ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1984

Seria: ELEKTRYKA z. 92 Nr kol. 801

Józef KWICZALA

CZUŁOŚĆ DETEKTORA STRUMIENIA MAGNETYCZNEGO KOMPARATORA PRĄDÓW PRZEMIENNYCH

Streszczenie. Przeanalizowano wpływ parametrów uzwojenia detekcyjnego oraz parametrów magnetycznych magnetowodu na czułość detektora strumienia magnetycznych komparatorów prądu przemiennego. Określono optymalne obciążenie uzwojenia detekcyjnego.

1. Wprowadzenie

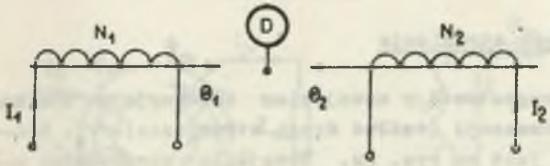
1.1. Komparacja prądów - wymagania i zasady detekcji

Do komparowania prądów przemiennych stosuje się zasadę kompensacji dwóch sił magnetomotorycznych Θ_1 oraz Θ_2 (rys. 1) wytworzonych przez dwa uzwojenia N_1 oraz N_2, przez które płyną porównywane prądy I_1 oraz I_2. Siła magnetomotoryczna $\Theta_1 = N_1 I_1$ kompensowana jest przeciwnie skierowaną siłą magnetomotoryczną $\Theta_2 = N_2 I_2$. W stanie kompensacji sił magnetomotorycznych (detektor D wskazuje zero) obowiązuje zależność:

$$\Theta_1 - \Theta_2 = N_1 I_1 - N_2 I_2 = 0 \tag{1}$$

stąd:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} \tag{2}$$



Rys. 1. Zasada działania komparatora prądowego

Stwierdzenie z dużą rozdzielczością (np. rzędu 10^{-7}) stanu kompensacji sił magnetomotorycznych uzwojeń komparatora wymaga użycia detektora D (wskaźnika zera) o dużej czułości i dużej pobudliwości. Detekcji może podlegać bądź natężenie H, bądź indukcja B pola w prze-

strzeni V, ponieważ stwierdzenie $H = 0$ lub $B = 0$ oznacza, że pola są skompensowane, tj. energia pola:

$$W_M = \frac{1}{2}\int_V \vec{B}\,\vec{H}\,dV = 0 \tag{3}$$

Fizyczną zasadę działania detektora należy oprzeć na właściwościach pola magnetycznego. Brak pola w przestrzeni V oznacza, że:

$$\oint_l \vec{H}\,d\vec{l} = \Theta = \sum I = 0 \tag{4}$$

lub:

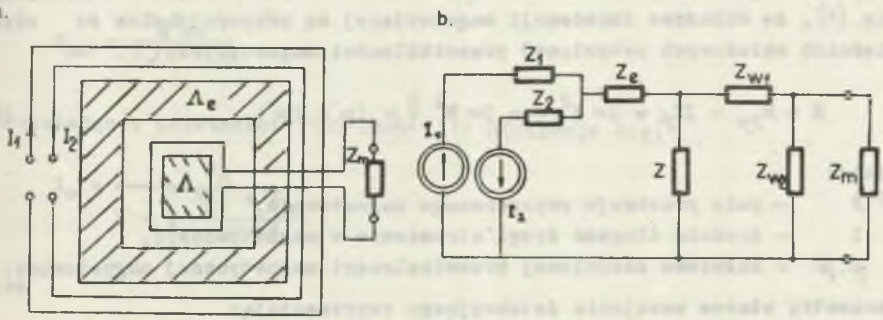
$$\oint_S \vec{B}\,dS = \Phi = 0 \tag{5}$$

