienie $A(V_c)$ wzmacniacza podtrzymującego drgania jest sterowane za pomocą napięcia stałego V_c , proporcjonalnego do amplitudy drgań V_0 . Najczęściej stosowanym przykładem generatorów tego typu jest generator z mostkiem Wiena.

Innym układem, który był ostatnio często stosowany jest tzw. generator kwadraturowy, nazywany również aktywnym rezonatorem RC [1]. Układ ten zaczęto szeroko stosować od momentu, gdy na rynku pojawiły się

wzmacniacze operacyjne. Schemat blokowy takiego generatora pokazano na rysunku 2.



Rys. 2. Generator kwadraturowy

W przedstawionym układzie do stabilizacji amplitudy drgań wykorzystano układ mnożący, który przy pomocy sumatora S_1 wprowadza na wejście pierwszego integratora $\frac{1}{sT_1}$ sygnał potrzebny do podtrzymywania drgań w obwodzie głównym oscylatora, utworzonym przez oba integratory i sumator S_1 . W przypadku oscylatora idealnie liniowego, warunek generacji drgań ma postać $V_a=0$, co prowadzi do warunku $V_1=0$. W generatorze rzeczywistym do podtrzymywania drgań potrzebny jest mały, ale różny od zera sygnał V_a . W przedstawionym schemacie sygnał V_a jest zależny od amplitudy napięcia sinusoidalnie zmiennego V_0 , i może to być sygnał o tej samej fazie co napięcie V_{01} , lub przesunięty w fazie względem tego napięcia o 180° . Zależy to od znaku napięcia V_1 . Napięcie V_0 jest wyjściowym przebiegiem generatora i ma zawsze mniejszą zawartość harmonicznych niż napięcie V_{01} . Napięcie odniesienia V_r pozwala regulować poziom amplitudy generowanych drgań. Jak widać z rysunku 2, układ mnożący spełnia funkcję układu wzmacniającego przebieg V_{01} . W zależności od wartości napięcia V_1 , wzmocnienie tego układu przyjmuje wartości dodatnie, ujemne lub równe zero. Oznacza to, że zamiast układu mnożącego można tu wykorzystać inny wzmacniacz, spełniający powyższe wymagania.

W obu przedstawionych rozwiązaniach napięcie V_0 , wykorzystywane do automatycznej regulacji amplitudy drgań, otrzymuje się w wyniku wyprostowania generowanego przebiegu sinusoidalnie zmiennego i odfiltrowania z niego składowych zmiennych. Taki sposób przetwarzania napięcia zmiennego na stałe posiada szereg wad.

W pracach [1, 5] pokazano, że wpływ napięcia sterującego na amplitudę drgań ma charakter zależności całkowej tj. transmitancja $V_p(s)/V_0(s)$ jest funkcją typu b/s , gdzie $V_p(s)$ jest amplitudą drgań, $V_0(s)$ jest napięciem sterującym, b jest stałą, natomiast s jest zmienną zespoloną. Występujący na rysunkach 1 i 2 filtr dolnoprzepustowy jest co najmniej pierwszego rzędu, tzn. transmitancja $V_0(s)/V_p(s)$ jest co najmniej

pierwszego rzędu. Transmitancja otwartej pętli regulacji amplitudy jest więc co najmniej drugiego rzędu i jest to pętla potencjalnie niestabilna [1, 5]. W przypadku gdy stała czasowa użytego filtra przekroczy pewną wartość, pętla zaczyna pracować niestabilnie, co objawia się pasywną modulacją amplitudy lub relaksacyjnym srywaniem generowanych drgań sinusoidalnych. Z tego powodu maksymalna wartość stałej czasowej filtra jest ograniczona /jest zwykle kilkanaście lub kilkadziesiąt razy większa od wartości okresu generowanych drgań/. Ograniczenie to powoduje, że napięcie V_0 wykazuje stosunkowo duży poziom składowej zmiennej /napięcia tętnień/, co wpływa niekorzystnie na poziom zniekształceń nieliniowych generowanego przebiegu. W rezultacie trudno jest uzyskać jednocześnie bardzo stabilną amplitudę i bardzo małe zniekształcenia sygnału wyjściowego generatora.

Inną wadą jest fakt, że w przypadku generatora, którego częstotliwość drgań ma być przestrzegana w szerokim zakresie, stała czasowa filtra musi być również przestrzegana.

Zaletą klasycznych metod ograniczenia i stabilizacji amplitudy drgań jest prosta realizacja układu prostownika i filtra dolnoprzepustowego, użytych w pętli ARW.

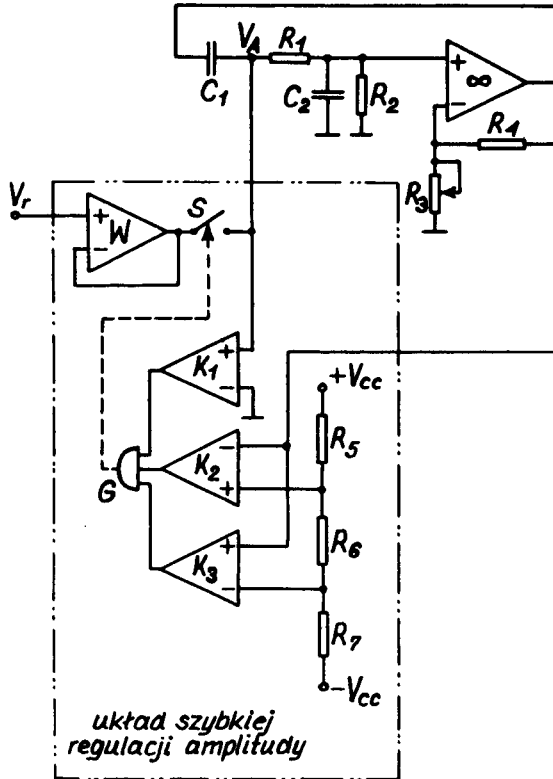
3. SZYBKA STABILIZACJA I REGULACJA AMPLITUDY DRGAŃ

Ostatnio, coraz szerzej stosowane są nowe metody stabilizacji amplitudy drgań. Ich cechą wspólną jest mała bezwładność / duża szybkość działania/ pętli automatycznej regulacji amplitudy. Metody te pozwoliły zmniejszyć poziom zniekształceń harmonicznych generowanego przebiegu do wartości rzędu $10^{-2}\%$, przy dobrej stabilności amplitudy drgań. Wprowadziły ponadto możliwość bardzo szybkiej regulacji amplitudy generowanych drgań.

Spotykane rozwiązania w tym zakresie można podzielić na dwie grupy. Pierwszą grupę tworzą metody oparte na całkowicie innej zasadzie niż metody klasyczne. Do drugiej grupy można zaliczyć metody, których zasada pracy jest taka sama jak w rozwiązaniach pokazanych na rysunkach 1 i 2, a elementem nowości jest w nich inny sposób przetwarzania sygnału zmiennego V_0 na napięcia stałe.

W przypadku pierwszej grupy metod, stabilizacja amplitudy drgań polega na korekcie warunków początkowych wyróżnionego kondensatora w wyniku odpowiedniego jego doładowania lub rozładowania [2, 6]. Na rysunku 3 pokazane rozwiązanie służące do stabilizacji amplitudy drgań w generatorze z mostkiem Wiena. Jest to przykład zaczerpnięty z pracy [2].

Stabilizacja polega tu na tym, że w każdym okresie drgań klucz S jest jednorazowo swierany przez krótki okres czasu /duże krótszy niż okres drgań/. W tym czasie napięcie w węźle A zrównuje się z napięciem na wyjściu wtórnika W. Napięcie V_A osiąga wówczas wartość napięcia odniesienia V_0 . Jeżeli w ciągu jednego okresu drgań, tj. w przedziale



Rys. 3. Generator z mostkiem Wienera objęty pętlą szybkiej regulacji amplitudy drgań

czasu jaki upłynął od poprzedniego stanu zwarcia klucza S, zmieniła się amplituda drgań, to zmianie uległa również wartość napięcia V_A . Zwarcie klucza spowoduje wówczas odpowiednie doładowanie lub rozładowanie kondensatora C_1 i w ten sposób doprowadzi wartość napięcia V_A do poziomu jaki był przy poprzednim zwarciu klucza /jeżeli $V_r = \text{const}/$. Proces ten nazywany jest korekcją warunków początkowych kondensatora.

Rezystancje R_1 , R_2 są tak dobrane by były znacznie większe od rezystancji R_3 , występującej między zaciskami klucza w stanie zwarcia. Oznacza to, że stała czasowa $\tau_k = R_3 C_1$, z jaką odbywa się opisana korekcja, jest duże mniejsza od stałych czasowych $R_1 C_1$, $R_2 C_2$, a czas trwania impulsu kluczującego może być dużo krótszy od okresu drgań. Zmiany napięcia na kondensatorze C_2 odbywają się natomiast znacznie wolniej, a ich szybkość jest określona przez stałe czasowe $R_1 C_1$, $R_2 C_2$.

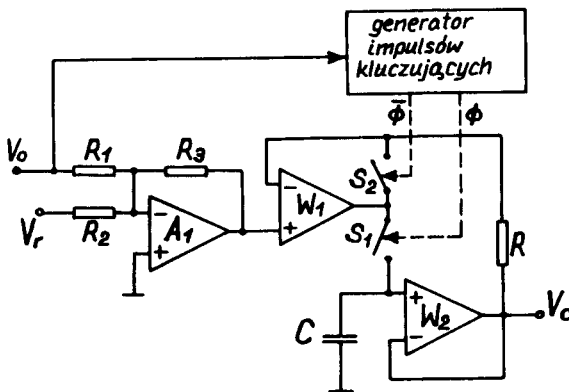
Zadaniem komparatorów K_1 , K_2 , K_3 oraz bramki G jest wytworzenie w ciągu każdego okresu drgań jednego wąskiego impulsu kluczującego.

W generatorze z rysunku 3 uzyskane sześcizna harmoniczne

równe 0,1%, a czas ustalania się poziomu amplitudy drgań, przy skokowych zmianach napięcia V_T o 100%, był w przybliżeniu równy okresowi drgań. Dla porównania warto podać, że w klasycznych rozwiązaniach pętli ARW, przy zmianach V_T jak powyżej, czas ustalania się amplitudy wynosi od kilkunastu do kilkudziesięciu okresów drgań.

Drugą grupę metod szybkiej stabilizacji i kontroli amplitudy drgań tworzą rozwiązania, gdzie podobnie jak w układach klasycznych stosuje się wzmacniacz, którego wzmocnienie jest automatycznie regulowane za pomocą napięcia stałego, proporcjonalnego do amplitudy drgań. W tym przypadku nowość polega na zastosowaniu szybkiego sposobu przetwarzania napięcia sinusoidalnie zmiennego na napięcie stałe o małych tętnieniach. Wymaganie dotyczące małych tętnień jest konieczne dla uzyskania bardzo małych zniekształceń nieliniowych generowanego przebiegu. Jako wzmacniacz o regulowanym wzmocnieniu wykorzystuje się układ mnożący, /jak pokazano na rysunku 2/, lub wzmacniacz z elementem o regulowanej rezystancji, występującym w pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego tego wzmacniacza /co pokazano na rysunku 1/.

Istnieje kilka sposobów szybkiej zmiany napięcia zmiennego na napięcie stałe. Można tu wymienić rozwiązania wykorzystujące układy próbkująco-pamiętające [4, 5, 7], gdzie zwykle w każdym okresie drgań dokonuje się jednego próbkowania wartości chwilowej generowanego przebiegu oraz rozwiązania, gdzie układ przetwornika AC-DC w sposób ciągły śledzi generowany przebieg sinusoidalnie zmienny [1, 3, 5].



Rys. 4. Próbkująco-pamiętający przetwornik AC-DC

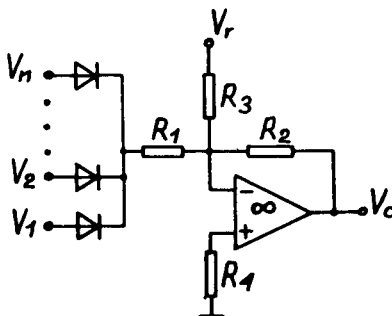
Na rysunku 4 przedstawiono układ /zaczepnięty z pracy [5] /, działający na zasadzie próbkowania i zapamiętywania wartości szczytowej sygnału sinusoidalnie zmiennego. Wzmacniacz A_1 oraz rezystory R_1 , R_2 , R_3 tworzą układ sumatora, natomiast pozostałe dwa wzmacniacze spełniają funkcję wtórników napięciowych. Klucze S_1 , S_2 sterowane są w ten sposób, że gdy jeden jest zwarty, drugi jest rozwarty i odwrotnie. Przez większą

część okresu sygnału sinusoidalnie zmiennego V_0 podawanego na wejście, klucz S_2 jest zwarty. W tym przedziale czasu napięcie wyjściowe układu V_0 jest stałe i równe napięciu na kondensatorze C. Generator impulsów kluczujących wytwarza w każdym okresie sygnału wejściowego jeden wąski impuls zwierający klucz S_1 i rozwierający klucz S_2 . Napięcie na kondensatorze C zrównuje się wówczas z napięciem na wyjściu sumatora. Impuls ten pojawia się zwykle w chwili, gdy przebieg wejściowy osiąga maksimum. Uzyskane napięcie wyjściowe V_0 ma kształt przebiegu schodkowego, który zmienia swoją wartość w chwilach zwierania klucza S_1 . Wartość napięcia V_0 w przedziale czasu między kolejnymi stanami zwarcia klucza S_1 , jest proporcjonalna zarówno do wartości napięcia odniesienia V_r , jak i do wartości napięcia wejściowego w czasie ostatniego próbkowania.

Układ pokazany na rysunku 4, zastosowany w pętli ARW, pozwala na szybką zmianę amplitudy drgań. Zmiana wartości napięcia V_0 jest bowiem opóźniona względem zmian wartości napięcia V_r co najwyżej o jeden okres generowanego przebiegu, niezależnie od zakresu w jakim te zmiany następują.

