

POLITECHNIKA ŁÓDZKA
INSTYTUT ELEKTRONIKI
TECHNICAL UNIVERSITY OF ŁÓDŹ - INSTITUTE OF ELECTRONICS

ul. Stefanowskiego 18/22, 90-537 Łódź, Poland

Tel. (48) (42) 36 00 65, (48) (42) 31 26 26
Fax. (48) (42) 36 22 38

Laboratorium układów wielkiej częstotliwości

Ćwiczenie nr 8

Pomiar charakterystyk wzmacniacza

Instrukcja do ćwiczenia pomiaru charakterystyk wzmacniacza

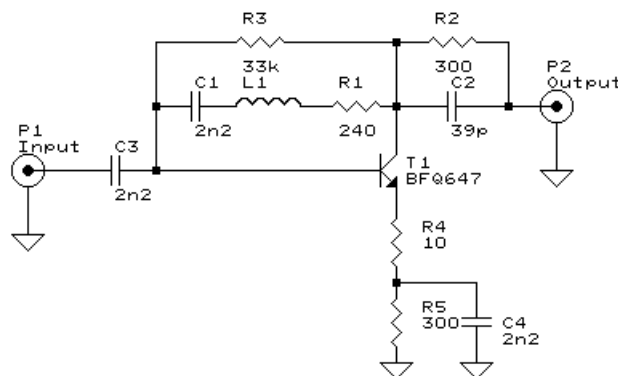
Wprowadzenie

Celem niniejszego ćwiczenia jest zapoznanie się z metodami pomiaru i korekcji charakterystyk dwuwrotnika za pomocą wektorowego analizatora obwodów. Ćwiczenie polega na wykonaniu kalibracji analizatora, podłączeniu układu wzmacniacza, wyznaczeniu jego charakterystyk liniowych i nieliniowych oraz regulacji tego układu.

Opis badanego układu

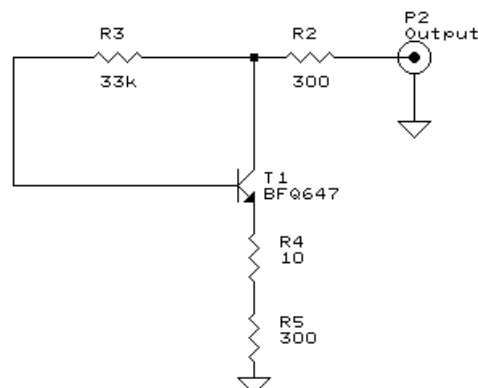
Badany układ jest pasmowym wzmacniaczem wzmacniającym sygnały w zakresie częstotliwości 250-500MHz. Jego podstawowym zadaniem jest wzmocnienie sygnałów w paśmie przepustowym. Charakterystyka wzmocnienia w tym paśmie powinna być jak najbardziej płaska. Jednocześnie wzmacniacz powinien w niewielkim stopniu tłumić sygnał o częstotliwościach poza pasmem przepustowym.

W konstrukcji wzmacniacza wykorzystano pojedynczy stopień wzmacniający z tranzystorem bipolarnym T1 pracującym w układzie ze wspólnym emiterem.



Rys.1 Schemat wzmacniacza

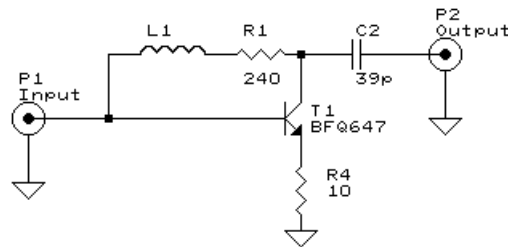
Ustalenie punktu pracy tranzystora zapewniają rezystory R2, R3, R4 i R5. Uproszczony schemat zastępczy dla składowej stałej przedstawiony na rys. 2. Zasilanie wzmacniacza jest doprowadzone do portu wyjściowego wzmacniacza. Układ zasilany jest z zasilacza dołączonego do wektorowego analizatora obwodów poprzez port analizatora. Zasilanie jest doprowadzone do analizatora, gdzie jest sumowane z sygnałem pomiarowym i wyprowadzane na port wyjściowy. Przy podłączaniu mierzonego układu do analizatora należy więc zwrócić uwagę aby wyjście układu połączyć do tego portu analizatora, do którego podłączony jest zasilacz.



Rys.2 Schemat dla składowej stałej

Po wykonaniu uproszczeń wynikających z zakresu częstotliwości w jakich wzmacniacz pracuje otrzymujemy schemat przedstawiony na rys. 3. Można w nim wyróżnić elementy, które spełniają następujące funkcje: C2 – kondensator odcinający składowe o niskich częstotliwościach w sygnale wyjściowym, R4 – rezystor sprzężenia zwrotnego służący do ustalenia wzmocnienia w paśmie przepustowym, L1 i R1 – elementy sprzężenia zwrotnego korygujące charakterystykę wzmocnienia układu.

Jedynym elementem regulowanym w układzie jest cewka L1. Regulacji dokonuje się poprzez odginanie i doginanie zwojów cewki. Ściskanie zwojów powoduje zwiększenie indukcyjności cewki, ich rozwieranie powoduje zmniejszenie indukcyjności.



Rys 3. Schemat dla składowej zmiennej sygnału

Kalibracja analizatora

Kalibracja jest niezbędna do wykonania dokładnego pomiaru układu. Opiera się ona na pomiarze parametrów przewodów i połączeń doprowadzających sygnał do badanego obwodu. Parametry te są później automatycznie uwzględniane i kompensowane przez analizator w czasie wykonywania pomiarów układu.

