

Ćwiczenie 5P. Rozmywanie widma zaburzeń. Wpływ dynamiki diod na parametry przekształtników.

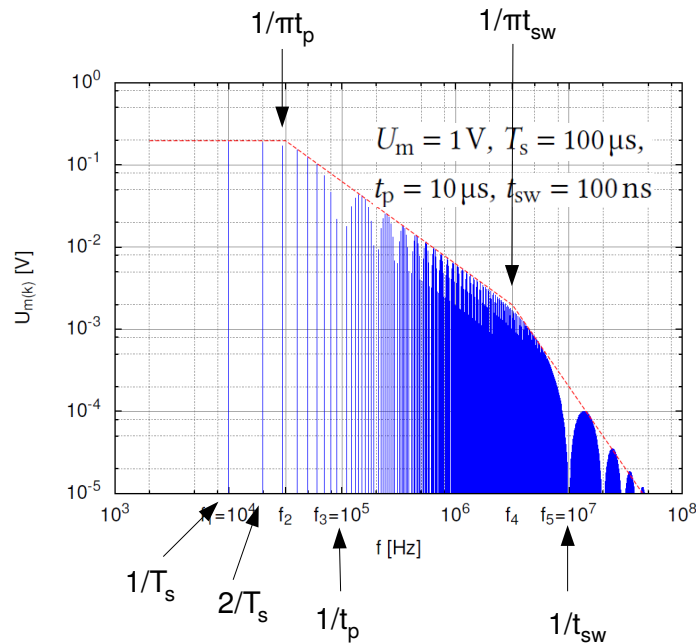
opracowanie: Łukasz Starzak

Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Łódzkiej, 2013, wer. 1.2

A. Wprowadzenie

Redukcja zaburzeń elektromagnetycznych przez rozmywanie widma

W przekształtniku o działaniu przełączającym potencjały dużej części węzłów obwodu mają przebieg impulsowy. Jego widmo (rys. 1) zawiera prążek w częstotliwości podstawowej $f_s = 1/T_s$ oraz szereg prążków dla całkowitych wielokrotności tej częstotliwości (harmonicznych) $n \cdot f_s$, o amplitudzie malejącej ze wzrostem częstotliwości. Rozwijając taki przebieg w szereg Fouriera można wykazać, że amplituda obwiedni tych prążków posiada miejsca zerowe w częstotliwościach $n \cdot 1/t_p$, a także $n \cdot 1/t_{sw}$, gdzie t_p jest czasem trwania impulsu, zaś t_{sw} – czasem przełączania (przejścia między stanem wysokim a niskim i odwrotnie). Z kolei maksima tej obwiedni posiadają obwiednię nadrzędną; jest to linia początkowo pozioma, a następnie załamująca się do -20 dB/dec w częstotliwości $1/(\pi t_p)$ oraz do -40 dB/dec w $1/(\pi t_{sw})$.