Drugą grupę szybkich przetworników AC-DC tworzą układy śledzące w sposób ciągły sygnał sinusoidalnie zmienny. Wykorzystując te układy do stabilizacji amplitudy drgań otrzymuje się pętlę ARW pierwszego rzędu, która jest bezwzględnie stabilna.

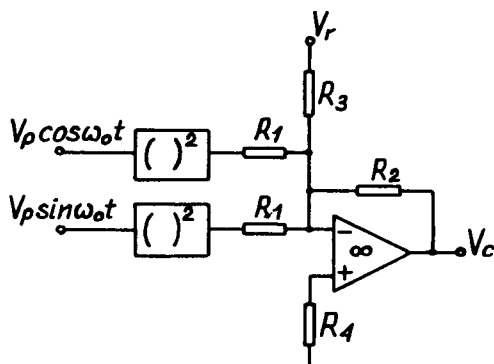
Przykładem takiego przetwornika jest prostownik wielofazowy [1], pokazany na rysunku 5. Napięcia doprowadzone do wejść prostownika $V_1, i=1, \dots, n$, muszą być sygnałami sinusoidalnie zmiennymi o jednakowych amplitudach, przesuniętymi względem siebie w fazie o jednakowy kąt równy $360^\circ/n$. Warunkiem uzyskania małych tętnień napięcia wyjściowego V_0 jest odpowiednio duża liczba sygnałów wejściowych V_1 , które trzeba wytworzyć w oparciu o przebieg wyjściowy generatora. Jest to największa niedogodność tego rozwiązania.



Rys. 5 Prostownik wielofazowy

Innym przykładem jest układ [5], którego zasada działania polega na wykorzystaniu następującej zależności trygonometrycznej:

$$(V_p \sin \omega_0 t)^2 + (V_p \cos \omega_0 t)^2 = V_p^2$$



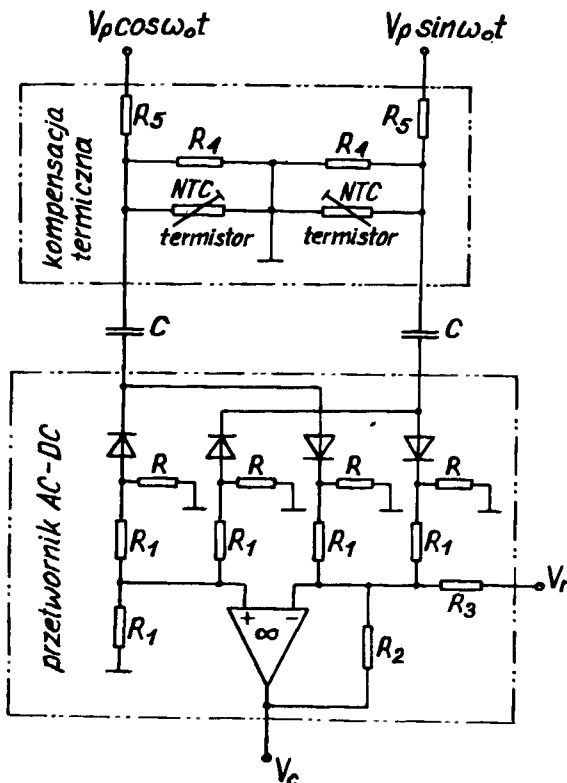
Rys. 6 Przetwornik
AC-DC

Schemat układu wykorzystującego podaną zależność pokazano na rysunku 6. Sygnałami wejściowymi układu z rysunku 6 są dwa przebiegi sinusoidalnie zmiennie o jednakowej amplitudzie, przesunięte w fazie o kąt 90° . Pokazane rozwiązanie jest więc szczególnie dogodnie do zastosowania w generatorach kwadraturowych, gdzie przebiegi na wyjściach obu integratorów są przesunięte względem siebie w fazie o kąt 90° , i gdzie łatwo można uzyskać jednakowe amplitudy obu przebiegów. Jakość przetwarzania w układzie /rys.6/, tzn. niski poziom tętnień napięcia wyjściowego V_c , jest zdeterminowana głównie jakością użytych układów podnoszących do kwadratu. Z tego powodu w warunkach krajowych jest to aktualnie rozwiązanie kosztowne.

Trzeci przykład jest rozwiązaniem zaproponowanym przez autora niniejszego artykułu* i opisanym w pracach [3, 8]. Podobnie jak układ z rysunku 6, jest to rozwiązanie dogodne do zastosowania w generatorze kwadraturowym, ponieważ wymagane są tu dwa sygnały wejściowe, sinusoidalnie zmiennie, o jednakowych amplitudach i przesunięte w fazie o kąt 90° . Schemat omawianego przetwornika pokazano na rysunku 7.

Zasadnicza część układu z rysunku 7, oznaczona jako przetwornik AC-DC, składa się z czterech prostowników jednopołówkowych /diody obciążone rezystorami R / i układu sumująco-odejmującego, zrealizowanego na bazie wzmacniacza operacyjnego i rezystorów R_1, R_2, R_3 . Zasada działania tego układu jest podobna do prostownika wielofazowego. Napięcie wyjściowe V_c składa się z dwóch składników. Jeden składnik jest proporcjonalny do napięcia odniesienia V_p , a drugi do sumy wartości bezwzględnych czterech przebiegów uzyskanych na wyjściach prostowników /są to przebiegi przesunięte względem siebie o 90° /. Jeżeli amplituda V_p napięć wejściowych ma dużą wartość w porównaniu z wartością napięcia progowego diod użytych do prostowania, wówczas wartość napięcia tętnień sygnału wyjściowego w porównaniu z jego wartością średnią jest stosunkowo duża.

* Zgłoszenie nr P263085 w Urzędzie Patentowym PRL



Rys. 7 Układ do szybkiego przetwarzania napięć sinusoidalnie zmiennych na napięcie stałe

Główna zaleta pokazanego układu polega na tym, że wartość stosunku napięcia tętnień do składowej stałej napięcia wyjściowego, można znacznie zmniejszyć zmniejszając amplitudę przebiegów wejściowych do poziomu porównywalnego z wartością napięcia progowego diod prostujących. W takich warunkach przebiegi na wyjściu każdego z prostowników mają kształty znacznie różniące się od przebiegów uzyskiwanych w przypadku dużych amplitud wejściowych. Zmiana kształtu tych przebiegów pozwoliła wielokrotnie zredukować poziom napięcia tętnień w porównaniu ze składową stałą napięcia wyjściowego.

W pracy [3] pokazano, że istnieje optymalna wartość amplitudy napięć wejściowych, dla której stosunek napięcia tętnień do składowej stałej napięcia wyjściowego osiąga minimum. Wartość ta jest mała, często mniejsza niż 1V, i zależy od typu użytych diod oraz rezystancji użytych rezystorów. Mała wartość amplitudy sygnałów wejściowych V_p powoduje, że napięcie wyjściowe V_o wykazuje dużą wrażliwość na zmiany temperatury, co wynika głównie z dużej wrażliwości na nie parametrów diod prostujących. Z tego powodu w układzie z rysunku 7, zastosowano dodatkowo dwa dziel-

niki oporowo-termistorowe, które pozwoliły uzyskać w pewnym przedziale temperatur zadowalającą stabilność termiczną układu. Kondensatory C pełnią funkcję elementów sprzęgających, potrzebnych na to, by na wejściu przetwornika AC-DC występowały przebiegi symetryczne względem zera.

Wykorzystując układ z rysunku 7, w generatorze kwadraturowym uzyskano zniekształcenia harmoniczne równe 0,05% przy dobrej stabilności amplitudy generowanych drgań. Czas ustalania się amplitudy drgań, przy zmianach amplitudy spowodowanych skokowymi zmianami napięcia odniesienia V_T był krótki. Przy zmianach amplitudy o 100% czas ten był w przybliżeniu równy okresowi drgań. Uzyskane rezultaty są nie gorsze niż rezultaty podane w ostatnio opublikowanej pracy z tej dziedziny [2].

Na zakończenie warto dodać, że układ z rysunku 7 ma tym lepsze właściwości /mniejsze tętnienia na wyjściu/ im mniejszy jest rozrzut parametrów użytych diod prostujących.

4. PODSUMOWANIE

W pracy dokonano przeglądu metod automatycznej stabilizacji i regulacji amplitudy drgań generatorów RC. Najwięcej miejsca poświęcono metodom najnowszym, tj. metodom szybkiej regulacji i stabilizacji amplitudy drgań. Są to metody, w których przetwarzanie sygnału sinusoidalnie zmiennego na sygnał pomocniczy /stały lub impulsowy/ odbywa się w sposób szybki. Taki sposób przetwarzania pozwala realizować automatyczną regulację amplitudy, za pomocą pętli sprzężenia zwrotnego pierwszego rzędu. W przypadku przetworników śledzących w sposób ciągły przebieg zmienny, pętla taka jest bezwzględnie stabilna, natomiast w przypadku przetworników próbkująco-pamiętających, można w prosty sposób zapewnić stabilną pracę tej pętli [5]. W odróżnieniu od metod klasycznych, metody szybkiej regulacji i stabilizacji amplitudy pozwalają uzyskać jednocześnie dobrą stałość amplitudy i małe zniekształcenia harmoniczne generowanego przebiegu. Metody te stwarzają ponadto możliwość szybkich zmian poziomu amplitudy drgań za pomocą napięcia.

Dokonano klasyfikacji podstawowych rozwiązań stosowanych w tej dziedzinie. Przedstawione metody i rozwiązania są niekiedy stosowane równocześnie w celu uzyskania lepszych rezultatów. Przykładowo w pracy [2] najpierw badano generator pokazany na rysunku 3, gdzie regulacja amplitudy polega na korekcie warunków początkowych kondensatora C, a następnie testowano generator, w którym dodatkowo zastosowano automatyczną regulację wzmożenia wzmacniacza podtrzymującego drgania. W układzie z rysunku 3 wzmożenie to jest zależne od stosunku rezystancji R_4/R_3 i nie jest automatycznie regulowane. Jednoczesne zastosowanie obu sposobów regulacji amplitudy pozwoliło zmniejszyć poziom zniekształceń harmonicznych generowanego przebiegu z 0,1% do 0,03%.

Niekiedy pożądanym jest stosowanie jednocześnie pętli szybkiej i wolnej /z klasycznym przetwarzaniem AC-DC/ stabilizacji amplitudy drgań.

Pętla wolnej regulacji może wówczas być wykorzystana do zwiększenia skuteczności kompensacji wpływu temperatury na poziom amplitudy drgań /dryf termiczny/, lub wpływu napięcia zasilania na ten poziom /dryf napięciowy/. Przy jednoczesnym działaniu obu pętli, stała czasowa pętli wolno działającej może być bardzo duża bez obawy o niestabilną pracę całego układu automatycznej regulacji amplitudy.

LITERATURA

- [1] Filanovsky I.M., Piscarev V.A., Stromsmoe K.A.: On the fast amplitude control in RC oscillators. Proc. IEEE Int. Symp. Circuits and Systems, Italy May 1982, s. 819-822
- [2] Filanovsky I.M.: A Wien bridge RC oscillator with fast amplitude control. Int. J. Electronics, 1985, Vol. 58, No 55, s. 817-826
- [3] Gucko A.: Układ do szybkiej detekcji amplitudy sygnałów sinusoidalnie zmiennych. ATR, Bydgoszcz 1986
- [4] Meyer-Ebrrecht D.: Schnelle Amplitudenregelung harmonischer Oszillatoren. Philips Res. Repts. Suppl. 1974, No.6
- [5] Mikhael W.B., Tu S.: Continuous and switched-capacitor multiphase oscillators. IEEE Trans. on Circuits and Systems vol. CAS-31, No.3, March 1984, s. 280-293
- [6] Vannaí N., Pap L.: RC oscillator with extremely low harmonic distortion. Periodica Polytechn. Elect. Engng., Vol. 24, Hungary 1980, s. 59-65
- [7] Vannerson E., Smith K.C.: Fast amplitude stabilization of an RC oscillator. IEEE J. Solid-State Circuits, Vol. SC-9, Aug. 1974, s. 176-179
- [8] Wojtyna R.: Przetwornik AC-DC przydatny do stabilizacji amplitudy w generatorach kwadraturowych. X Krajowa Konferencja TOiUE, Gdańsk 1987, s. 187-192

ON AMPLITUDE STABILIZATION AND CONTROL IN RC OSCILLATORS

Summary

In this paper, amplitude stabilization and control methods in RC sinusoidal oscillators are reviewed. Apart from traditional concepts, a new group of the so-called fast amplitude stabilization and control circuits is presented. Making use of these circuits, one can achieve a more stable amplitude and lower harmonic distortion of the oscillating waveform. Moreover, such circuits provide a fast amplitude control by means of an external voltage.

СТАБИЛИЗАЦИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЕ АМПЛИТУДЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ В ГЕНЕРАТОРАХ RC

Резюме

Работа содержит обзор методов стабилизации и регулирования амплитуды электрических колебаний в генераторах RC. Кроме традиционных методов представлены новые методы т.н. методы быстрой стабилизации и регулирования. Применяя методы из этой группы получаем лучшую стабилизацию амплитуды, более низкий уровень искажения генерированных колебаний. Кроме того существует возможность быстрого регулирования амплитуды колебаний с помощью напряжения..

Władysław Michałowski

SŁUŻBOWE STOSUNKI PRACY PRACOWNIKÓW
PAŃSTWOWEJ JEDNOSTKI ORGANIZACYJNEJ
"POLSKA POCZTA, TELEGRAF I TELEFON"

W artykule przedstawiono niektóre odrębności sytuacji prawnej pracowników zatrudnionych w p.j.o. PPTT. Poddano analitycznym ocenom zróżnicowane stosunki pracy pracowników umownych i mianowanych, w szczególności w zakresie nawiązania, trwania i rozwiązania tych stosunków pracy, stosowania umów i decyzji zmieniających, praw i obowiązków, odpowiedzialności pracowniczej oraz rozstrzygnięć wynikających ze stosunku pracy i sposobu ich rozstrzygnięcia.