Z zależności (4) i (5) wynika, że detekcja stanu kompensacji sił magnetomotorycznych i detekcja kompensacji strumieni magnetycznych uzwojeń komparatora są równoważnymi stwierdzeniami komparacji prądów. Warunkiem fizycznej realizacji stanu skompensowania strumieni i sił magnetomotorycznych w przestrzeni V jest określenie granic całkowania w zależnościach (4) oraz (5). Skupienie strumieni i sił magnetomotorycznych w magnetowodzie odpowiednio wykonanym o znanych wymiarach geometrycznych jest najprostszym układem, w którym określone są granice całkowania. Wówczas jako drogę l obiera się np. średnią drogę magnetyczną magnetowodu, natomiast jako powierzchnię S - przekrój poprzeczny magnetowodu. Praktyczny sposób stwierdzenia stanu kompensacji polega na umieszczeniu na magnetowodzie dodatkowego uzwojenia nazywanego uzwojeniem detekcyjnym i pomiarze napięcia indukującego się w tym uzwojeniu lub natężenia prądu płynącego w tym uzwojeniu. Magnetowód z uzwojeniem detekcyjnym nazywa się detektorem komparatora prądowego; gdy mierzone jest napięcie na uzwojeniu, mówi się o detektorze strumienia. W artykule będzie w dalszym toku rozpatrywany detektor strumienia.

1.2. Schemat zastępczy detektora strumienia

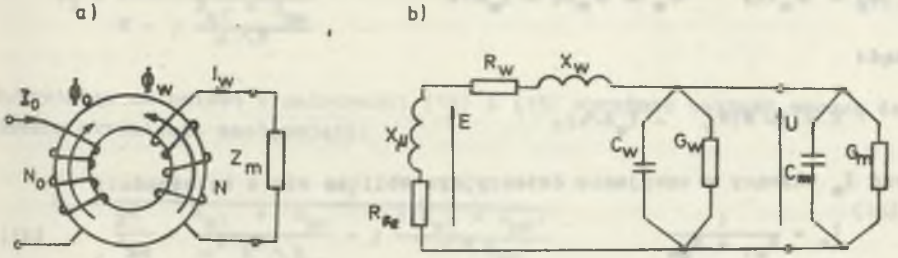
W komparatorach prądowych magnetowód z uzwojeniem detekcyjnym otacza się ekranem magnetycznym o permeancji (wzdłuż drogi strumienia) Λ_e. Sposób ekranowania przedstawiony jest na rys. 2a. Uzwojenia porównawcze obejmują dwa równolegle połączone obwody magnetyczne o permeancjach Λ oraz Λ_e. Permeancjom tym odpowiadają zgodnie z pracą [2] impedancje:

$$Z = j\omega N^2\Lambda \quad \text{oraz} \quad Z_e = j\omega N^2\Lambda_e$$



Rys. 2. Komparator prądów
a) układ obwodów magnetycznych, b) elektryczny schemat zastępczy

Na rys. 2b przedstawiono elektryczny schemat zastępczy magnetycznego komparatora prądów przemiennych. Uzwojenie detekcyjne obejmuje tylko magnetowód o permeancji Λ, stąd napięcie indukujące się w tym uzwojeniu jest równe napięciu na impedancji Z. Impedancje Z_1 oraz Z_2 reprezentują rezystancje oraz indukcyjności rozproszeń uzwojeń porównawczych komparatora, natomiast impedancje Z_w oraz Z_m są wewnętrznymi impedancjami uzwojenia detekcyjnego oraz zewnętrznego wskaźnika zera. Uzwojenia porównawcze komparatora można zastąpić równoważnie jednym wypadkowym uzwojeniem o liczbie zwojów N_o (rys. 3a), przez który przepływa prąd $I_o = I_1 - \frac{I_2}{N_2}$ wymuszający siłę magnetomotoryczną $\Theta_o = I_o N_o = \Theta_1 - \Theta_2$. Sile magnetomotorycznej Θ_o odpowiada w magnetowodzie strumień Φ_o. Prąd I_w (wskaźnika zera) płynący w uzwojeniu detekcyjnym wymusza w magnetowodzie strumień Φ_w przeciwny strumieniowi Φ_o. Detektor strumienia magnetycznego komparatora prądów przemiennych z obciążonym uzwojeniem detekcyjnym przedstawiono w postaci schematu zastępczego na rys. 3b. Składowe impedancji magnesującej Z magnetowodu przedstawiono w postaci rezystanoji R_{Fe} i reaktancji X_μ. Rezystancja R_{Fe} modeluje straty energii czynnej w magnetowodzie, natomiast reaktancja X_μ energię pola magnetycznego magnetowodu. W schemacie za-



Rys. 3. Tworzenie schematu zastępczego detektora strumienia komparatora prądowego

stępczym magnetycznym wielkościom tym odpowiada permeancja Λ. Przyjmuje się [1], że składowe impedancji magnesującej są proporcjonalne do odpowiednich składowych zespolonej przenikalności magnetycznej:

$$Z = R_{Fe} + jX_{\mu} = j\omega N^2\Lambda = j\omega N^2 \frac{S}{l}\mu_0(\mu' - j\mu'') \tag{6}$$

gdzie:

S - pole przekroju poprzecznego magnetowodu,
l - średnia długość drogi strumienia w magnetowodzie,
μ', μ'' - składowe zespolonej przenikalności magnetycznej magnetowodu.