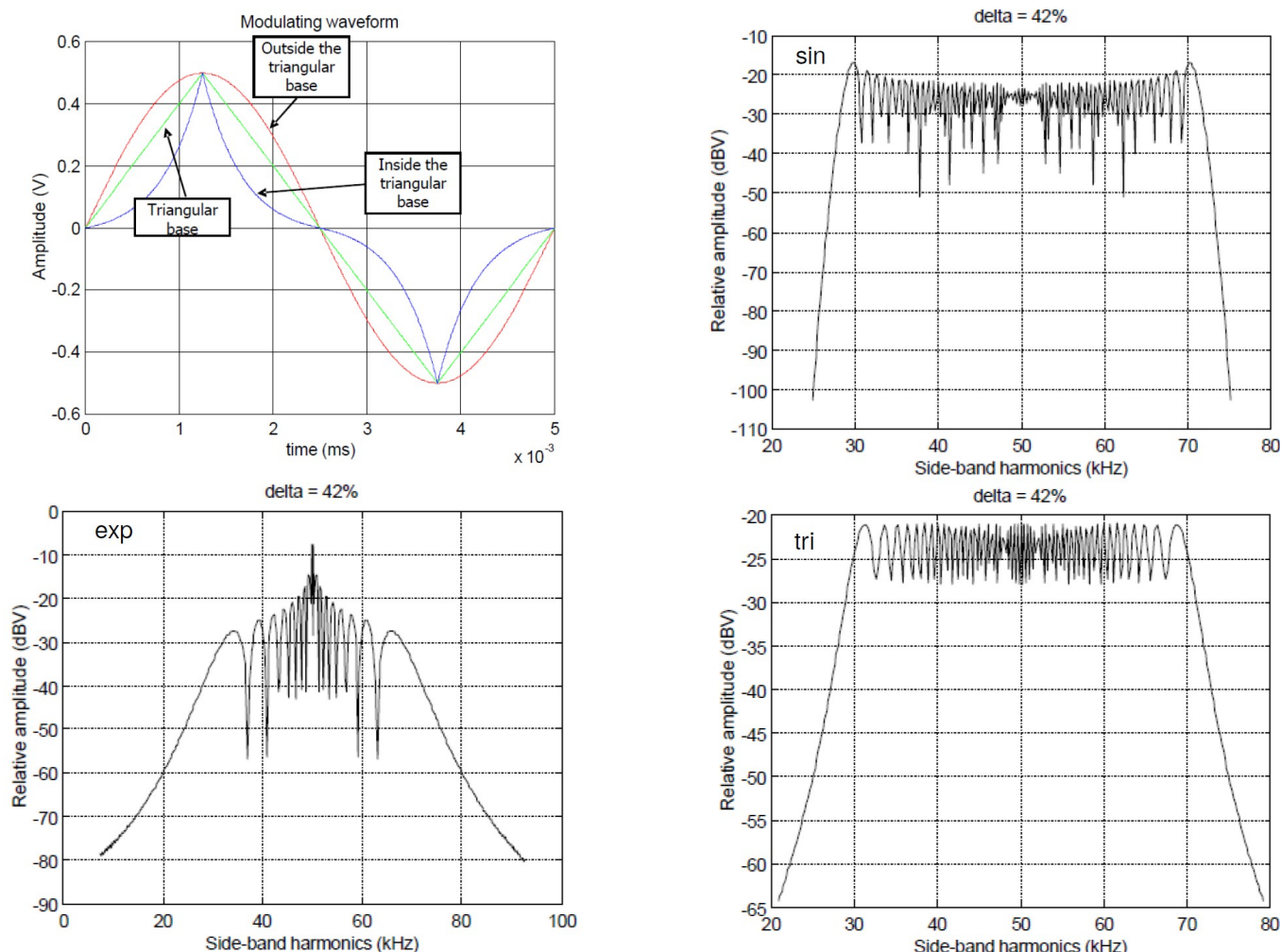


Rys. 1. Widmo częstotliwościowe przebiegu impulsowego.

Każda ze składowych widma może działać zakłócająco na układ i jego otoczenie. Siłę tego oddziaływania rozpatruje się zwykle przez pryzmat mocy czynnej niesionej przez daną składową. Jest więc to analiza uśredniona w czasie. Podejście to leży także u podstaw norm kompatybilności elektromagnetycznej i powiązanej z nimi zasady działania analizatorów widma, która obejmuje obserwację uśrednioną za określony, długi przedział czasu (zwykle 1 s).

Gdyby więc częstotliwość przebiegu impulsowego stała się zmienna w czasie, to zamiast każdego prążka widma analizator zarejestrowałby niezerowe amplitudy w całym przedziale (paśmie) częstotliwości, w granicach którego częstotliwość ta by się zmieniała. Określamy to mianem rozmycia

widma. Można wykazać, że amplituda widma w tym paśmie będzie mniejsza niż poprzednio rejestrowana amplituda pojedynczego prążka. To zaś może pozwolić na zmieszczenie się widma zaburzeń w granicach określonych w normach kompatybilności elektromagnetycznej, a przynajmniej stanowić jeden ze sposobów na zbliżenie się do tych granic. Również zakłócający potencjał przebiegu o zmiennej częstotliwości – o ile rozpatrujemy go w sposób uśredniony, co dla wielu układów jest słuszne – będzie mniejszy.



Rys. 2. Widmo pojedynczej składowej harmonicznej po zmodulowaniu jej częstotliwości, dla trzech różnych kształtów funkcji modulującej.