Całość rozważań oparto o obecny zakres przedmiotowy i podmiotowy uregulowań prawnych, jak również o długoletni i bardzo złożony ciąg przemian państwa i prawa oraz rozwoju społecznego, które to stały się podstawą niektórych interpretacji, wątpliwości i ocen.

Na mocy i z upoważnienia art. 298 Kodeksu pracy¹ zostało wydane rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 października 1986 r. w sprawie praw i obowiązków pracowników państwowej jednostki organizacyjnej "Polska Poczta, Telegraf i Telefon" zwane potocznie "pragmatyką PPTT" względnie "pragmatyką pocztową"².

Pragmatyka ta ma zastosowanie do pracowników mianowanych w PPTT, a niektóre jej przepisy dotyczą także pracowników PPTT zatrudnionych na podstawie umowy o pracę. W ten sposób traktuje § 1 ust. 2 pragmatyki. Stan ten stwarza pozory, że obejmuje ona swym zakresem podmiotowym wszystkie osoby pozostające w stosunku pracy, mimo faktycznie utrzymywanego podziału na pracowników, których stosunki pracy regulowane są w drodze umowy o pracę oraz tych, których stosunki pracy rodzi nominacja - czyli mianowanie. Tak więc podział na pracowników umownych i mianowanych w PPTT w nowych uregulowaniach prawnych został utrzymany.

Jak należy przypuszczać, wprowadzenie do pragmatyki pocztowej przepisów obligatoryjnie obowiązujących i mających zastosowanie do osób zatrudnionych również na podstawie umowy o pracę, jest podyktowane specyfiką PPTT, a zarazem jednolitą rolą i zakresem praw, i obowiązków pracowników tej państwowej jednostki organizacyjnej. Tak więc przepisy pragmatyki stały się nie tylko właściwymi dla stosunków pracy z nominacji, ale powszechnie w PPTT obowiązującymi. Fakt ten eszabia w

¹ Dz.U.Nr 24/74 poz. 141

² Dz.U.Nr 43/86 poz. 209

znacznym stopniu rolę nominacji i sprowadza się tylko do tradycji ukształtowanej formy nawiązania stosunku pracy.

Zważywszy, że przepisy Kodeksu pracy mają pełne zastosowanie do wszystkich pracowników, we wszystkich sprawach nienormowanych przepisami szczególnymi /pragmatykami/, to zakres podziału na pracowników mianowanych i umownych w PPTT ma coraz mniejsze znaczenie. Instytucja "nominacji" została uznana przez Kodeks pracy za jedną z równoprawnych podstaw nawiązywania stosunku pracy i jest stosowana tam, gdzie wymaga tego szczególny charakter pracy /art. 76/. Praca zatrudnionych w PPTT pracowników mianowanych została uznana jako posiadająca "szczególny charakter" mimo, iż w praktyce nie różni się od pracy wykonywanej także przez pracowników zatrudnionych na innej podstawie niż mianowanie. /pragn. rozdz. I § 1 i 2/. Stan taki w znacznym stopniu ogranicza funkcje, jakie przypisywano nominacji /w szczególności pod rządami ustawy o państwowej służbie cywilnej/³ i sprowadza się tylko do zachowania "pozorów", które w nowych uregulowaniach prawnych - po wejściu w życie Kodeksu pracy - przyjęte zostały tylko przez niektóre pragmatyki.

Stosunki pracy w PPTT bez względu na sposób ich nawiązania zostały podporządkowane w znacznym stopniu przepisom pragmatyki. Podporządkowanie to podkreśla istnienie w PPTT służbowych stosunków pracy, które mają stanowić szczególną ochronę trwałości tych stosunków i z tego płynących korzyści dla pracowników, jak również zakładu pracy w podporządkowaniu osób zatrudnionych.

Nominacja w PPTT ma charakter pozorny, a mimo to wśród pracowników mianowanych cieszy się popularnością, która wiązana jest bardziej z tradycją i z samym aktem nominacji, a nie z uprawnieniami wynikającymi z przepisów dotyczących zakresu praw i obowiązków⁴.

Minister Łączności zgodnie z § 3 ust.4 pkt.2, określa stanowiska kierownicze i samodzielne, które mogą być zajmowane wyłącznie przez pracowników mianowanych. Przepis ten sygnalizuje pewne ograniczenia w stosowaniu nominacji, przy czym nie wyklucza możliwości powszechnego jej stosowania pod warunkiem zachowania określonych wymogów pragmatyki.

Przepis § 3 ust.4 pkt.2 leży nieco w sprzeczności z § 61 ust.1 pragmatyki, obligujący do mianowania wszystkich pracowników odpowiadających określonym warunkom do 1988 r.

³ a) por. W. Jaśkiewicz: Studia nad sytuacją prawną pracowników państwowych. T. I. Poznań 1961, i T. II. Poznań 1966

b) por. J. Jełowicki: Polskie Prawo Urzędnicze [w:] Organizacja, Metody, Technika w administracji państwowej. Zeszyt nr 12/336 grudzień 1986

⁴ por. R. Seler: Istota i funkcja nominacji. Praca i Zabezpieczenie Społeczne, Nr 12/71. J. Łętowski: Służba państwowa w świetle aktualnych rozwiązań prawnych. PIP z. 8-9, s. 47

Mianowanym w PPTT może być pracownik, który odpowiada ustalonym kryteriom, czyli posiada:

- obywatelstwo polskie,
- pełną zdolność do czynności prawnych,
- odpowiedni stan zdrowia,
- odpowiednie kwalifikacje do zajmowania danego stanowiska pracy,
- pełnię praw publicznych,
- nienaganną opinię służbową i jest zatrudniony w PPTT co najmniej trzy lata w pełnym wymiarze czasu pracy oraz daje rękojmię należytego wykonywania obowiązków.

Minister Łączności lub upoważniony przez niego organ może wyrazić zgodę na odstępstwo w zakresie wymogu kwalifikacji i stażu pracy w PPTT /§ 3 ust.3/.

Zgodnie z § 4 pragmatyki mianowanie pracowników dokonują:

1. Minister Łączności lub upoważnione przez niego organy
 - na stanowiska dyrektorów, zastępców dyrektorów i głównych księgowych jednostek organizacyjnych PPTT.
2. Kierownicy jednostek organizacyjnych PPTT, będących zakładami pracy - na pozostałe stanowiska.

Nominacja powinna obligatoryjnie określać - jednostkę organizacyjną i miejsce pracy, stanowisko służbowe i wysokość wynagrodzenia.

Stosunek pracy na podstawie mianowania powstaje w dniu ustalonym w nominacji albo z dniem doręczenia aktu nominacyjnego, jeśli w nim nie określono terminu przystąpienia do pracy /§ 5 ust.1 pragmatyki/.

Do nawiązania stosunku pracy na podstawie mianowania wymagana jest zgoda pracownika /§ 3 ust.2 pragmatyki/.Przepisy pragmatyki nie określają formy wyrażania takowej, to jednak w interpretacjach prawnych fakt przyjęcia nominacji uważany jest jako wyrażenie zgody przez pracownika.⁵ Wymóg taki stawia art. 11 K.p. Sąd wniosek, że nominacja bez zgody pracownika jest, jako sprzeczna z prawem, nieważna.

Przepisy pragmatyki nie ustalają trybu postępowania w przypadku nominacji na podstawie fałszywych /braku/ dokumentów. Domniemywać należy, że taka nominacja jest również z mocy prawa - nieważna.

Omawiany tryb nawiązania stosunku pracy z nominacji obowiązuje wszystkich mianowanych pracowników PPTT, również kierowników zakładów i ich zastępców /też głównych księgowych/. Tryb w swej odrębności, jest sprzeczny z zasadą wynikającą z art. 68 § 1 Kodeksu pracy, to jednak znajduje swe usankcjonowanie w przepisach szczególnych, wynikających z art. 68 § 2 uprawnienia dla Rady Ministrów.⁶

W rozumieniu art. 68-72 Kodeksu pracy, nawiązanie stosunku pracy z

⁵ por. Z. Sypniewski: Charakter prawny stosunków pracy na podstawie mianowania. W: Studia nad Kodeksem Pracy pod. red. W. Jaśkiewicza UAM-Poznań 1975 s. 208, 214 i 215

⁶ Op.cit. J. Łętowski, s. 47

niemianowanymi kierownikami zakładów pracy i ich zastępcami winno następować na podstawie powołania. Powołanie, jako określony sposób nawiązania stosunku pracy, głównie z osobami zajmującymi stanowiska kierownicze, jest przewidziane przez szereg pragmatyk. Powołanie dotyczy przede wszystkim pracowników państwowej administracji centralnej i terenowej, gdzie pełni podobną rolę, co kiedyś nominacja.⁷

Wyrazem szczególnego charakteru pracy w PPTT jest wymóg złożenia ślubowania przez pracownika /§ 6 pragmatyki/, w którym deklaruje on szczególną wierność wobec PRL i oddanie sprawie Jej pomyślnego i socjalistycznego rozwoju, a także sumienne i staranne wypełnianie obowiązków w służbie łączności i strzeżenie interesów socjalistycznego państwa oraz przestrzegania tajemnicy państwowej i służbowej. Pragmatyka PPTT nie określa formy złożenia ślubowania. Przyjęto formę pisemnej deklaracji, którą włącza się do akt osobowych pracownika, co nie wyklucza możliwości uroczystego, ustnego ślubowania składanego przez pracownika wobec swych przełożonych i świadków, a następnie potwierdzonego własnoręcznym podpisem na dokumencie z wypisaną rotą ślubowania.

Niedotrzymanie zobowiązań wynikających z treści ślubowania stanowi o utracie rękojmi należytego wykonywania obowiązków i kwalifikuje do zmiany na stanowisko niższe. Przy powszechności stosowania nominacji /art. 61 pragmatyki/, wykonanie tego przepisu wydaje się wręcz wątpliwe, bowiem może dotyczyć pracownika, którego na niższe stanowisko przenieść nie można.

Pragmatyka PPTT nie przewiduje wypowiedzeń zmieniających stosunek pracy ani porozumień co do zmiany jego elementów. /Kodeks pracy przewiduje zgodnie z art. 42 wypowiedzenie zmieniające/.

Nadal jedyną, przewidzianą formą są decyzje organów uprawnionych do mianowania, podejmowane bez zgody pracownika mianowanego, a odnoszące się tylko do wyszczególnionych przypadków zmian w treści stosunku pracy, kiedy to:

1. Właściwy organ do mianowania może przenieść pracownika na inne stanowisko pracy /§ 7 ust.1/, po zasięgnięciu opinii zakładowej organizacji związkowej.
2. Przeniesienie na niższe stanowisko może nastąpić /§ 7 ust.2/:
 - w razie stwierdzenia przez Komisję Lekarską ds. Inwalidztwa i Zatrudnienia trwałej niezdolności do pracy na zajmowanym stanowisku,
 - w wyniku zawinionej przez pracownika utraty uprawnień koniecznych do wykonywania pracy na dotychczasowym stanowisku,
 - w razie otrzymania przez pracownika dwóch kolejnych negatywnych /niezadawalających/ ocen pracy, z tym że ocena następna

⁷ Patrz rozporządzenie R.M. z dnia 20.XI.1974, w sprawie określenia stanowisk kierowniczych, na których zatrudnia się pracowników na podstawie powołania /Dz.U. Nr 45 poz. 268/.

- nie może być dokonana wcześniej, niż po upływie 6 miesięcy od poprzedniej,
- w wyniku zmian organizacyjnych, polegających na likwidacji lub łączeniu komórek,
 - w razie utraty rękojmi należytego wykonywania obowiązków na zajmowanym stanowisku,
 - oraz gdy pracownik mianowany na stanowisko kierownika zakładu pracy, jego zastępcy lub głównego księgowego, w przypadkach uzasadnionych względami służby, może być w każdym czasie przeniesiony przez organ, który go mianował, na inne stanowisko służbwe, w tym samym lub innym zakładzie pracy PPTP.

Pracownik przeniesiony na niższe stanowisko z przyczyn określonych w § 7 ust.1 i ust.2 pkt. 1,4,5,6, zachowuje, przez okres 3 miesięcy, prawo do ostatnio pobranego wynagrodzenia, a po upływie tego okresu - posiadaną dotychczasową stawkę i kategorię wynagrodzenia zasadniczego. W razie, gdy zgodnie z zakładowym systemem wynagradzania zachodzi konieczność obniżenia wynagrodzenia na nowym stanowisku, wynagrodzenie pracownika ustala się w wysokości nieprzekraczającej najwyższej stawki w najwyższej kategorii zaszeregowania, przewidzianej dla tego stanowiska. Domniemywać należy, że pracowników wymienionych w § 7 ust.2 pkt.2 i 3 przenosi się na stanowisko z zaszeregowaniem niższym, jako że sytuacja wynika z winy pracownika. Ochreń trwałości i stabilności stanowiska i wynagrodzenia pracownika mianowanego staje się więc wątpliwa, jako że utraciła zasadniczy sens pragmatyka, na różnicowaniu praw i obowiązków pracowników umownych /kontraktowych/, od mianowanych /stałych/. Ten stały charakter pracy miał swoją wymowę i treść oraz dawał określone gwarancje pracownikowi mianowanemu.

Warto tu zwrócić uwagę, że przypadki możliwości wyznaczenia pracownika mianowanego na stanowisko niższe, są identyczne z tymi podstawami, dla których zakład pracy, zgodnie z art. 43 § 1 K.p., może wypowiedzieć warunki pracy i płacy również pracownikom, o których mowa w art. 39 Kodeksu pracy.