Parametry własne uzwojenia detekcyjnego reprezentują:

R_w - rezystancja własna,
C_w - pojemność własna,
X_w - indukcyjność rozproszenia oraz
G_w - straty dielektryczne, przy czym

$$Z_{w1} = R_w + jX_w, \qquad Z_{w2} = \frac{1}{G_w + j\omega C_w} \tag{7}$$

Impedancję wejściową wskaźnika zera określa zależność:

$$Z_m = \frac{1}{G_m + j\omega C_m} \tag{8}$$

Napięcie E jest napięciem indukowanym w uzwojeniu detekcyjnym przez wypadkowy strumień magnetowodu, natomiast napięcie U jest napięciem mierzonym na zaciskach uzwojenia detekcyjnego. Napięcie E indukowane w uzwojeniu detekcyjnym opisuje zależność:

$$E = -j\omega N(\Phi_w - \Phi_0) \tag{9}$$

gdzie:

$$\Phi_0 = \Phi_0\Lambda, \qquad \Phi_w = \Theta_w\Lambda + I_wN\Lambda$$

stąd:

$$E = j\omega N(\Theta_0 - I_wN\Lambda). \tag{10}$$

Prąd I_w płynący w uzwojeniu detekcyjnym oblicza się z zależności:

$$I_w = \frac{1}{Z_{w1} + Z_{mw}} \tag{11}$$

gdzie:

$$Z_{mw} = \frac{Z_m Z_{w2}}{Z_m + Z_{w2}}$$

Korzystając z zależności (10) oraz (11) otrzymuje się:

$$I_w = \frac{\Theta_o}{N - j\dfrac{Z_{w1} + Z_{mw}}{\omega \Lambda N}} \tag{12}$$

oraz

$$U = \frac{\Theta_o}{\dfrac{N}{Z_{mw}} - j\dfrac{Z_{w1} + Z_{mw}}{\omega \Lambda N\, Z_{mw}}} \tag{13}$$

1.3. Czułość detektora strumienia

Czułość detektora strumienia komparatora prądowego można rozpatrywać ze względu na trzy różne wielkości: napięcie na zaciskach uzwojenia detekcyjnego, prąd płynący w uzwojeniu detekcyjnym lub moc oddawaną przez detektor do wskaźnika zera. Tak więc rozpatruje się odpowiednio czułość napięciową, prądową oraz mocową detektora strumienia. Czułości te definiuje się i rozumie w sposób ogólnie przyjęty. Czułość napięciowa detektora strumienia na podstawie zależności (13) wyraża się jako:

$$S_u = \frac{1}{\dfrac{N}{Z_{mw}} - j\dfrac{Z_{w1} + Z_{mw}}{\omega \Lambda N\, Z_{mw}}} \tag{14}$$

Czułość prądowa detektora strumienia na podstawie zależności (12) wynosi:

$$S_I = \frac{1}{N - j\dfrac{Z_{w1} + Z_{mw}}{\omega \Lambda N}} \tag{15}$$

Korzystając natomiast z zależności (14) i (15) wyrażono czułość mocową detektora strumienia następująco:

$$S_s = \frac{1}{\dfrac{N^2}{Z_{mw}} + \dfrac{Z_{w1} + Z_{mw}}{\omega^2 N^2 \Lambda Z_{mw}} + j\dfrac{2(Z_{w1} + Z_{mw})}{\omega \Lambda Z_{mw}}} \tag{16}$$