Jedną z najprostszych metod realizacji zmiennej częstotliwości przełączania jest jej modulacja określoną funkcją (FM – Frequency Modulation lub ściślej PFM – Pulse Frequency Modulation). Aby zapewnić sensowne działanie przekształtnika – jednocześnie zastosowana musi być modulacja szerokości impulsu (PWM – Pulse Width Modulation). Te dwie modulacje są jednak niezależne od siebie, dlatego możliwe jest przeanalizowanie samej tylko modulacji PFM, co najwyżej dla kilku wybranych wartości współczynnika wypełnienia D (czyli czasu t_p), które wynikłyby z jednoczesnego działania modulatora PWM.

Wybór funkcji modulującej ma wpływ na obwiednię widma rozmytego (rys. 2). Natomiast na szerokość pasma rozmytego B mają wpływ parametry modulacji:

- f_c – częstotliwość nośna, tj. częstotliwość przebiegu niezmodulowanego (impulsowego), a więc środkowa częstotliwość przełączania, wokół której odbywają się zmiany częstotliwości w czasie;
- f_m – częstotliwość funkcji modulującej, a więc częstotliwość, z jaką odbywają się zmiany

częstotliwości przebiegu impulsowego;

- Δf_c – szerokość pasma modulacji, tj. pasma, w którym zawiera się (wewnątrz którego zmienia się) częstotliwość przebiegu w wyniku modulacji jego częstotliwości;
- m_f – wskaźnik modulacji, definiowany jako

$$m_f = \frac{\Delta \omega_c}{\omega_m} = \frac{\Delta f_c}{f_m} \quad (1)$$

- δ – współczynnik modulacji, definiowany jako

$$\delta = \frac{\Delta f_c}{f_c} \quad (2)$$

Używając powyższych parametrów, szerokość pasma dla składowej podstawowej można wyrazić wzorem:

$$B = 2 \cdot f_m \cdot (1 + m_f) = 2 \cdot (\Delta f_c + f_m) \quad (3)$$

zaś ogólnie dla harmonicznej o numerze h :

$$B_h = B + 2 \cdot \Delta f_c \cdot (h - 1) \quad (4)$$

$$B_h = B + 2 \cdot f_m \cdot m_f \cdot (h - 1)$$

Oznacza to, że szerokość pasma rośnie dla kolejnych prążków widma pierwotnego. Od pewnego rzędu harmonicznej zaczną się więc one nakładać, co prowadzi do anulowania pozytywnego efektu zmniejszenia amplitudy widma. Można obliczyć, że rząd harmonicznej, przy której to nastąpi, wyraża się wzorem:

$$h_{overlap} = \frac{1}{\delta} \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{f_m}{f_c} \right) - \frac{1}{2} \quad (5)$$

Moc strat dynamicznych w diodzie i jej wpływ na sprawność układu

W większości aplikacji (choć nie wszystkich) można przyjąć, że w stratach dynamicznych dominuje energia wydzielana w stanie wyłączenia. W przybliżeniu energia ta jest wprost proporcjonalna do ładunku, jaki odpływa z diody podczas jej wyłączenia. W przypadku diod bipolarnych – PIN jest to praktycznie ładunek związany z nośnikami nadmiarowymi obecnymi w bazie diody w stanie przewodzenia. W przypadku diod unipolarnych – Schottky’ego, w których brak nośników nadmiarowych, jest to ładunek nośników związanych z domieszkami, które należy usunąć z odpowiednio szerokiego obszaru półprzewodnika w celu wytworzenia obszaru ładunku przestrzennego odpowiadającego przyłożonemu napięciu wstecznemu (ta składowa ładunku występuje także w diodach PIN, jednak jest tam stosunkowo nieznacząca względem dużego ładunku nadmiarowego). Przybliżona zależność energii strat od ładunku, zanedbująca ewentualne przepięcia, ma postać:

$$E_{tr} = 0,5 \cdot Q_{tr} \cdot U_R \quad (6)$$

gdzie Q_{tr} – ładunek przejściowy przy wyłączeniu, U_R – napięcie wsteczne po wyłączeniu.