Pragmatyka PPTP /§ 8 ust.1-4/ przewiduje sytuacje powierzenia, za zgodą pracownika pełnienia obowiązków na innym stanowisku niż poprzednio zajmowane. Pracownikowi, któremu powierzono pełnienie obowiązków na wyższym stanowisku przysługuje, w czasie pełnienia tych obowiązków, wynagrodzenie nie niższe od najniższego wynagrodzenia przewidzianego dla tego stanowiska i nie niższe niż poprzednio otrzymywane. Pracownik, któremu powierzono pełnienie obowiązków na innym stanowisku może być w każdym czasie zwolniony od pełnienia tych obowiązków i zatrudniony na stanowisku poprzednim lub równorzędnym. Po upływie tego okresu, pracownikowi przysługuje wynagrodzenie nieprzekraczające najwyższej stawki, w najwyższej kategorii przewidzianej na poprzednio zajmowanym lub innym równorzędnym stanowisku. Zatem, w tych przypadkach niedopuszczalne jest zatrudnienie pracownika mianowanego na stanowisku niższym.

Pragmatyka PPTT przewiduje /§ 9 ust.1-2/, w przypadkach uzasadnionych względami służby, przeniesienie pracownika mianowanego do innej jednostki organizacyjnej w ramach zakładu pracy, w tej samej lub innej miejscowości, na równorzędne lub wyższe stanowisko.

W tym względzie istnieje również ograniczenie w odniesieniu do kobiet w ciąży, lub opiekujących się dzieckiem w wieku do lat 15, których nie można przenieść bez ich zgody - ale tylko do jednostek położonych w innej miejscowości.⁸

Pragmatyka nie precyzuje pojęcia "przypadków uzasadnionych względami służby", jak również nie podaje różnic w używanych określeniach. Organ właściwy do mianowania może przenieść pracownika na stanowisko pracy, o którym mowa w § 8 pragmatyki, bądź to kierownik zakładu pracy może przenieść pracownika do pracy /§ 9 ust.1 pragmatyki/ w innej jednostce, co stanowi swoisty problem w tym sensie, czy rozróżnienie to jest tylko kwestią nomenklatury, czy zawiera merytoryczne różnice.

Decyzja zmieniająca, podjęta za zgodą pracownika mianowanego /zwykle poprzedza ją rozmowa/, stanowi czynność formalną, i jednostronną. Jest to wola zakładu pomimo, iż pracownik na to wyraził zgodę. Natomiast decyzje zmieniające, podjęte z urzędu, bez zgody pracownika, są czynnościami jednostronnymi organu uprawnionego do mianowania. Decyzje obowiązujące bezwzględnie pracowników mianowanych winny uwzględniać tak potrzeby zakładu pracy jak i niebagatelny - tak bardzo liczący się w ustroju socjalistycznym - interes pracownika i jego rodziny. Tych okoliczności pragmatyka PPTT nie uwzględnia, co powoduje wzrost trudności w osiągnięciu zamierzonego celu.

Rozwiązanie stosunku pracy z nominacji w PPTT kształtuje się podobnie jak w zobowiązaniowym stosunku pracy. Pracownik mianowany w PPTT może rozwiązać stosunek pracy z własnej inicjatywy, w każdej chwili, poprzez oświadczenie woli wyrażonej na piśmie, w określonym terminie, z zachowaniem 3-miesięcznego okresu wypowiedzenia /§ 14/.

Stosunek pracy z pracownikiem może ulec rozwiązaniu na mocy porozumienia stron /§ 15/.

Zakład pracy może rozwiązać stosunek pracy z pracownikiem mianowanym, w przypadkach określonych w przepisach pragmatyki /§ 13/ i to w drodze 3-miesięcznego okresu wypowiedzenia, przy czym ograniczona jest możliwość rozwiązania stosunku pracy ze skutkiem natychmiastowym /§ 13 ust.1 pkt 2/, z zachowaniem warunków określonych w § 13 ust.2,3 i 4 pragm.

Przepisy Kodeksu pracy o wygaśnięciu umowy o pracę stosuje się odpowiednio /§ 16 pragmatyki/ w stosunku do pracowników mianowanych.

Zakres praw i obowiązków pracowniczych określają w sposób szczegółowy przepisy Kodeksu pracy /art.100 i art.22 § 1 oraz art. 52 § 1 pkt 1 K.p./. Jednakże rodzaj wykonywanej pracy oraz stosunek pracy oparty o

⁸ Wynika to z przepisów dotyczących ochrony pracy kobiet, w szczególności ochrony macierzyństwa.

Por. H. Maruszewska "Ochrona macierzyństwa w świetle Kodeksu pracy"

W: Biuletyn MPPiSS - Służba Pracownicza - marzec 1975 s. 6

nominację, pozwala dostrzec tzw. dyscyplinę służbową w PPTT. Występuje tu znacznie większa dyspozycyjność pracownika, tak co do rodzaju miejsca i pory świadczenia pracy.

Pragmatyka PPTT rozszerza zakres obowiązków pracowniczych wynikających z Kodeksu pracy, formułując szczegółowo zasady jakimi pracownik powinien się kierować przy pełnieniu swych obowiązków. Podstawowy wymóg wobec pracownika PPTT stawiany przez pragmatykę - to żądanie sprawnego i prawidłowego wykonywania obowiązków na powierzonym mu stanowisku pracy /§ 27 ust.1/. Nadto niezależnie od ciążących na pracowniku w myśl art. 100 K.p. obowiązków sumiennosci i staranności w wykonywaniu pracy, przestrzegania dyscypliny pracy, jak najbardziej efektywnego wykorzystania czasu pracy, przejawiania stosownej inicjatywy dla uzyskania lepszych wyników pracy, przejawiania troski o dobro zakładu pracy i ochronę jego mienia, przestrzegania socjalistycznych zasad współzycia - pracownik powinien:

- sumiennie i starannie wykonywać zlecone mu przez przełożonego zadania,
- przejawiać szczególną troskę o powierzone mu mienie państwowe, społeczne i osób korzystających z usług łączności oraz oszczędnie i racjonalnie gospodarować środkami PPTT,
- strzec tajemnicy wykonywanych usług łączności zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie przepisami,
- dążyć do osiągnięcia jak najlepszych wyników pracy, przez podnoszenie kwalifikacji zawodowych oraz przez doskonalenie metod i organizacji pracy,
- w przypadkach grożących przerwą w komunikacji pocztowej, telekomunikacyjnej i radiokomunikacyjnej - podjąć niezbędne czynności zapobiegające powstaniu przerw i szkód,
- strzec dobrego imienia pracownika łączności,
- przestrzegać zasad współzycia społecznego i koleżeńskiej współpracy.

Zakres obowiązków wskazuje na rolę pracownika PPTT w stosunku do klientów i pracodawcy. Do istotnych obowiązków zalicza się wypełnianie poleceń służbowych. Oznacza to, że na pracowniku ciąży obowiązek pełnienia służby nie według własnej inwencji i swego uznania, lecz w ramach porządku określonego przez pracodawcę, w sposób zgodny z przepisami prawa, wytycznymi i wskazówkami o charakterze organizacyjnym.

Pracownik podlega kwalifikacyjnym ocenom pracy w trybie i na zasadach określonych przez Ministra Łączności /§ 32 pragm./. Podległość służbowa pracownika i obowiązek wykonywania poleceń, mimo iż są akcentowane w Kodeksie pracy /art. 100/, w pragmatyce PPTT posiadają dodatkowo pewien tryb postępowania, obowiązujący pracownika w przypadku, gdy otrzymał on od przełożonego polecenie, które w jego przekonaniu jest sprzeczne z prawem, posiada znamiona pomyłki lub godzi w interes społeczny /§ 28 ust. 2./. Pracownik ma obowiązek wykonać takie polecenie za uprzednim piśmiennym potwierdzeniem polecenia przez przełożonego,

jednak z obowiązkiem powiadomienia przez pracownika wyższych przełożonych, względnie też organu nadrzędnego. W § 28 ust. 1 i 2 pragmatyka najsilniej podkreśla wagę polecenia służbowego, mimo iż obowiązek wykonywania poleceń w stosunkach pracy został przez Kodeks pracy w zasadniczych kwestiach rozwiązany.

Zauważyć można, że istnieją tendencje do rozbudowywania i uszczegółowienia w przepisach prawnych obowiązków pracownika, co wynika z uczestnictwa w zarządzaniu zakładem pracy, z roli współgospodarza i kontrolującego nadzorca oraz z organizacyjnej funkcji prawa pracy, która znajduje swój wyraz w normach określających obowiązki pracownika.

Warunkiem zapewnienia sprawnej organizacji procesów pracy skooperowanej jest zawsze określenie obowiązków pracownika i środków prawnych przeciwdziałających ich naruszeniu. Prawo określa jedynie obowiązki stron, których przestrzeganie państwo uznało za konieczne zabezpieczyć za pomocą sankcji prawnych. Stąd znaczne zbliżenie ujętych w pragmatyce postanowień, dotyczących obowiązków pracownika z ujęciem Kodeksu pracy.

Znamienny jest przepis pragmatyki PPTT /§ 31/ wyraźnie wzorowany na art. 101 Kodeksu pracy, stanowiący zakaz podejmowania dodatkowego zatrudnienia bez zgody kierownika zakładu pracy.

Do obowiązków pracowników PPTT należy czasowe pełnienie służby poza jego stałym miejscem służbowym, przez okres do 3 miesięcy w ciągu roku, a za zgodą pracownika i dłużej tzn., że pracownik może być delegowany do pełnienia służby w innym uzasadnionej tej samej lub innej miejscowości /§ 29 pragm./. W przypadkach uzasadnionych ważnymi względami służbowymi, kierownik zakładu pracy może zarządzić, aby pracownicy bez uzyskania zezwolenia nie opuszczali poza godzinami pracy miejsca zamieszkania, bądź - w razie opuszczenia tego miejsca - zawiadamiali każdorazowo o czasowym miejscu pobytu /§ 30 pragm./.

Na straży przestrzegania zasad współżycia społecznego, w sferze stosunków pracy, stoi przede wszystkim sankcja opinii środowiska pracowniczego oraz działalność wychowawcza organizacji społeczno-politycznych.

W warunkach socjalistycznego ustroju społeczno-politycznego, w związku z określeniem celów realizowanych przez zakład pracy, przewartościowaniu ulegają poglądy na temat charakteru i zakresu obowiązków pracownika oraz środków, które powinny zostać użyte dla zapewnienia właściwej dyscypliny pracy. Dlatego też od pracowników wymaga się nie tylko należytego wykonywania pracy, lecz także spełniania powinności, które nie łączą się ściśle z pracą, ale wyrobiją nawyki społecznie pożądane. Niektóre obowiązki są samodzielnymi, odrębnymi obowiązkami moralnymi, a często nawet patriotycznymi np. uczestniczenie we współzawodnictwie pracy, pomoc koleżeńska, czyny produkcyjne, racjonalizatorstwo, nowatorstwo itp. Inne zaś mają charakter obowiązków moralnych i prawnych np. należyta troska o miejsce i warunki pracy, mienie i dobra materialne, przestrzeganie zasad bhp i zasad współżycia społecznego.

Prawa pracowników PPTT, zarówno mianowanych jak i umownych, są zbieżne i sprowadzają się do:

- ochrony prawnej przewidzianej dla funkcjonariuszy publicznych, stosownie do przepisów prawa karnego,
- przeszerogowania o jedną kategorię wynagrodzenia zasadniczego w ramach wynagrodzenia zasadniczego przewidzianego dla zajmowanego stanowiska pracy w razie:

- 1/ nawiązania stosunku pracy na podstawie mianowania,
- 2/ nadania mu w danym roku złotej odznaki "Zasłużony Pracownik Łączności".

Przy posiadaniu już najwyższej kategorii wynagrodzenia zasadniczego pracownik ma prawo do nagrody pieniężnej /§ 19 pragn./.

Pracownik ma również prawo do:

- 1/ nagrody jubileuszowej,
- 2/ odprawy emerytalnej,
- 3/ ulgowej opłaty za abonament radiowo-telewizyjny,
- 4/ bezpłatnego abonamentu telefonicznego,
- 5/ zniżki w opłatach za instalację stacji telefonicznej w lokalu mieszkalnym.

W zakresie uprawnień, pragmatyka PPTT rozszerza ujęte w Kodeksie pracy prawa pracowników do takich subtelności, jak: prawo do awansu, umundurowania lub ekwiwalentu pieniężnego, przejazdów ulgowych środkami PKP oraz nagród i wyróżnień. Jako szczególne uprawnienie, które dotyczy tylko pracowników mianowanych jest udzielanie pracownikowi przez kierownika jednostki nadrzędnej, zdrowotnego urlopu na leczenie sanatoryjne /§ 23 pragn./ oraz prawo do zasiłku z ubezpieczenia społecznego, w okresie czasowej niezdolności do pracy z powodu choroby, przez okres do jednego roku /§ 24 pragn./. Za czas urlopu zdrowotnego pracownikowi przysługuje normalne wynagrodzenie obliczane jak za urlop wypoczynkowy.

Sytuacja pracownika mianowanego w okresie czasowej niezdolności do pracy z powodu choroby jest korzystniejsza od sytuacji pracownika umownego, który w okresie trwania niezdolności do pracy ma prawo do zasiłku chorobowego przez okres 1 roku /§ 24 pragn./.

W zakresie tak uprawnień, jak i obowiązków, istnieją niewielkie różnice dotyczące pracowników pozostających w zobowiązaniowym stosunku pracy, a pracownikami z nominacji, które, poza drobnymi odchyleniami - pragmatyka przyjęła w znacznym stopniu również dla pracowników PPTT zatrudnionych na podstawie umowy o pracę /% 1 ust. 2 pragn./.