Poszukiwanie warunków maksymalizacji prądu w uzwojeniu detekcyjnym lub maksymalizacji mocy oddawanej przez detektor do wskaźnika zera jest uzasadnione tylko w przypadku, gdy nie można zaniedbać admitancji wejściowej wskaźnika zera. Ponieważ w praktyce warunek ten najczęściej nie zachodzi (z uwagi na bardzo duże impedancje wejściowe wskaźników zera), bardziej celowe jest poszukiwanie maksimum napięcia na zaciskach uzwojenia detekcyjnego. Dlatego, podając tylko możliwość wykorzystania zależności (15) i (16) do ogólnej analizy czułości, w dalszym ciągu rozpatruje się przypadek $Z_m \gg Z_{w2}$ i poddaje analizie czułość napięciową detektora strumienia. Określenie warunków, przy których czułość detektora strumienia jest największa, jest przedmiotem tego opracowania.

2. Analiza czułości detektora strumienia

2.1. Wpływ parametrów uzwojenia detekcyjnego

Uwzględniając warunek pomijalnie małej admitancji wskaźnika zera zależność (14) przyjmuje postać:

$$S = \frac{1}{\frac{N}{Z_{w2}} - j\,\frac{Z_{w1} + Z_{w2}}{\omega\Lambda N\, Z_{w2}}}. \tag{17}$$

Z analizy wyrażenia (17) wynika, że istnieją dwa warunki, które determinują osiągnięcie największej czułości detektora strumienia. Pierwszym warunkiem jest optymalna impedancja wewnętrzna Z_w uzwojenia detekcyjnego. Warunkiem ekstremum czułości detektora jest spełnienie zależności $Z_{w1} = -Z_{w2}$. Porównując odpowiednio części rzeczywiste oraz urojone zależności (7) otrzymano:

$$G_w = -\frac{R_w}{R_w^2 + X_w^2} \tag{18}$$

$$C_w = \frac{X_w}{\omega(R_w^2 + X_w^2} \tag{19}$$

Z zależności (18) i (19) wynika, że można kompensować składową bierną admitancji wewnętrznej uzwojenia detekcyjnego poprzez zastosowanie pojemności kompensacyjnej C_w. Wypadkowa pojemność $(C_w + C_k)$ powinna wówczas spełniać warunek (19). Dobór pojemności kompensacyjnej zostanie przedstawiony w p. 2.3.

Drugim parametrem, od którego uzależniona jest czułość detektora strumienia, jest liczba zwojów uzwojenia detekcyjnego. Wyznaczenie optymalnej liczby zwojów uzwojenia detekcyjnego, dla której czułość jest największa,

sprowadza się do określenia warunku, dla którego zachodzi $\frac{dS}{dN} = 0$. W zależności (17) liczba zwojów N występuje jednak nie tylko w postaci jawnej, ale również w postaci uwikłanej jako parametr impedancji wewnętrznej Z_w uzwojenia detekcyjnego. Ponieważ jednak zachodzi:

$$G_w \approx 0 \quad \text{oraz} \quad X_w \ll \frac{1}{\omega C_w}$$

zależności (7) przyjmują postać:

$$Z_{w1} \approx R_w, \quad Z_{w2} \approx \frac{1}{j\omega C_w} \tag{20}$$

W zależnościach (20) uwzględnia się teraz następujące parametry:

$$\alpha = \frac{R_w}{N} \text{ - rezystancja jednego zwoju uzwojenia detekcyjnego,} \tag{21a}$$

$$\gamma = \frac{C_w}{N} \text{ - pojemność jednego zwoju uzwojenia detekcyjnego} \tag{21b}$$

Natomiast w zależności (17) wprowadza się składowe zespolonej permeancji magnetowodu:

$$\Lambda = \Lambda' - j\Lambda'' = \frac{\mu_0 S}{l}(\mu' - j\mu'') = |\Lambda| e^{j\varphi} \tag{22}$$

gdzie:

φ - argument zespolonej przenikalności magnetycznej magnetowodu.

Po uwzględnieniu warunków (20), (21) oraz (22) w zależności (17) otrzymuje się po uproszczeniu:

$$N \approx \sqrt[3]{\frac{3 + \cos\varphi}{4\omega^2 \gamma |\Lambda|}}. \tag{23}$$

Zależność (23) jest szukanym wyrażeniem określającym optymalną liczbę zwojów uzwojenia detekcyjnego, dla której czułość detektora strumienia jest największa.