Kalibracja uniezależnia w dużym stopniu wynik pomiaru od charakterystyk przewodów doprowadzających, odbić w złączach pośredniczących oraz zapewnia właściwą płaszczyznę pomiaru. Płaszczyzna pomiaru (wrota) jest to miejsce, w którym zamierzamy mierzyć charakterystyki układu.

Proces kalibracji polega na podłączaniu w płaszczyźnie pomiaru idealnego zwarcia, rozwarcia oraz odcinka linii 50 Ohm łączącej oba wrota pomiarowe. Na podstawie pomiarów tych elementów analizator wyznacza charakterystyki przewodów połączeniowych i złączy, których charakterystyki są kompensowane podczas wykonywania właściwych pomiarów.

Wykonanie kalibracji

UWAGA! Przed wykonaniem kalibracji urządzenia należy wyłączyć zasilacz podłączony do analizatora. Niespełnienie tego warunku spowoduje uszkodzenie zasilacza lub analizatora w momencie podłączania zwarcia na końcu linii.

Przed wykonaniem kalibracji wymagane jest ustawienie odpowiednich częstotliwości początkowej i końcowej. Każdorazowa zmiana tych wielkości spowoduje konieczność powtórzenia procesu kalibracji.

Sekwencja kalibracji dla dwu portów:

1. Wcisnąć klawisz CAL
2. Wybrać z menu pozycję CALIBRATE MENU
3. Wybrać pełną kalibrację dwuportową FULL-2-PORT
4. Wybrać pozycję REFLECTION

5. Skalibrować wejście FORWARD (PORT 1)
 - Podłączyć model zwarcia i wcisnąć SHORT
 - Podłączyć model rozwarcia i wcisnąć OPEN
 - Podłączyć model obciążenia i wcisnąć LOAD
6. Skalibrować wyjście REVERSE (PORT2)
 - Podłączyć model zwarcia i wcisnąć SHORT
 - Podłączyć model rozwarcia i wcisnąć OPEN
 - Podłączyć model obciążenia i wcisnąć LOAD
7. Wcisnąć DONE
8. Wybrać pozycję TRANSMISION
 - Podłączyć model przejścia i wcisnąć FWD TRANS THRU, REV TRANS THRU, FWD MATCH THRU oraz REV MATCH THRU
9. Wcisnąć DONE
10. Wybrać pozycję ISOLATION
11. Wcisnąć OMIT ISOLATION
12. Wcisnąć DONE
13. Wcisnąć DONE 2 PORT CALIBRATION

Analiza harmonicznych

Analizator obwodów HP 8753D umożliwia przeprowadzenie pomiaru składowych harmonicznych (drugiej i trzeciej harmonicznej) w funkcji częstotliwości sygnału wejściowego. Aby przełączyć analizator w tryb pomiaru harmonicznych należy:

1. Wcisnąć klawisze CH1, MEAS i wybrać z menu opcję INPUT PORTS B
2. Wcisnąć klawisze CH2, MEAS i Wybrać z menu opcję INPUT PORTS B
3. Wcisnąć klawisz MENU i wybrać z menu opcję COUPLED CH OFF
4. Wybrać z menu opcję POWER i zaznaczyć CHAN POWER [COUPLED]
5. Wcisnąć klawisz MENU, wybrać z menu opcję POWER i ustawić odpowiedni poziom mocy sygnału wejściowego dla układu,
3. Wcisnąć klawisz DISPLAY i wybrać opcję DUAL CHAN ON,
3. Wcisnąć klawisze CH 1, SYSTEM i wybrać opcję HARMONIC MEAS, SECOND,
3. Wcisnąć klawisze CH 2, SYSTEM i wybrać opcję HARMONIC MEAS, THIRD,

Przebieg ćwiczenia

1. Wykonaj kalibrację analizatora dla dwu portów (sugerowany zakres częstotliwości 50MHz – 2GHz),
2. Załącz napięcie zasilające układu (ok. 12V)
3. Wykonaj pomiar charakterystyk częstotliwościowych wzmacniacza $|S_{11}|$, $|S_{21}|$ i $|S_{22}|$. Jakie powinny być kształty wykresów tych charakterystyk?
4. Przeprowadź regulację układu wzmacniacza (doginanie i odginanie zwojów cewki) tak aby uzyskać charakterystykę $|S_{21}|$ najbliższą założonej.

5. Wykonaj pomiar charakterystyk częstotliwościowych wzmacniacza $|S_{11}|$, $|S_{21}|$ i $|S_{22}|$ po dokonaniu regulacji. Jak jest wzmocnienie wzmacniacza w paśmie przepustowym? Jak duże są odbicia sygnału na wejściu wzmacniacza?
6. Wykonaj pomiar składowych harmonicznych dla różnych wartości mocy sygnału wejściowego wzmacniacza. Sygnały o jakiej mocy mogą być prawidłowo wzmacniane w skonstruowanym układzie?
7. Dla ustalonego poziomu mocy sygnału wejściowego wykonaj pomiar składowych harmonicznych przy kilku różnych poziomach napięcia zasilania wzmacniacza (nie należy przekraczać napięcia 16V). Jaka jest zależność mocy wytwarzanych we wzmacniaczu harmonicznych od jego napięcia zasilania?