Przepisy nowej pragmatyki PPTT w rozdziałach omawiających odpowiedzialność służbową uległy zmianie, tak w stosunku do poprzednich uregulowań pragmatycznych, jak i w relacji do uregulowań kodeksowych w tym względzie⁹. Różnice te wynikają ze szczególnego podziału odpowiedzialności i zakresu stosowania kar. Dotychczasową odpowiedzialność

⁹ Z. Zieliński: Problem stosunków służbowych, a kodyfikacja prawa pracy w PRL. PiP z. 6/74, i R. Seker: Pragmatyki pracownicze, a Kodeks pracy. PiZS z. 12/74, s.4.

służbą pracowników mianowanych, która uległa szeregowym podziałom określono wprost, jako - odpowiedzialność porządkową i dyscyplinarną. Różnice między tymi rodzajami odpowiedzialności wynikają z wagi przewinień i wykroczeń pracowniczych, jak i ze sposobu nakładania kar i pociągania do odpowiedzialności. Ten podział jest charakterystyczny dla p.j.o. PPTT.

Pragmatyka PPTT określa, że za naruszenie obowiązków pracowniczych, pracownik mianowany ponosi odpowiedzialność porządkową i dyscyplinarną niezależnie od odpowiedzialności przewidzianej w kodeksie karnym, lub odpowiedzialności materialnej, według zasad art. 114-127 Kodeksu pracy.

Pragmatyka PPTT rozróżnia dwa rodzaje naruszeń przez pracownika obowiązków pracowniczych. W zależności od ciężaru naruszenia obowiązków pracowniczych, zalicza je do przekroczeń służbowych lub uchybień służbowych.

Przekroczenie służbowe jest to naruszenie obowiązków pracowniczych, wskutek którego PPTT, instytucje i osoby korzystające z usług łączności poniosły szkodę, bądź ucierpiał interes PPTT i pracowników, lub powaga zajmowanego stanowiska, oraz te naruszenia, które należy zakwalifikować jako ciężkie naruszenie obowiązków pracowniczych w rozumieniu Kodeksu pracy, w szczególności w zakresie porządku i dyscypliny pracy, bezpieczeństwa i higieny pracy oraz bezpieczeństwa przeciwpożarowego¹⁰.

Pragmatyka nie wymienia jakie naruszenie obowiązków pracowniczych zaliczone ma być do uchybień służbowych, a jedynie stwierdza, że uchybieniem służbowym jest naruszenie obowiązków pracowniczych, które nie posiada znamiona przekroczenia służbowego.

Za uchybienia służbowe pragmatyka PPTT przewiduje kary porządkowe w postaci:

1. upomnienia
2. nagany

Kary porządkowe nakłada kierownik zakładu pracy na podległych mu pracowników, natomiast kierownik jednostki nadrzędnej używa ich w stosunku do kierowników zakładów pracy, ich zastępców i głównych księgowych. Przy wymierzaniu kar porządkowych stosuje się zasady i tryb postępowania określone w art. 109-111 i 113 Kodeksu pracy.

W stosunku do pracowników PPTT zatrudnionych na innej podstawie niż mianowanie, tj. umowy o pracę - kary porządkowe nakładane są na zasadach art. 103-108 Kodeksu pracy,¹¹ które obok kary upomnienia i nagany, przewidują kary pieniężne.

Pragmatyka PPTT, nie przewiduje kar pieniężnych w zakresie odpowiedzialności porządkowej, toteż takowych, na pracowników mianowanych, nie może nakładać kierownik zakładu pracy, a jedynie w ramach odpowiedzialności dyscyplinarnej - komisje dyscyplinarne.

Kara porządkowa /upomnienie lub nagana/ nie może być stosowana po upływie dwóch tygodni od wiadomości o naruszeniu obowiązku pracowniczego

¹⁰ Dz.U. Nr 43/86 poz. 209 rozdz. 6 § 44.

¹¹ Por. Z. Kubot: Charakter prawny odpowiedzialności porządkowej w Kodeksie pracy. PiP z. 7/75, s. 85.

i po trzech miesiącach od dopuszczenia się tego naruszenia /art. 109 § 1 K.p./.

Przed wymierzeniem kary porządkowej należy obowiązkowo wysłuchać pracownika /art. 109 § 2 K.p./.

Decyzję o nałożeniu kary porządkowej włącza się do akt osobowych pracownika /art. 110 K.p./. Ze względów wychowawczych nałożenie kary może być podane do wiadomości załogi.

Wymierzając karę porządkową, kierownik zakładu pracy uwzględni stopień przewinienia pracownika i jego dotychczasowy stosunek do pracy. Jeżeli kierownik zakładu uzna, że nałożenie kary porządkowej jest zbędne, a zastosowanie innych środków oddziaływania będzie wystarczające, może zaniechać nałożenia kary porządkowej /art. 111 K.p./. Nałożoną karę uważa się za niebyłą i decyzję o jej nałożeniu usuwa się z akt osobowych po upływie roku nienagannej pracy /art. 113 K.p./.

Od nałożonej kary pracownik mianowany może odwołać się w drodze służbowej /w terminie 7-dniowym/ do kierownika jednostki nadrzędnej. Jednostka nadrzędna wydaje decyzje po zasięgnięciu opinii zakładowej organizacji związkowej.

Wydana przez jednostkę nadrzędną decyzja - jest ostateczna /§ 47 pragn. ust. 3/. Od decyzji Ministra Łączności o wymierzeniu kary porządkowej odwołanie nie przysługuje /§ 48 pragn./.

Za ciężkie naruszenie obowiązków służbowych zwane w PPTT przekroczeniem służbowym, pracownik mianowany ponosi odpowiedzialność dyscyplinarną.

Kary może wymierzać tylko komisja dyscyplinarna,¹² która po rozpatrzeniu sprawy albo wymierza karę dyscyplinarną, albo pracownika uniewinnia. W tym przypadku komisja dyscyplinarna może w uzasadnieniu orzeczenia wyrazić opinię, że rodzaj przewinienia nie uzasadnia wymierzenia kary dyscyplinarnej, a raczej kary porządkowej.

Komisja dyscyplinarna nie może nakładać kar porządkowych, a jej opinia co do zastosowania tego rodzaju kary nie jest wiążąca dla władzy przełożonej pracownika.

Pragnatyka służbowa PPTT nie precyzuje bliżej trybu postępowania przed komisjami dyscyplinarnymi, jedynie w § 60 zleca Ministrowi Łączności wydanie przepisów określających skład, tryb powołania i organizację komisji dyscyplinarnych oraz zasady i tryb postępowania dyscyplinarnego.¹³

¹² W PPTT komisje dyscyplinarne są przy kierownikach jednostek organizacyjnych określonych przez Ministra Łączności oraz przy Ministrze Łączności. Jako komisja odwoławcza działa Główna Komisja Dyscyplinarna przy Ministrze Łączności.

¹³ Zarządzenie M.Ł. Nr 63 z dnia 28.XI.1975 r. w sprawie komisji dyscyplinarnych i postępowania dyscyplinarnego przeciwko pracownikom PPTT.

Pragmatyka służbowa PPTT,¹⁴ w § 48 określa rodzaje kar dyscyplinarnych, którymi są:

- 1/ surowa nagana,
- 2/ potrącenie części wynagrodzenia o 10 % na okres do 3 miesięcy,
- 3/ obniżenie wynagrodzenia zasadniczego o jedną kategorię na okres do jednego roku,
- 4/ przeniesienie na stanowisko bezpośrednio niższe od zajmowanego , z równoczesnym obniżeniem o jedną kategorię wynagrodzenia zasadniczego,
- 5/ zwolnienie dyscyplinarne z pracy.

Kary dyscyplinarne mogą być nałożone tylko orzeczeniem komisji dyscyplinarnej, która przy wymierzaniu ich w każdym poszczególnym przypadku bierze pod uwagę doniesiłość naruszenia obowiązków służbowych i powstałych z tego tytułu szkód, wyniki dotychczasowej pracy, wreszcie zachowanie się pracownika. Przy karze dyscyplinarnej, surowej naganie, pracownik nie może awansować przez jeden rok.

Zmniejszenie uposażenia, w wyniku orzeczenia dyscyplinarnego w PPTT, nie może trwać krócej niż 3 miesiące i nie dłużej niż jeden rok. W czasie trwania tej kary nie można przesunąć pracownika do wyższej kategorii uposażenia.

Dyscyplinarne kary pieniężne, w postaci potrącenia części wynagrodzenia, przeznaczone są na cele socjalne zakładu pracy, a więc na identyczne cele, jak kary pieniężne nakładane w trybie art. 108 Kodeksu pracy.

Przekroczenia służbowe ulegają przedawnieniu z upływem 18 miesięcy od popełnienia go, a jeżeli przekroczenie służbowe zawiera znamiona przestępstwa, okres przedawnienia nie może być krótszy od okresu przedawnienia przewidzianego w przepisach prawa karnego.¹⁵

Wszczęcie postępowania dyscyplinarnego jest niedopuszczalne, jeżeli w ciągu 6 miesięcy od uzyskania wiadomości o popełnieniu przekroczenia służbowego nie wszczęto postępowania dyscyplinarnego.

Komisja dyscyplinarna wymierzając karę dyscyplinarną może warunkowo zawiesić jej wykonanie na okres do jednego roku. Zawieszenia nie stosuje się do kary dyscyplinarnego zwolnienia z pracy ani kary surowej nagany. Również nie można zawiesić wykonania kary jeżeli pracownik:

- 1/ otrzymał negatywną ocenę pracy,
- 2/ był już karany za popełnienie tego rodzaju przekroczenia służbowego,
- 3/ dopuścił się przekroczenia służbowego większej wagi.

Wykonanie zawieszonych kary dyscyplinarnej zarządza komisja dyscyplinarna, jeżeli w okresie zawieszenia pracownik ponownie dopuścił się przekroczenia służbowego tego samego rodzaju, niezależnie od

¹⁴ Dz.U. Nr 43/86 poz. 209.

¹⁵ Kodeks karny - Ustawa z dnia 19.IV.1969 r. Dz.U. Nr 13 poz. 94 roz. XIV art. 105.

wymierzenia kary za nowe przekroczenie.

Prawomocnie zakończone postępowanie dyscyplinarne może być wznowione w PPTT tylko na zarządzenie Ministra Łączności. Takie wznowienie jest dopuszczalne tylko w przypadku:

1. Ujawnienia nowych istotnych okoliczności, które nie były znane w postępowaniu dyscyplinarnym.
2. Gdy orzeczenie narusza istotne przepisy prawa.

Wznowienie postępowania dyscyplinarnego jest ograniczone w czasie i nie może być podjęte po upływie 1 roku od uprawomocnienia się orzeczenia. To ograniczenie czasowe nie ma zastosowania gdy wznowienie postępowania następuje na korzyść ukaranego pracownika, a zwłaszcza gdy ujawnione zostały nowe dowody świadczące o braku winy pracownika ukaranego.

Zatarcie kary dyscyplinarnej następuje z urzędu przez wyłączenie z akt osobowych dowodu stwierdzającego ukaranie lub wykreślenie wzmianki o ukaraniu. Karę zatartą uważa się za niebyłą. Zatarcie kary dyscyplinarnej następuje po upływie 2 lat od wykonania prawomocnego orzeczenia dyscyplinarnego. Wcześniejsze zatarcie kary dyscyplinarnej może nastąpić z inicjatywy kierownika zakładu pracy lub na wniosek zakładowej organizacji związkowej, jeżeli ukarany pracownik wykazuje szczególne osiągnięcia w pracy i zachowuje się nienagannie po ukaraniu. Wcześniejsze zatarcie kary dyscyplinarnej nie może nastąpić przed upływem roku od czasu rozpoczęcia wykonywania kary dyscyplinarnej. Zatarcie kary nie dotyczy kary zwolnienia dyscyplinarnego. W razie wszczęcia przeciwko pracownikowi postępowania karnego lub dyscyplinarnego, kierownik zakładu pracy ma prawo zawiesić pracownika w służbie, jeżeli jest to uzasadnione ze względu na rodzaj zarzucanego mu przestępstwa lub przekroczenia służbowego.¹⁶

Z przepisów pragmatyki PPTT wynika, że zawieszenie pracownika w wykonywaniu obowiązków pracowniczych może być obligatoryjne lub fakultatywne.

Obowiązek zawieszenia pracownika w służbie, istnieje w przypadku zastosowania wobec pracownika aresztu tymczasowego.

Fakultatywnie można zawiesić pracownika w wykonywaniu obowiązków w wypadku:

1. Wszczęcia przeciwko pracownikowi postępowania karnego lub dyscyplinarnego.
2. Odmowy wykonania polecenia służbowego, w szczególności ważnych okolicznościach.
3. Dopuszczenia się poważnego przekroczenia służbowego, którego popełnienie uniemożliwia dalsze pozostawanie pracownika w służbie i byłoby sprzeczne z interesem PPTT.

¹⁶ Pragmatyka PPTT Dz.U. Nr 43/86 poz. 209 § 55-58.

Kierownik zakładu zawieszając pracownika w wykonywaniu obowiązków pracowniczych, z przyczyn podanych w pkt 1-3 bezzwłocznie wszczyna przeciwko niemu postępowanie dyscyplinarne, o czym powiadamia kierownika jednostki nadrzędnej.¹⁷

W wypadku zawieszenia pracownika w służbie kierownik jednostki nadrzędnej decyduje o procentowej wysokości ograniczenia wynagrodzenia. Maksymalne ograniczenie nie może przekraczać 50 %. Przy tymczasowym aresztowaniu wysokość wynagrodzenia zostaje zawsze ograniczona o 50 %.

Pracownikowi zawieszonemu w wykonywaniu obowiązków pracowniczych przysługuje prawo odwołania się w terminie 7-dniowym do kierownika jednostki nadrzędnej, natomiast od ograniczenia wynagrodzenia - służy prawo odwołania się do Ministra Łączności w terminie 14 dni. Odwołanie nie wstrzymuje wykonania decyzji.

Uwzględnienie odwołań może być pełne lub częściowe. W razie uchylecia decyzji o zawieszeniu pracownika w wykonywaniu obowiązków pracowniczych z przyczyn nie wszczęcia postępowania dyscyplinarnego w terminie 14 dni, lub prawomocnego uwolnienia pracownika od zarzutu popełnienia przekroczenia służbowego, względnie przestępstwa karnego, pod zarzutem którego zastosowano areszt tymczasowy - pracownikowi służy prawo do wstrzymanej części wynagrodzenia.