2.2. Analiza parametrów magnetycznych magnetowodu

Głównym parametrem materiałów magnetycznych mającym wpływ na czułość komparatora jest względna przenikalność magnetyczna. W konstrukcjach detektorów strumieni magnetycznych używane są aktualnie stopy Fe - Ni określane nazwą permaloje, np. P-80. Jak wykazano w pracy [1], wyznaczenie składowych zespolonej przenikalności magnetycznej jest zagadnieniem trudnym i pracochłonnym. Argument zespolonej przenikalności magnetycznej ma-

gnetowodów permalojowych jest funkcją indukcji w magnetowodzie oraz częstotliwości prądów porównawczych. Jego wartość dla indukcji rzędu mT oraz o zakresie częstotliwości (20 ... 2000) Hz zawiera się w granicach (0 ... $\pi/3$) rad.

Określimy błąd obliczenia liczby zwojów uzwojenia detekcyjnego, jeżeli zamiast składowych uwzględnia się jedynie moduł względnej przenikalności magnetycznej magnetowodu, tj. wartości podanej przez producenta na kartach informacyjnych magnetowodów.

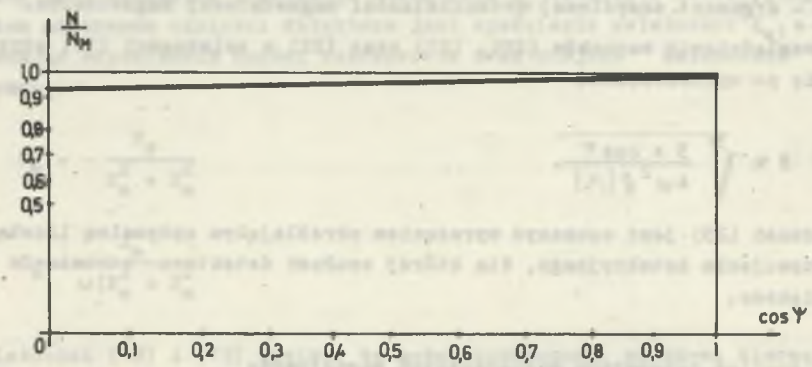
Jeżeli do obliczeń optymalnej liczby zwojów przyjmie się jedynie moduł permeancji magnetowodu, wówczas zależność (23) przybiera postać:

$$N_M = \sqrt[3]{\frac{1}{\omega^2 \gamma |\Lambda|}}. \tag{24}$$

Stosunek optymalnej liczby zwojów uzwojenia detekcyjnego z uwzględnieniem przenikalności magnetycznej zespolonej do liczby zwojów uzwojenia detekcyjnego w przypadku uwzględnienia jedynie modułu permeancji (N/N_M), w funkcji argumentu Ψ względnej przenikalności magnetycznej określa zależność:

$$\frac{N}{N_M} = \sqrt[3]{\frac{3 + \cos\Psi}{4}}. \tag{25}$$

Charakterystykę funkcji (25) ilustruje rys. 4.



Rys. 4. Zależność N/N_M w funkcji argumentu zespolonej przenikalności magnetycznej

Z charakterystyki przedstawionej na rys. 4 wynika, że w obliczeniach optymalnej liczby zwojów uzwojenia detekcyjnego można posługiwać się uproszczonym wzorem (24) bez określania składowych zespolonej przenikalno-

ści magnetycznej magnetowodu. Obliczona w ten sposób liczba zwojów jest zaledwie kilka (mniej niż 4) procent większa od optymalnej.

Dla typowych wartości permeancji magnetowodów toroidalnych wykonanych z permaloju P-80 ($|\Lambda| \approx 10^{-5}$ H) oraz średniej pojemności jednego zwoju uzwojenia detekcyjnego ($\gamma \approx 10^{-12}$ F) optymalne liczby zwojów, w zakresie częstotliwości (20 Hz ... 20 kHz) wynoszą: $N_{20\ Hz} \approx 18\ 000$ oraz $N_{20\ kHz} \approx$ ≈ 180.

2.3. Określenie wartości pojemności kompensacyjnej

Jak wykazano, czułość komparatora jest największa w przypadku nawinięcia uzwojenia detekcyjnego optymalną liczbą zwojów określoną zależnością (23). W takim przypadku pojemność własna uzwojenia detekcyjnego kompensuje składową indukcyjną admitancji wewnętrznej uzwojenia detekcyjnego i wartość zewnętrznej pojemności kompensacyjnej jest równa zero ($C_k = 0$).