Oczywiście całkowita moc strat w diodzie jest sumą mocy strat dynamicznych i statycznych:

$$P_{tot} = P_{stat} + P_{dyn} = P_{stat} + f_s \cdot E_{tr} \quad (7)$$

Istotne jest spostrzeżenie, że moc strat statycznych nie zależy od częstotliwości, podczas gdy moc strat dynamicznych jest do niej proporcjonalna. Rozpatrując wpływ mocy strat w diodzie na sprawność przekształtnika łatwo zauważyć, że sprawność będzie maleć z częstotliwością, gdyż:

$$\eta = P_o / P_i = P_o / (P_o + P_c) \quad (8)$$

gdzie P_c jest mocą strat w przekształtniku, w której udział ma moc strat w diodzie.

Zakładając (co jest uprawnione w przypadku badanego układu), że wśród strat mocy zależnych od częstotliwości dominują straty w przyrządach półprzewodnikowych, moc strat w przekształtniku można wyrazić analogicznie do (7):

$$P_c = P_{\text{stat}} + P_{\text{dyn}} = P_{\text{stat}} + f_s \cdot E_{\text{sw}} = P_{\text{stat}} + f_s \cdot (E_{\text{ts}} + E_{\text{rr}}) \quad (9)$$

gdzie E_{sw} jest sumaryczną energią wydzielaną podczas przełączania (we wszystkich przyrządach i w obu stanach dynamicznych), zaś E_{ts} – energią wydzielaną podczas przełączania tranzystora.

B. Konfiguracja układu pomiarowego

Do badań posłuży układ przetwornicy podwyższającej napięcie przystosowany do pracy z megahercowymi częstotliwościami przełączania. Wykorzystane zostaną 3 diody podane w tab. 1, z których jedna jest diodą Schottky'ego (a dokładniej – mieszaną) wykonaną z węgla krzemu (SiC).

Tab. 1. Wykorzystywane diody i ich parametry (ładunek Q_{rr} dotyczy nominalnych, tj. zbliżonych do znamionowych, warunków pracy)

Oznaczenie	Materiał	Rodzaj	$I_{F(av)}$ [A]	U_{rrm} [V]	$Q_{rr(nom)}$ [nC]
C3D06060A	SiC	MPS	6	600	12
MUR860	Si	PIN	8	600	100
BY329-800	Si	PIN	8	800	500

1. W niebieskiej listwie na płytce układu zamontować diodę C3D06060A (radiator skierowany jak radiator tranzystora; tak samo pozostałe diody). Diody należy montować w pozycji zapewniającej, że ich radiatory nie zetkną się w czasie pomiarów z radiatorem sąsiedniego tranzystora.
2. Upewnić się, że z obwodu bramki tranzystora (na lewo od diody) wyłączony jest dodatkowy opornik bramkowy 100 Ω , tj. jego jedno wyprowadzenie łączy wyprowadzenie bramki tranzystora z płytką, zaś drugie wyprowadzenie jest wiszące (patrz rys. 3a). W przeciwnym razie odpowiednio przelutować wyprowadzenia opornika. Zwrócić uwagę, aby wolne wyprowadzenie opornika nie zwierzało się z żadnym elementem układu.

a) b)

Rys. 3. Konstrukcja obwodu bramki głównego tranzystora przetwornicy: a) $R_G = 10 \Omega$; b) $R_G = 110 \Omega$.

3. Jako obciążenie przyłączyć opornik regulowany 25 Ω początkowo ustawiony na 25 Ω (sprawdzić omomierzem ze względu na niestandardowe połączenie wewnętrzne). Na wejściu i wyjściu przetwornicy włączyć 2 identyczne multimetry w trybie amperomierza oraz 2 identyczne w trybie woltomierza.
4. Zasilanie zrealizować z zasilacza 2-sekcyjnego pracującego w trybie równoległym (PARALLEL). Oba gniazda „+” oraz oba gniazda „-” należy zewrzeć ze sobą krótkimi przewodami. Ograniczenie prądowe w obu sekcjach nastawić na maksimum.
5. Z wyjścia generatora funkcyjnego Output (nie Output TTL) przyłączyć się do przewodów niebieskiego i czerwonego.
6. Na generatorze przy wyłączonym wyjściu (zgaszona kontrolka przycisku On):
 - funkcja: Pulse,
 - Run Mode: Continuous,
 - Low 0 V,
 - High 5 V,
 - częstotliwość (Frequency): 330 kHz – częstotliwość nośna (przebiegu niezmodulowanego) f_c ,
 - współczynnik wypełnienia (Duty): 50%,
 - Output Menu ▶ Load Impedance: High-Z.
7. Sondę napięciową z kanału 1 oscyloskopu CH1 przyłączyć tak, aby mierzyła napięcie u_{DS}