Pracownicy PPTT pociągani są do odpowiedzialności porządkowej według zasad ustalonych w Kodeksie pracy.¹⁸ Zasady te są w części zbieżne z postanowieniami pragmatyki, w zakresie odpowiedzialności porządkowej. I tak, Kodeks przewiduje trzy rodzaje kar: upomnienia, nagany oraz pieniężną /dot. tylko pracowników umownych/.

Kara pieniężna może być nałożona za nieprzestrzeżenie przez pracownika przepisów bhp i przeciwpożarowych, opuszczenie pracy bez usprawiedliwienia, stawienie się do pracy w stanie nietrzeźwości lub spożywanie alkoholu w czasie pracy. Kara pieniężna za jedno przekroczenie, jak i za każdy dzień nieusprawiedliwionej nieobecności, nie może być wyższa od jednodniowego wynagrodzenia pracownika. Łączenie kary pieniężnej nie mogą przewyższać dziesiątej części wynagrodzenia przypadającego do wypłaty.

Uprawnionym do stosowania tych kar jest kierownik zakładu pracy. Pracownik może w ciągu 3 dni od dnia zawiadomienia go o ukaraniu wnieść sprzeciw, O uwzględnieniu lub odrzuceniu sprzeciwu decyduje kierownik zakładu pracy w porozumieniu z zakładową organizacją związkową. Nie odrzucenie sprzeciwu w ciągu 14 dni od daty wniesienia jest równoznaczne z jego uwzględnieniem.

Kodeks nie przewiduje możliwości wniesienia odwołania od kary do jednostki wyższej.

¹⁷ Decyzja o zawieszeniu pracownika podlega uchyleciu przez dyrektora jednostki nadrzędnej.

¹⁸ Dz.U. Nr 24/74 poz. 141 art. 108-112 i 52.

Kodeks wprowadził zasadę, że kara nie może być zastosowana po upływie 2 tygodni od powzięcia wiadomości o naruszeniu obowiązku pracowniczego i po upływie 3 miesięcy od dopuszczenia się tego naruszenia.

Kary upomnienia, nagany i pieniężna mają charakter kar porządkowych i są nakładane za naruszenia obowiązków pracowniczych.

Zakład pracy może rozwiązać umowę o pracę bez wypowiedzenia /art. 52 K.p./.

W myśl postanowień tego artykułu zakład może rozwiązać umowę o pracę bez wypowiedzenia z winy pracownika, w razie: /Art. 52 § 1/

- 1/ ciężkiego naruszenia przez pracownika podstawowych obowiązków pracowniczych, a w szczególności zakłócenia porządku i spokoju w miejscu pracy, opuszczania pracy bez usprawiedliwienia, stawienia się do pracy w stanie nietrzeźwości lub spożywania alkoholu w czasie pracy oraz dokonania nadużyć w zakresie korzystania ze świadczeń socjalnych,
- 2/ popełnienia przez pracownika w czasie trwania umowy o pracę przestępstwa, które uniemożliwia dalsze zatrudnienie go na zajmowanym stanowisku, jeżeli przestępstwo jest oczywiste lub zostało stwierdzone prawomocnym wyrokiem,
- 3/ zawinionej przez pracownika utraty uprawnień koniecznych do wykonywania pracy na zajmowanym stanowisku.¹⁹

Decyzję w sprawie natychmiastowego /bez wypowiedzenia/ rozwiązania umowy o pracę podejmuje kierownik zakładu pracy po zasięgnięciu opinii zakładowej organizacji związkowej.

Stanowisko zajęte przez zakładową organizację związkową nie jest wiążące dla kierownika zakładu pracy i ma charakter tylko opiniodawczy.

Pragmatyka wprowadziła alternatywną podstawę nawiązywania stosunku pracy. Określiła też szereg odrębności, jakie stosunek pracy na podstawie mianowania wykazuje w porównaniu z umownym stosunkiem pracy. Wyrazem tych odrębności, mimo iż pragmatyka PPTT tego zagadnienia nie uwzględnia są między innymi roszczenia wynikające ze stosunku pracy oraz sposób ich rozstrzygnięcia.

Spory o roszczenia pracowników PPTT z umownego stosunku pracy rozstrzygane są przez sądy. W niektórych sprawach o roszczenia ze stosunku pracy nawiązanego na podstawie mianowania - włączona jest droga sądowa - i wynik sprawy zależy od wiążących decyzji i woli podmiotu zatrudniającego /organu PPTT/, przeto mają charakter czynności prawnych, materialnie jednostronnych, poddanych postępowaniu administracyjno-prawnemu.²⁰

¹⁹ T. Zieliński: Odpowiedzialność deliktowa pracowników według Kodeksu pracy PiP z. 6/75 s. 28.

²⁰ Por. Z. Sypniewski: op.cit. s. 220.

Zakres stosowania trybu administracyjno-prawnego obejmuje między innymi rozstrzygnięcie sporów:

- wypowiedzenia lub rozwiązania stosunku pracy /§§ 12, 13, 14/,
- przeniesienia na inne stanowisko służbowe /§ 7/,
- przeniesienia pracownika do innej jednostki tej samej lub innej miejscowości /§§ 9 i 11/,
- obligatoryjnego prawa do przeszeregowania o jedną kategorię /§18/
- pełnienia czasowo służby poza stałym miejscem pracy przez okres do 3 miesięcy w ciągu roku kalendarzowego /§ 29/,
- zawieszenia w pełnieniu obowiązków służbowych /§ 55-58/.

Stosunek pracy z mianowania obejmuje zobowiązaniowe powiązania pomiędzy państwową jednostką organizacyjną /jako podmiotem zatrudniającym/, a osobą świadczącą pracę na podstawie mianowania. Powiązania te dotyczą w szczególności: wynagrodzenia za pracę, świadczenia wynikającego z awansu, urlopów, odpowiedzialności materialnej, a również zaopatrzenia emerytalnego oraz tych przepisów pragmatyki, które odsyłają do uregulowań Kodeksu pracy /np. § 16 ust. 1 i § 17/.

Decyzje zmieniające treść stosunku pracy na podstawie mianowania lub ten stosunek rozwijające, są decyzjami administracyjnymi, których tryb wydawania uregulowany jest w Kodeksie postępowania administracyjnego /K.p.a./ - stąd należy przyjąć - iż odwołania od owych decyzji rozpoznawane są również w trybie przepisów tego Kodeksu.

Decyzje administracyjne, które podlegają działaniu Kodeksu postępowania administracyjnego /nie wszystkie²¹/, wydane w wyniku przeprowadzonego postępowania odwoławczego, mogą być zaskarżone do Naczelnego Sądu Administracyjnego.

Skoro decyzje wydawane w postępowaniu odwoławczym objęte są przepisami K.p.a., należy wtedy przyjąć, że postępowanie to toczy się wedle zasad ustalonych w Kodeksie. Toteż zgodnie z art. 1 § 1 pkt 2 K.p.a. - przepisy Kodeksu stosuje się również w postępowaniu m.in. przed organami państwowych jednostek organizacyjnych, jeżeli są one powołane z mocy prawa do załatwiania spraw indywidualnych. A przeciwko decyzje administracyjne to nic innego jak kwalifikowane akty administracyjne, wydawane przez kierownika organu, który jest przez niego reprezentowany, i w którego imieniu kierownik ten działa - po przeprowadzeniu postępowania administracyjnego, stosownie do zasad obowiązującej procedury. Wynika z tego, że postępowanie odwoławcze toczy się wedle przepisów K.p.a., przy czym jednak sfera wewnętrzna administracji, zgodnie z art. 3 § 3 K.p.a., wyłącza taką spod działania przepisów Kodeksu. W nauce prawa przyjmuje się, że owa wewnętrzna sfera obejmuje tylko kwestie nadrzędności i pod-

²¹ Por. J. Świątkiewicz: Przedmiotowy zakres sądowej kontroli legalności decyzji administracyjnych. PiP 1980, nr 3 s. 6, także tenże: Postępowanie administracyjne, Warszawa 1982, s. 28-34.
Por. Z. Janowicz: Postępowanie administracyjne i postępowanie przed sądem administracyjnym. PWN, Warszawa-Poznań 1982, s. 65

ległości organizacyjnej między organami administracji państwowej i innymi państwowymi jednostkami organizacyjnymi, zaś w zakresie stosunków pracowniczych, jedynie kwestie podległości służbowej. Nie należą przeto do sfery wewnętrznej - w rozumieniu art. 3 § 3 K.p.a. - a więc nie są objęte wyłączeniami, sprawy zmian treści stosunku pracy z mianowania oraz rozwiązywania tego stosunku.²²

W poprzedniej pragmatyce /§ 59/ istniał przepis, że rozpatrywanie sporów ze stosunku pracy traktowano odsyłająco do trybu i przepisów K.p.a.²³

Spyry dotyczące stosunków pracy z mianowania leżą w gestii organów służbowych /zwierzchnich/. W tym zakresie przepisy prawa administracyjnego /K.p.a./ mają zastosowanie wprost, a nie na podstawie przepisów odsyłających, wyłączających stosowanie bardziej ogólnych przepisów Kodeksu pracy o rozpoznawanie sporów o roszczenia pracownicze,²⁴ /stąd nie uwzględnienie tego zagadnienia w nowej pragmatyce/. W tej sytuacji decyzje odwoławcze do organów nadrzędnych PPTT, a więc mające przymiot ostateczności, podlegają kontroli Naczelnego Sądu Administracyjnego - czyli zgodnie z przyjętą w K.p.a., generalną zasadą kontroli legalności decyzji administracyjnych /art. 16 § 2 K.p.a./.

Podkreślić należy, że jest to nadzwyczajny środek prawny, zaś przypadki wadliwości decyzji odwoławczych z reguły należą do wyjątków.

Na obecny zakres przedmiotowy i podmiotowy uregulowań pragmatycznych, ich charakter i istotę, składa się długoletni ciąg przemian państwa i prawa, jak i rozwoju społecznego. Stąd też szereg zwiazanych ze statusem PPTT wątpliwości, dochodzących nawet do takich stwierdzeń jak to określa S. Jędrzejewski, że "Jednostka organizacyjna państwa o nieokreślonym czy jakimś prawnym statusie być nie może. Każda, w ogólnym systemie organizacyjnym powinna znaleźć należne miejsce. Dla PPTT miejsce takie nie zostało wyznaczone w sposób wyraźny".²⁵

²² Por. O. Bujkowska: Ochrona obywatela w kodeksie postępowania administracyjnego. Wyd. Prawnicze 1984, s. 49.

²³ Dz.U. Nr 51 poz. 329 rozdz. 7 § 59.

²⁴ T. Zieliński: Stosunek prawa pracy..., s. 185, również Wł. Piotrowski: Stosunek pracy. UAM, Poznań 1977, s. 106.

²⁵ ST. Jędrzejewski: Uwagi na tle dokonywanych zmian w prawnej strukturze państwowych jednostek organizacyjnych. w: Organizacja, metody, technika w administracji państwowej, Nr 8-9 1986 r. Por. E. Bojanowski: Refleksje nad charakterem przedsiębiorstwa PKP oraz PPTT ze stanowiskami nauki prawa administracyjnego. w: Prawo, administracja, gospodarka, Ossolineum 1983, s. 22-24. Poż. również E. Ochondowski: Organy administracji niespolonej i zakłady administracyjne w: System Prawa Administracyjnego, Tom II Ossolineum 1977, s. 315 gdzie autor stwierdza, że zakładem administracyjnym /w znaczeniu materialnym/ jest państwowa jednostka organizacyjna nie będąca organem państwowym, którą dla wykonania swoich podstawowych zadań ma prawo nawiązywać stosunki administracyjno-prawne. Por. E. Łętowska: Przegląd Ustawodawstwa Gospodarczego, 1985 nr 3 /441/, s. 73-80

Wątpliwości te są o tyle ważne, czy pracownicy PPTT są funkcjonariuszami państwowymi /bo pracownikami państwowymi mogą być w każdym przedsiębiorstwie państwowym/, czy też tylko zgodnie z § 18 korzystają z ochrony prawnej przewidzianej dla funkcjonariuszy publicznych / zatem takimi nie są/, lub że wykonują na zasadzie zlecenia czynności administracyjno-prawne.

Niewątpliwie publikacja ta nie wyczerpuje złożoności problemu, jedynie podkreśla niektóre odrębności sytuacji prawnej zatrudnionych w p.j.o. PPTT pracowników.

Nowa pragmatyka PPTT wymaga niewątpliwie szeregu aktów prawnych uzupełniających, w szczególności w zakresie terminologicznym i interpretacyjnym, dających gwarancję spójności systemu praw pracowniczych i przestrzegania reguł racjonalnej legislacji.

SERVICE RELATION OF EMPLOYEES IN STATE POSTAL ORGANIZATION UNITS
"POLISH MAIL, TELEGRAPH AND TELEPHONE"

Summary

The paper presents some distinctions of juridical situation of employees in the units of the state postal organization. There was made an analytic estimation of differences concerning service relations of contracted and nominated workers, especially covering problems of contracting, duration and dissolution of these relationships, courses of contracts application and decisions changing them, their rights and obligations, employees responsibilities and claims resulting from employment relations and ways of settling them.

All the considerations are based on the actual scope concerning objects and subjects regulated by the law and a long time of complex course of alternations occurring in the law and state as well as social development which are the basis of some interpretations, doubts and estimations.

СЛУЖЕБНЫЕ ОТНОШЕНИЯ СОТРУДНИКОВ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЕДИНИЦЫ
"ПОЛЬСКА ПОЧТА, ТЕЛЕГРАФ И ТЕЛЕФОН"

Резюме

В статье под заглавием "Служебные трудовые отношения сотрудников государственной организационной единицы "Польска Почта, Телеграф и Телефон" представлены некоторые особенности юридического работающих в г.о.е. ППТиТ.