W przypadku gdy rzeczywista liczba zwojów uzwojenia detekcyjnego jest mniejsza od optymalnej, pojemność własna uzwojenia detekcyjnego nie zapewni kompensacji składowej indukcyjnej admitancji wewnętrznej tego uzwojenia. Jest tak np. w przypadku konstrukcji detektora strumienia komparatora prądowego dla częstotliwości prądów porównawczych rzędu dziesiątek lub setek Hz, gdyż liczba zwojów uzwojenia detekcyjnego jest ograniczona wymiarami geometrycznymi magnetowodu. Można wprawdzie nawinąć uzwojenie detekcyjne przewodem o dowolnie małej średnicy (optymalna liczba zwojów nie jest zależna od parametru α), jednakże w przypadku magnetowodów o kształcie toroidalnym jest to praktycznie niewykonalne.

Osiągnięcie maksymalnych czułości detektora jest zatem realizowane poprzez dodatkową pojemność kompensującą dołączoną do zacisków uzwojenia detekcyjnego. Określimy wartość tej pojemności, w przypadku gdy rzeczywista liczba zwojów uzwojenia detekcyjnego N_R jest mniejsza od optymalnej N_M. Z zależności (21b) oraz (24) otrzymuje się:

$$\gamma N_M = \frac{1}{\omega^2 N_M^2 |\Lambda|} = C_m$$

stąd również wynika:

$$C_m + C_k = \frac{1}{\omega^2 N_R |\Lambda|}$$

Jeżeli przyjąć:

$$\frac{N_M}{N_R} = k$$

to wówczas:

$$\frac{C_w + C_k}{C_w} = k^2 \quad .$$

skąd:

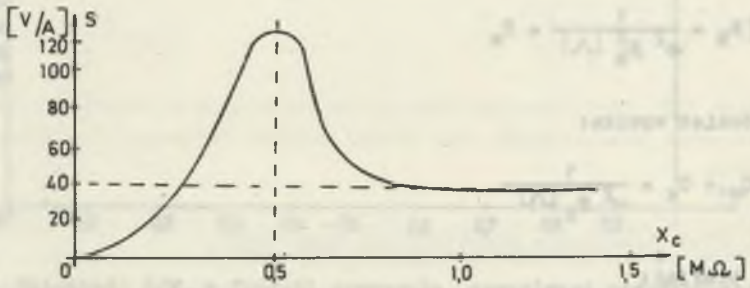
$$C_k = C_w(k^2 - 1). \tag{26}$$

Znając stosunek k optymalnej liczby zwojów do rzeczywistej liczby zwojów uzwojenia detekcyjnego oraz pojemność własną C_w uzwojenia detekcyjnego, z zależności (26) wyznaczyć można wartość pojemności kompensującej składową indukcyjną admitancji wyjściowej uzwojenia detekcyjnego. Zależność (26) określa tym samym warunek optymalnej impedancji obciążenia, dla którego czułość detektora strumienia jest największa.

Częstotliwość, która spełnia równanie (23) dla $N = N_R$, nazwano częstotliwością graniczną (f_g) detektora strumienia. Dla częstotliwości granicznej wartość pojemności kompensacyjnej jest równa zero (k = 1). Jak wykazano już wcześniej, czułość komparatora w tym przypadku osiąga wartość maksymalną.

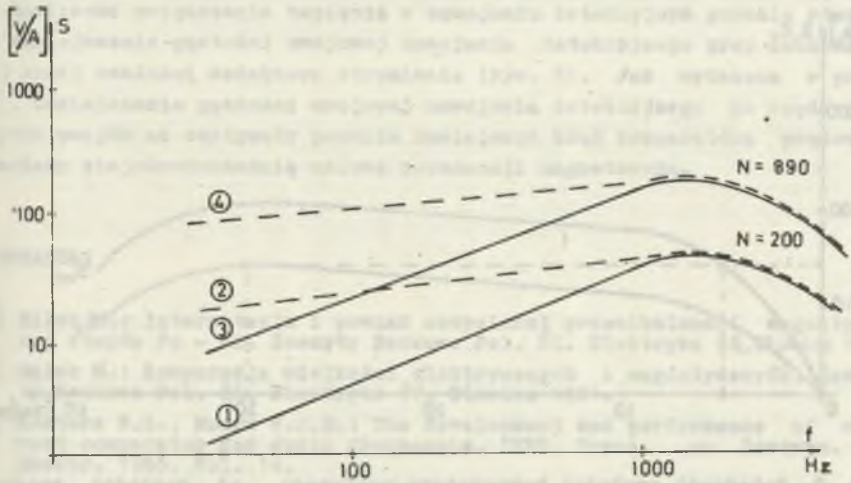
3. Badania i pomiary czułości detektora strumienia