tranzystora przetwornicy: masę do drucika dolutowanego do wyprowadzenia źródła, natomiast końcówkę gorącą do odpowiedniej końcówki dławika przetwornicy (dławik zamontowany jest od spodu, jednak jego wyprowadzenie wystaje nad górną powierzchnię płytki). Nie przyłączać sondy bezpośrednio do wyprowadzeń samego tranzystora z powodu znaczącego nagrzewania się jego nóżek w niektórych momentach ćwiczenia.

8. Na sekcji Master zasilacza ustawić napięcie 12 V. W wyniku tego prąd wyjściowy powinien wynieść ok. 0,5 A.

C. Pomiary

Przebieg impulsowy i jego widmo

1. Uaktywnić wyjście generatora (przycisk On). Na oscyloskopie sprawdzić poprawność przebiegu napięcia u_{DS} . Zero przebiegu ustawić na środku ekranu. Wzmocnienie kanału 1 ustawić na maksymalne takie, że przebieg nie wykracza poza ekran. Nie zmieniać tego wzmocnienia w czasie wykonywania ćwiczenia, gdyż zmniejszyłoby to dokładność analizy widmowej.
2. Opornik obciążający ustawić tak, by prąd wyjściowy $I_o = (1 \pm 0,2)$ A.
3. Zmierzyć czasy przełączania tranzystora:
 - a) z menu wybrać Measure ▶ Measurement Setup, wyświetlić pomiary Rise Time i Fall Time (grupa Time) dla kanału 1;
 - b) zarejestrować oscylogram wraz z wyświetlanymi wynikami pomiarów (File ▶ Save As);
 - c) w oknie Measurement Setup przestawić kontrolkę Display na Off.
4. Dezaktywować wyjście generatora ze względu na dużą moc wydzielaną w tranzystorze przy zamontowanym oporniku bramkowym.
5. Aktywować analizę widmową (FFT) przebiegu u_{DS} :
 - a) z menu wybrać Math ▶ Spectral Setup;
 - b) zdefiniować Math1 jako amplitudę widma (SpectralMag) przebiegu Ch1;
 - c) ustawić:
 - Rec Length: 500 000,
 - Samp Rate: 500 Ms,
 - Duration: 1 ms,
 - Resolution: 2 ns,
 - Window Type: Rectangular,
 - Gate Dur: 100 μ s,
 - Gate Pos: 0 (może się nadpisać małą wartością ujemną);
 - d) kliknąć Apply;
 - e) ustawić:
 - Center Freq: 50 MHz,
 - Freq Span: 100 MHz;
 - f) kliknąć OK.
6. Uaktywnić wyjście generatora i sprawdzić, czy obraz na ekranie przypomina (co do ogólnej postaci) widmo przebiegu prostokątnego (oś częstotliwości na oscyloskopie jest liniowa, stąd nie należy się spodziewać obwiedni w postaci linii prostej). Jeżeli obraz widma jest przysłonięty przez przebieg u_{DS} , to ten ostatni można ukryć: Vertical ▶ Display On/Off, Source: Ch, 1, Display: Off.
7. Zanotować wskazania wszystkich 4 mierników (z dokładnością jak na wyświetlaczach). Zapisać oscylogram.

W niektórych przypadkach, wskutek znaczącego nagrzewania się elementów przetwornicy, prąd wejściowy (a wskutek tego także pozostałe wielkości) będzie miał tendencję rosnącą o bardzo długim czasie ustalania się. Aby nie wydłużać wykonania ćwiczenia, nie należy wówczas czekać na

ustalenie się wskazań mierników. Spowoduje to wprowadzić niepełną słuszność wyników liczbowych, jednak nie zmieni wyników porównań między poszczególnymi przypadkami.

8. Zbadać widmo dla innych wartości współczynnika wypełnienia:
 - a) na generatorze ustawić współczynnik wypełnienia $D = 10\%$ i 5% (Duty), za każdym razem zapisując oscylogram;
 - b) przywrócić $D = 50\%$.