Несомненно статья не исчерпывает темы. В ней подвергнуты аналитическим оценкам разнообразные трудовые отношения внештатных и назначаемых работников, а особенно в области установления, продолжения и прекращения этих трудовых отношений: притязаний вытекающих из трудовых отношений и методов их решения.

Все рассуждения основаны как на нынешних объективных и субъективных юридических положениях, так и на многолетнем, сложном ряде изменений государства и права, а также общественного развития, являющихся источником некоторых толкований, сомнений и оценок.



Władysław Michałowski

CZŁOWIEK I WZAJEMNE SPRZĘŻENIE W KONCEPCJACH SYSTEMU PRACY

W niniejszym artykule omawiam - w ujęciu syntetycznym - niektóre problemy interpretacji systemów i podsystemów w jednostkowym i społecznym podziale pracy, w obrębie społeczeństwa oraz w obrębie przedsiębiorstwa.

Z punktu widzenia ekonomiki pracy i przydatności w kontekście omawiania koncepcji systemów pracy, omawiam problemy techniczne - technologiczne, ekonomiczne i społeczne. Wskazuję na możliwość rozwiązania określonych problemów oraz rolę, jaką koncepcja systemów pracy powinna odegrać tak w sferze rozpatrywania teoretycznego, jak i wdrożeń praktycznych. Uogólnioną problematykę przybliżam do funkcjonowania państwowej jednostki organizacyjnej "Polska Poczta, Telegraf i Telefon".

W toku rozwoju społeczeństwa i technik produkcyjnych następował i następuje podział pracy. W początkach rozwoju społeczeństwa ludzkiego wszelka praca była procesem jednolitym, niepodzielnym. W ówczesnych warunkach produkcji człowiek wykonywał różne prace - był wytwórcą harmonijnie rozwiniętym. Stopniowo jednak proces produkcji rozpada się na coraz to liczniejsze rodzaje pracy, co poszczególnych wytwórców wiąże ze specjalizacją w zawodzie, a szerzej - z tworzeniem wielu specjalistycznych dziedzin gospodarki społecznej.

Zagadnienie to, tak w ujęciu jednostkowym jak i społecznym, posiada doniosłe znaczenie, to jednak pomimo tego często podnoszone jest jako zagadnienie kontrowersyjne.¹

Pojęcie problematyki podziału pracy rozumiane i wiązane jest z procesem wyodrębniania się różnorodnych form i rodzajów działalności produkcyjnej i usługowej, przebiegającej w różnych przekrojach i zakresach działania ludzkiego, w usaleknienu od poziomu rozwoju sił wytwórczych i charakteru stosunków produkcji danej formacji. Odróżnia się podział pracy w obrębie społeczeństwa oraz w obrębie przedsiębiorstwa /instytucji/. Te dwie podstawowe formy podziału są ze sobą ściśle związane i wzajemnie się warunkują.

Spółeczny podział pracy jest coraz częściej przedmiotem badań, refleksji i dyskusji. Często - dotychczasowe formy podziału pracy nie odpowiadają w pełni wymogom osiągniętego poziomu organizacyjnego i technicznego produkcji i usług.

¹ Wyszukany postulat wszechstronnego rozwoju jednostki w socjalistycznych warunkach społeczno-gospodarczych.

Nie wdając się w dywagacje naukowe i teoretyczne, można stwierdzić, że zmiany, jakie zachodzą w treści i organizacji pracy obecnie, a będą zachodzić także w przyszłości, związane są z postępem technicznym. Jesteśmy świadkami powstawania coraz to nowszych systemów współdziałania między narzędziem pracy, a człowiekiem. Z mechanizacją i automatyzacją pracy zmienia się jej podział oraz uprofilowanie - rosną wymagania w stosunku do wiedzy ogólnej /politechnicznej/ i specjalistycznej pracowników, a przy tym zakres zajęć zawodowych tych pracowników ulega rozszerzeniu. Np.: obsługa urządzeń automatycznych wymaga opanowania znacznie mniejszej liczby nawyków produkcyjnych /usługowych/, ponieważ operacje cząstkowe przejmują maszyny.

Wielkość, złożoność i uciążliwość zadań zmuszają wykonawców do ich podziału na stadia realizacji, dzielone dalej na operacje. Podział operacji stwarza warunki do realizacji takich zadań, które przekraczają możliwości ich wykonania przez jednego człowieka. Racjonalnie przeprowadzone podział i harmonizacja zadań wpływają na zwiększenie efektywności pracy w skali społecznej.²

Szczególnością formą organizacyjnego i rodzajowego podziału pracy jest podział operacyjny. Wyodrębnienie tych form jest uzasadnione wieloma względami. Podział ten jest niezwykle szczegółowy, bowiem ustala nie tylko strukturę i wykonanie określonych operacji i zabiegów, lecz także czynności, a nawet ruchów.

Redukowanie operacyjnego podziału pracy jest przedmiotem odpowiednich zabiegów organizacyjnych, przy czym scalenie operacji odnosi się tylko do pracy zbyt podzielonej.

Coraz częściej w procesie racjonalizacji działań ludzkich jest wykorzystywana "teoria systemów".³ W teorii i praktyce podejścia systemowego badań systemowych wyróżnia się: ogólną teorię systemów, analizę systemową i postawę systemową.

O g ó l n a t e o r i a s y s t e m ó w to szeroki program teoretyczno-metodologiczny, ogarniający całość nauki /problemu/.

A n a l i z a s y s t e m o w a to coraz szerzej rozbudowywany zespół metod i technik rozwiązywania problemów decyzyjnych i koordynacji działań złożonych.

P o s t a w a s y s t e m o w a to postawa badawcza, polegająca na dynamicznej analizie zjawisk, przy zastosowaniu pojęć i metod systemowych, a w szczególności funkcjonowania badanych całości w powiązaniu z ich elementami.⁴

² Por. J. Kordaszewski - Praca i zatrudnienie w przemyśle. Warszawa 1969, s. 7

³ J. Trzciniński - Zarządzanie jako system w Studium Doskonalenia Kadr Kierowniczych. Akademia Ekonomiczna, Kraków 1976 r.

⁴ Przez system rozumie się spójny zbiór wzajemnie powiązanych elementów.

Tak w przedsiębiorstwach, jak i państwowych jednostkach organizacyjnych, wyodrębnić można wiele różnych systemów i podsystemów. Np. B. Pełka⁵ wyróżnia pięć podstawowych grup systemów w systemie produkcyjnym przedsiębiorstwa przemysłowego:

- a/ systemy techniczne,
- b/ systemy technologiczne,
- c/ systemy organizacyjne,
- d/ systemy ekonomiczne,
- e/ systemy zarządzania.

M. Dobrzyński⁶ pisze o czterech podsystemach w instytucji / społecznym, technicznym, ekonomicznym i zarządzania/. Niektórzy autorzy wymieniają ponadto system administracyjny.

Większość autorów jest zgodna co do wyodrębnienia w przedsiębiorstwie przemysłowym następujących systemów:

- 1/ systemu techniczno-technologicznego,
- 2/ systemu społecznego,
- 3/ systemu ekonomicznego.

Ujęcie takie zgodne jest z punktem widzenia ekonomiki pracy i przydatne w kontekście omawiania koncepcji systemów pracy. Systemy zarządzania, informatyczne, itp. związane są z reguły z całościowym procesem funkcjonowania zakładów, przedsiębiorstw i instytucji.

Specyfika państwowej jednostki organizacyjnej "Polska Poczta, Telegraf i Telefon" pozwala wiasać, dostosowywać i uogólniać szereg systemów i podsystemów. Niektóre z nich wymagają scharakteryzowania.

Przez system techniczno-technologiczny przedsiębiorstwa przemysłowego /również p.j.o. PPTT/ rozumiemy zbiór wzajemnie ze sobą powiązanych środków produkcji i usług oraz urządzeń wraz z budynkami i drogami transportowymi, oraz procesami przekształcania czynników produkcji w gotowe wyroby lub półfabrykaty /w PPTT pełne lub częściowe wykonanie usług /, będące celem działania jednostki gospodarczej.

Definicja ta ma stosunkowo szeroki zakres. Obejmuje bowiem nie tylko wszystkie materialne środki i narzędzia pracy, ale również dynamiczne procesy przekształcania materiałów w wyroby, jak i nakłady związane z wykonywaniem usług. Oczywiście owe narzędzia obsługuje i procesy uruhamia człowiek.⁷

⁵ B. Pełka - Systemowa interpretacja organizacji przedsiębiorstw przemysłu elektromaszynowego. Warszawa 1973, s. 12

⁶ M. Dobrzyński - Organizacyjne zachowanie pracownika, Warszawa 1973, s. 69

⁷ Rola człowieka omówiona w dalszej części artykułu.

Z punktu widzenia ekonomiki pracy w strukturze produkcyjnej przedsiębiorstwa wyróżnić można następujący układ komórek:

przedsiębiorstwo
zakład
dział
wydział
oddział
odcinek
stanowisko robocze /pracy/.

Stanowisko pracy można uznać zatem za podstawowy, "przestrzenny element procesu produkcyjnego lub usługowego".

Z punktu widzenia systemu techniczno-technologicznego, stanowisko robocze jest tą częścią powierzchni usługowej /produkcyjnej/ zakładu, na której skupione zostały narzędzia usługowe lub produkcyjne, używane przez jednego lub kilku pracowników do wykonywania jednorodnych lub różnorodnych operacji.

Różne są sposoby klasyfikowania stanowisk pracy. Wśród wielu kryteriów wyróżnić można:

- technikę wykonywanych funkcji /ręczna, maszynowa, zautomatyzowana/,
- technologię /proces przebiegu wykonywania zadań cząstkowych lub docelowych/,
- liczbę wykonawców /stanowiska indywidualne lub zespołowe/.

System techniczno-technologiczny powinien w maksymalnym stopniu określać rodzaj i rozmieszczenie stanowisk roboczych. Rozróżnia się trzy podstawowe sposoby ich grupowania:

- grupa stanowisk jednorodnych, tzn. wyposażonych w jednego rodzaju urządzenie /gniazda technologiczne/
- grupa stanowisk różnorodnych, wyspecjalizowanych przedmiotowo /gniazda przedmiotowe/,
- grupa stanowisk różnorodnych, ustawionych jedno za drugim w charakterystyczne linie produkcyjne, wyspecjalizowane przedmiotowo.

Konkretne rozwiązania organizacji stanowisk pracy zależą od wielu czynników, w tym również od postępu technicznego.

Formy specjalizacji podstawowych komórek produkcyjnych i usługowych /stanowiska pracy, brygady, odcinki/, wyznaczają kształt większych jednostek organizacyjnych /wydziałów, oddziałów i zakładów/ i wreszcie całej struktury produkcyjnej i usługowej przedsiębiorstw - w tym również p.j.o. PPTT.⁸

⁸ Ważny czynnik przy przeglądach i atestacji stanowisk pracy i budowy struktur.

Strukturę produkcyjną lub usługową przedsiębiorstwa lub innej jednostki organizacyjno-gospodarczej stanowi całokształt komórek produkcyjnych lub usługowych wraz z ich wzajemnymi więzami produkcyjnymi i usługowymi.

Racjonalna struktura powinna odpowiadać dobrej i sprawnej organizacji procesów produkcyjnych lub usługowych w czasie i przestrzeni. Wybór określonej koncepcji systemu techniczno-ekonomicznego - mimo ogromnej złożoności problemu, w znacznym stopniu kształtuje strukturę produkcyjno-usługową przedsiębiorstw, jak również p.j.o. PPTT. System techniczno-technologiczny jest kształtowany przez konstrukcyjne i technologiczne właściwości wytwarzanych wyrobów, lub świadczonych usług ich wielkości i masowości, a te z kolei zależą od stanu techniki w przetwórstwie lub przerobie danej branży, jej możliwości inwestycyjnych, itp. System techniczno-technologiczny może być ograniczony przez warunki lokalizacyjne danego przedsiębiorstwa /jednostki organizacyjnej/, sytuację na lokalnym rynku pracy, względami komunikacyjnymi i transportowymi itd. System techniczno-technologiczny powinien ulegać stałym zmianom pod wpływem postępu technicznego oraz zmieniających się warunków ekonomicznych, jak również winien oddziaływać na pozostałe wyodrębnione systemy, jako przyczynę do utrzymania właściwych relacji, zależności i proporcji. System techniczno-technologiczny określa układy ról organizacyjnych, czyli rozmieszczenie stanowisk dla pracowników o określonych kwalifikacjach. Dane te zwykle zawarte są już w dokumentacji procesu technologicznego. Grupując pracowników funkcjonalnie i przestrzennie, technologia stwarza przesłanki do tworzenia się stosunków i zależności społecznych, do powstawania grup i więzi społecznych, określa także rodzaj i częstotliwość kontaktów między pracownikami.

System techniczno-technologiczny narzuca ścisłe wymagania w zakresie obiegu dokumentacji, a także wpływa na strukturę zarządzania pracą produkcyjno-usługową.

System techniczno-technologiczny jest materialną stroną działalności jednostek gospodarczych /przedsiębiorstw/, które ożywia praca jednostek i zespołów ludzkich.

Ludzie wraz z całokształtem wzajemnych stosunków i oddziaływań tworzą system społeczny zakładu pracy. Podstawowym elementem systemu społecznego jest człowiek pełniący rolę organizacyjną. Od jego umiejętności, wiedzy, rzetelności i zaangażowania zależy sprostanie obowiązków zapewniającym sprawną realizację ról, jakie w życiu codziennym ludzie zbiorowo i indywidualnie wypełniają.