Realizacja warunku (19) sprowadza się do zmiany wartości pojemności kompensacyjnej dołączonej do uzwojenia detekcyjnego, aż do osiągnięcia maksymalnej czułości detektora strumienia. Przykładowe zmiany czułości komparatora w funkcji reaktancji pojemnościowej dołączonej do zacisków uzwojenia detekcyjnego przedstawiono na rys. 5. Charakter zmian czułości



Rys. 5. Zależność czułości detektora strumienia od zmiany reaktancji obciążenia uzwojenia detekcyjnego

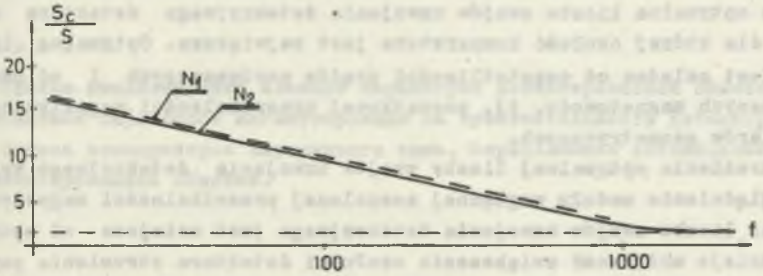
detektora odpowiada wyprowadzonej w rozdziale 2 zależności (17). Zmiany czułości detektora strumienia w funkcji częstotliwości przedstawiono na rys. 6. Wykresy 1 oraz 3 przedstawiają zmiany czułości detektora bez uwzględnienia pojemności kompensacyjnej, natomiast wykresy 2 oraz 4 są charakterystykami czułości detektora w przypadku skompensowania składowej indukcyjnej admitancji wyjściowej uzwojenia detekcyjnego.



Rys. 6. Zmiany czułości detektora strumienia w funkcji częstotliwości

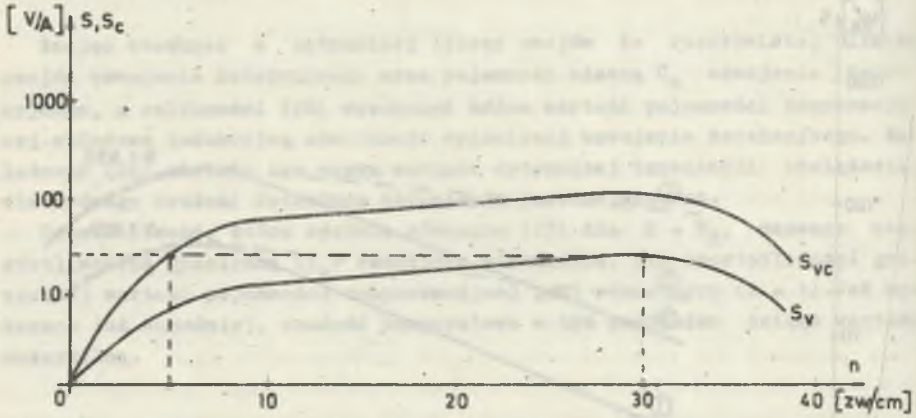
Wykresy (1, 2) odnoszą się do liczby zwojów uzwojenia detekcyjnego $N_{1,2}$ = 200, natomiast wykresy (3, 4) dla liczby zwojów $N_{3,4}$ = 890.

Wzrost czułości detektora strumienia po skompensowaniu składowej indukcyjnej admitancji wyjściowej detektora w zależności od częstotliwości prądów porównawczych przedstawiono na rys. 7. Pomiarów czułości dokonano dla liczb zwojów uzwojenia detekcyjnego N_1 = 890 oraz N_2 = 200.