Rola organizacyjna pracownika to pewien schematyczny ciąg działań, związany ze stanowiskiem, jakie zajmuje w instytucji. Treścią roli organizacyjnej np. kierownika jest planowanie, organizowanie, motywowanie i kontrola pracy zespołu. Treścią natomiast roli pracownika wykonawczego są czynności produkcyjne lub usługowe polegające np. na obsłudze przydzielonej maszyny, stanowiska obsługi kasy operacyjnej, obsługi rejomu doreczeń itp. Pełnienie roli organizacyjnej wymaga od jednostki w każdym

przypadku podporządkowania się pewnym normom i oczekiwaniom.

Zjawiska socjologiczne w ramach systemu społecznego przedsiębiorstw i instytucji, mają poważny wpływ na ekonomiczne wyniki ich działalności. Jednym z najistotniejszych czynników jest skuteczność pobudzania pracowników do jak najlepszego pełnienia ról organizacyjnych. Wpływa to bezpośrednio na indywidualną, a pośrednio na zbiorową wydajność i jakość ich pracy.

Przedsiębiorstwo, również p.j.o. PPTT, może być rozpatrywane jako całość złożeń z systemu techniczno-technologicznego, społecznego i ekonomicznego. Wszystkie te systemy oddziałują na siebie nieustannie, przy czym charakter ważniejszych powiązań pomiędzy nimi przedstawiam za pomocą uproszczonego schematu na rysunku 1.

Pojęcie systemu ekonomicznego bywa używane w różnych znaczeniach. Często przez system ekonomiczny rozumie się ustrój społeczno-gospodarczy czyli całość złożeń dominujących w danym państwie stosunków produkcji. Elementem takiego wielkiego makrosystemu są wówczas wszelkie podmioty gospodarowania. Podmioty te - jednostki gospodarowania - z kolei mogą być również rozpatrywane jako systemy przetwarzające zasilenia w postaci informacji, materiałów i energii, w gotowe wyroby, półfabrykaty lub usługi.

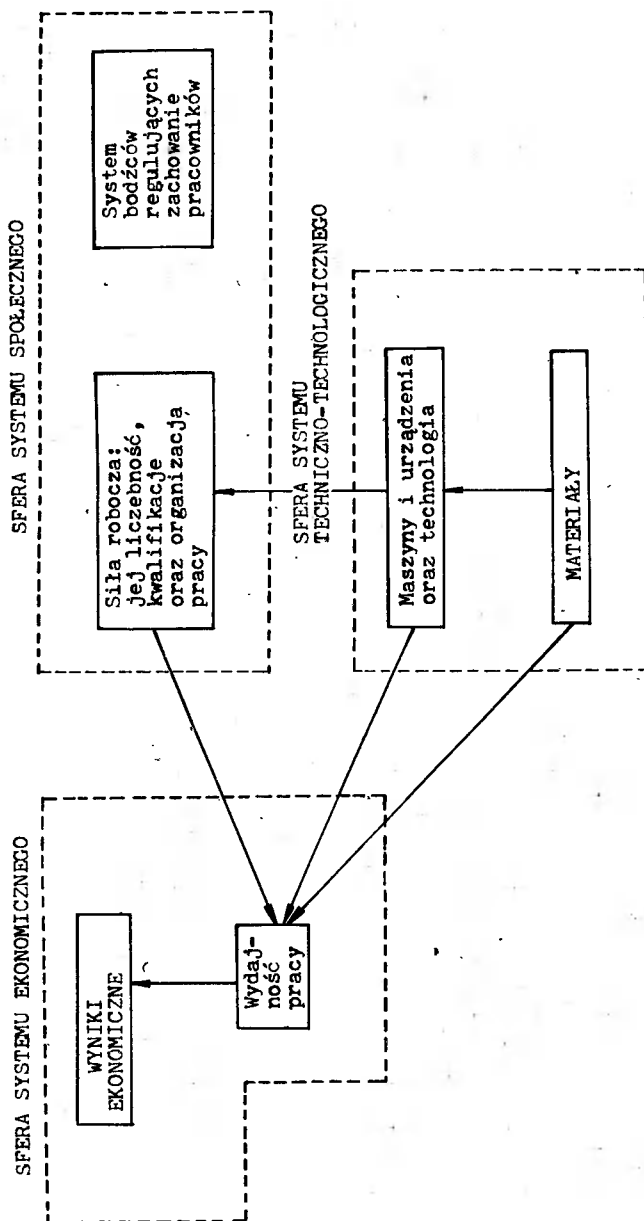
Pojęcie systemu ekonomicznego przedsiębiorstwa jest często definiowane jako "zbiór procesów, które w ramach określonej struktury kształtują oblicze wartościowo-finansowe całego systemu produkcyjnego, czy też usługowego". Ze ściśle ekonomicznego punktu widzenia procesy te można uchwycić tylko za pomocą odpowiednich wskaźników.

System parametrów ekonomicznych jest syntetycznym odwzorowaniem wszystkich procesów pracy maszyn i ludzi, z których składa się działalność przedsiębiorstwa.⁹ Wskaźniki ukształtowane są zatem zarówno przez cechy i stany systemu techniczno-technologicznego przedsiębiorstwa, jak i przez cechy i stany jego systemu społecznego.

Analiza wyodrębnionych systemów instytucji pozwala na sformułowanie koncepcji systemu pracy. System pracy określony został jako "działanie ludzi wykonujących za pomocą odpowiedniego wyposażenia, czynności potrzebne do przemiany zasilenia wejściowych w wyjściu, będący wynikiem tego działania".

Pojęcie systemu pracy jest więc pojęciem szerokim: oznacza wyodrębnienie pewnego zadania, którego wykonanie wymaga spełnienia określonych czynności - działań podjętych przez zespół pracowników. System pracy ma dynamiczną strukturę wewnętrzną oraz granicę oddzielającą go od otoczenia. Jego elementami są ludzie, wykonujący wzajemnie uzupełniające się działania, oraz zasoby fizyczne potrzebne do wykonania zadania, najczęściej w postaci narzędzi pracy.

⁹ Na wyniki ekonomiczne wpływają również czynniki leżące poza przedsiębiorstwem; wpływ otoczenia, usługi obce itp.



Rys. 1. Powiązania między systemami techniczno-technologicznym, społecznym i ekonomicznym

Zaletą koncepcji systemu pracy jest jej uniwersalność.

Jako system można traktować brygadę roboczą, dział, wydział lub oddział w przedsiębiorstwie, lub doraźnie dobierane zespoły np. konstruktorów - wynalazców, powołane do realizowania lub rozwiązania określonych problemów.

doskonalenie lub projektowanie organizacji zespołów i jednostek przy użyciu pojęcia systemu pracy polega na wyborze takiej kombinacji elementów składowych systemu, które najlepiej spełnią zadanie.

Zarówno przy projektowaniu nowych systemów pracy, jak i przy doskonaleniu już istniejących, niezbędne jest:

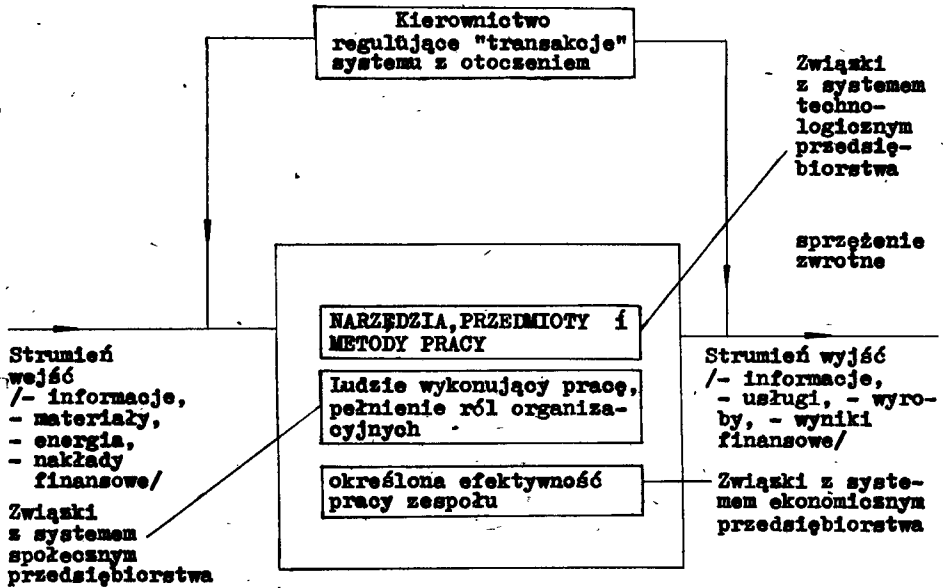
- 1/ wyodrębnienie fazy procesu technologicznego, która zostaje uznana za odrębne zadanie do wykonania przez pewną grupę pracowników ustalenie rodzaju i liczby potrzebnych im narzędzi, umiejscowienie odpowiednich stanowisk pracy itp.
Na tym etapie rozważania koncentrują się na elementach systemu techniczno-technologicznego przedsiębiorstwa. Jeśli wykonanie zadania wymaga pracy wyłącznie lub głównie umysłowej, to ustalenia wymagają znalezienia odpowiedniego pomieszczenia, zabezpieczenia wyposażenia w materiały biurowe, itp.
- 2/ ustalenie właściwej liczby odpowiednio wykwalifikowanych pracowników, zasad podziału czynności między nimi oraz zasad kontroli i kierowania ich pracą, wyboru bodźców, kanałów porozumiewania się, podziału odpowiedzialności itp. Ustalenia te dotyczą sfery systemu społecznego,
- 3/ tworzenie nowych systemów pracy, czy usprawnianie istniejących, nie może odbywać się bez przeprowadzenia rachunku ekonomicznego. System pracy musi zatem zostać potraktowany jako system ekonomiczny, bowiem w swoich założeniach dąży do zapewnienia optymalizacji stosunku pomiędzy osiąganymi efektami pracy, a ponoszonymi nakładami.

Pojęcie systemu pracy ma więc charakter koncepcji metodologiczno - organizatorskiej, która skupia w sobie trzy aspekty:

- 1/ przedmiotów, narzędzi i metod pracy, sfery związanej z systemem techniczno-technologicznym,
- 2/ ludzi wykonujących pracę, czyli pełniących rolę w odpowiednio zorganizowanych i kierowanych zespołach pracy, które są podsystemami systemu społecznego przedsiębiorstwa,
- 3/ relacji między nakładami pracy żywej a jej efektami w postaci wskaźników - elementów związanych z systemem ekonomicznym przedsiębiorstwa.

System pracy jako podstawowy składnik idealnej struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa, a zarazem przedmiot zarządzania /sterowania/ przedstawia schemat - na rysunku 2.

Koncepcja systemu pracy ma w pewnym sensie charakter abstrakcyjny. W praktyce bowiem idealne pokrywanie się systemów pracy z komórkami organizacyjnymi jest często niemożliwe.



Rys.2. Model systemu pracy

Pojęcie systemu służy jako kryterium kontrolne i drogowskaz przy projektowaniu i doskonaleniu struktur organizacyjnych. Jest także pojęciem bardzo użytecznym z punktu widzenia zarządzania ujętego systemowo.

Koncepcja systemów pracy powinna odegrać rolę dynamizującą, zarówno w sferze teoretycznego rozpatrywania procesów pracy ludzkiej, jak też wprowadzania praktycznych usprawnień - również w PPT. Przewycięża ona bowiem tendencje do traktowania jakichkolwiek zjawisk związanych z pracą ludzką w oderwaniu od większych całości i ogólniejszych celów, i zadań całej instytucji. Systemowe podejście do pracy jednostek i zespołów zmusza do rozważenia w jaki sposób każde stanowisko pracy, brygada czy komórka organizacyjna przyczyniają się do realizacji ogólniejszych zadań, a zatem na ile uzasadnione jest ich istnienie. Systemowa analiza funkcji poszczególnych pracowników i zespołów pozwala jednocześnie na określenie właściwych proporcji między działalnością produkcyjną, a koordynacyjno-kontrolną.

Uogólniając, to podejście systemowe umożliwia ujęcie w jednolite kategorii problematyki technicznej, społecznej, ekonomicznej i organizacyjnej.

Istotę podejścia systemowego stanowi przyjęcie pewnej perspektywy poznawczej, pewnego sposobu stawiania i rozwiązywania problemów. Koncepcje systemowe łączą w sobie najściślej pierwiastki i przesłanki teoretyczne, z implikacjami, które można bezpośrednio stosować w praktyce.

Systemowa analiza organizacji jednostek i zespołów ma charakter dynamiczny. Odbiega od wyobrażeń o istnieniu właściwego czy jedynego na zawsze modelu.

Koncepcja systemu pracy umożliwia taką budowę struktur organizacyjnych, aby mogły one stale ulegać celowym zmianom, pozwalającym na dużą elastyczność i różnorodność rozwiązań.

MAN AND FEEDBACK IN LABOUR SYSTEMS CONCEPTS

Summary

The article considers in a synthetic formulation some construction questions of systems and subsystems in individual and social welfare division within the society and enterprise. From the point of view of labour economics and usefulness, in context with the discussed concept of labour systems, technical processing, economic and social problems are discussed. There are depicted possible solutions of specific problems and consequences which the concept of labour system should entail in the sphere of theoretical considerations as well as in practical application. This generalized question approaches the activity of the state organization units of the "POLish Post, Telegraph and Telephone".

ЧЕЛОВЕК И ВЗАИМНАЯ СВЯЗЬ В КОНЦЕПЦИЯХ СИСТЕМЫ ТРУДА

Резюме

В настоящей статье, с синтетической точки зрения, рассматриваются некоторые проблемы интерпретации систем и подсистем в индивидуальном и общественном разделении труда, в пределах отдельного предприятия и всего общества.

С точки зрения экономики труда, в ходе обсуждения трудовых отношений, рассматриваются технико-технологические, экономические и общественные вопросы.

Указывается возможность решения определённых задач и роль, какую системы труда должны выполнять, как в сфере теоретических рассуждений, так и практического использования.

Обобщённый подход автор приближает к функционированию предприятия "ПОЛЬСКА ПОЧТА, ТЕЛЕГРАФ и ТЕЛЕФОН".

Cena zł 178,-

ISSN 0209-0589