Rys. 7. Wzrost czułości detektora strumienia po skompensowaniu

Charakterystykę zmiany czułości detektora strumienia w funkcji gęstości zwojowej uzwojenia detekcyjnego (liczby zwojów przypadających na jednostkę długości średniej drogi magnetycznej strumienia w magnetowodzie) przedstawiono na rys. 8. Charakterystyka 1 odnosi się do skompensowanego uzwojenia detekcyjnego, natomiast charakterystykę 2 wyznaczono bez uwzględniania kompensacji. Pomiarów dokonano przy częstotliwości prądów porównawczych f = 200 Hz.



Rys. 8. Zależność czułości komparatora prądowego od gęstości zwojowej uzwojenia detekcyjnego

Magnetowód detektora strumienia o parametrach $S=2,25.10^{-4}$ m^2, $l=0,32$ m, $|\mu_p| \approx 40\ 000$ otoczono ekranem magnetycznym o współczynniku ekranowania $k_e \approx 300$.

4. Wnioski

Teoretyczna analiza czułości i badania eksperymentalne wykazały, że istnieje optymalna liczba zwojów uzwojenia detekcyjnego detektora strumienia, dla której czułość komparatora jest największa. Optymalna liczba zwojów jest zależna od częstotliwości prądów porównawczych i od parametrów własnych magnetowodu, tj. początkowej przenikalności magnetycznej oraz wymiarów geometrycznych.

Do określenia optymalnej liczby zwojów uzwojenia detekcyjnego wystarczy uwzględnienie modułu względnej zespolonej przenikalności magnetycznej.

Jeżeli liczba zwojów uzwojenia detekcyjnego jest mniejsza od optymalnej, istnieje możliwość zwiększenia czułości detektora strumienia poprzez kompensację składowej indukcyjnej jego admitancji wyjściowej. Elementem

kompensacyjnym jest kondensator dołączony do zacisków uzwojenia detekcyjnego. Wartość jego pojemności określona jest zależnością (26).

Wzrost czułości detektora strumienia po skompensowaniu składowej indukcyjnej admitancji wyjściowej jest znaczny tylko przy małej częstotliwości prądów porównawczych i nie zależy od liczby zwojów uzwojenia detekcyjnego (rys. 7).

Możliwość zwiększenia napięcia w uzwojeniu detekcyjnym pozwala również na zmniejszenie gęstości zwojowej uzwojenia detekcyjnego przy zachowaniu tej samej czułości detektora strumienia (rys. 8). Jak wykazano w pracy [2], zmniejszenie gęstości zwojowej uzwojenia detekcyjnego do rzędu jednostek zwojów na centymetr pozwala zmniejszyć błąd komparatora prądowego wywołany niejednorodnością osiową permeancji magnetowodu.

LITERATURA

[1] Miłek M.: Interpetacja i pomiar zespolonej przenikalności magnetycznej stopów Fe - Ni. Zeszyty Naukowe Pol. Sl. Elektryka 48, Gliwice 1975.

[2] Miłek M.: Komparacja wielkości elektrycznych i magnetycznych. Zeszyty Naukowe Pol. Sl. Elektryka 77, Gliwice 1981.

[3] Kusters N.L., Moore W.J.M.: The development and performance of current comparator for audio frequencis. IEEE. Trans. on Instrum. a Measur. 1965. Vol. 14.

[4] Szczepaniak Cz.: Komparatory elektryczne pomiarowe. WNT, Warszawa 1979.

Recenzent: doc. dr inż. Andrzej Podemski

Wpłynęło do Redakcji dnia 15.XI.1983 r.

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ДЕТЕКТОРА МАГНИТНОГО ПОТОКА КОМПАРАТОРА ПЕРЕМЕННЫХ ТОКОВ

Р е з ю м е

В статье анализируется влияние параметров детектированной обмотки а также магнитных параметров магнитопровода на чувствительность детектора магнитного потока компараторов переменного тока. Определяются оптимальные нагрузки детектированной обмотки.

SENSITIVITY OF MAGNETIC FLUX DETECTOR IN A.C. COMPARATOR

S u m m a r y

The influence of detection winding parameters and magnetic parameters of magnetic core on sensitivity of magnetic flux in A.C. comparators has been analysed. Optimal loading of detection winding has been determined.