Wpływ czasów przełączania

9. Wydłużyć czasy przełączania poprzez zwiększenie rezystancji bramkowej tranzystora:
 - a) dezaktywować wyjście generatora;
 - b) wyłączyć zasilacz;
 - c) poprzez przelutowanie odpowiedniej końcówki opornika $100\ \Omega$, uzyskać konfigurację obwodu z rys. 3b;
 - d) włączyć zasilacz;
 - e) uaktywnić wyjście generatora;
 - f) w razie potrzeby, zmieniając nastawę opornika obciążającego, przywrócić $I_o = (1 \pm 0,2)\text{ A}$;
10. Zanotować wskazania mierników. Zapisać oscylogram.
11. Przywrócić pierwotną rezystancję bramkową:
 - a) dezaktywować wyjście generatora;
 - b) wyłączyć zasilacz;
 - c) poprzez przelutowanie odpowiedniej końcówki opornika $100\ \Omega$, uzyskać na powrót konfigurację obwodu z rys. 3a;
 - d) włączyć zasilacz;
 - e) uaktywnić wyjście generatora;
 - f) w razie potrzeby, zmieniając nastawę opornika obciążającego, przywrócić $I_o = (1 \pm 0,2)\text{ A}$.

Modulacja częstotliwości przełączania

12. Zmodyfikować ustawienia analizy widmowej:
 - a) wybrać z menu Math ▶ Spectral Setup;
 - b) ustawić:
 - Samp Rate: 50 Ms,
 - Rec Length: 500 000,
 - Duration: 10 ms,
 - Resolution: 20 ns,
 - Gate Dur: 10 ms,
 - Gate Pos: 0 (może się nadpisać małą wartością ujemną);
 - c) kliknąć Apply;
 - d) ustawić:
 - Center Freq: 2,5 MHz,

- Freq Span: 5 MHz;

e) kliknąć OK.

Uwaga: Przy obecnych ustawieniach obraz będzie odświeżany z niską częstotliwością i z opóźnieniem 1–3 okresów odświeżania; należy to wziąć pod uwagę rejestrując przebiegi po każdorazowym dokonaniu zmian w układzie.

13. Przeanalizować widmo:

- zatrzymać odświeżanie ekranu oscyloskopu – przycisk Run/Stop na fizycznym panelu;
- zapisać oscylogram;
- uaktywnić kursory – menu Cursors ▶ Cursors On;
- za pomocą kursorów wyznaczyć i zapisać częstotliwości f_1 , f_3 , f_5 trzech pierwszych prążków nieparzystych (tj. 1, 3, 5; prążki parzyste są również widoczne pomiędzy nimi, jednak mają wyraźnie mniejszą amplitudę).

14. Przetawić generator w tryb modulacji częstotliwości:

- dezaktywować wyjście generatora;
- wybrać funkcję Square oraz tryb Modulation;
- ustawić:
 - Type: FM (modulacja częstotliwości),
 - Source: Internal,
 - kształt sinusoidalny – Modulation Shape: Sine;
- ustawić parametry modulacji FM Freq $\equiv f_m$ oraz Deviation $\equiv \Delta f_c$ takie, by uzyskać: $f_m = 1,8$ kHz, $m_f = 10$;
- uaktywnić wyjście generatora.

15. Zapisać oscylogram dla:

- bieżących ustawień (sinusoidalna funkcja modulująca);
- trójkątnej funkcji modulującej – Modulation Shape: Triangle;
- wykładniczej funkcji modulującej – przebieg exp.tfw znajdujący się na zewnętrznej pamięci, dostępnej na generatorze po wybraniu w menu Modulation Shape, Memory: USB;
- powrócić do trójkątnej funkcji modulującej, pozostawiając $m_f = 10$, $f_m = 1,8$ kHz;

16. Zbadać widmo dla różnych parametrów modulacji:

- zapisać oscylogram;
- kursorami wyznaczyć szerokości pasma B_1 , B_3 , B_5 dla pierwszych 3 harmonicznnych nieparzystych (chodzi o tradycyjną szerokość 3-decybelową, a więc w uproszczeniu mierzoną u góry pasma, nie u jego podstawy);
- powtórzyć powyższe punkty dla:
 - $f_m = 1,8$ kHz, $m_f = 30$,
 - $f_m = 5,4$ kHz, $m_f = 10$.

17. Zakończyć analizę widmową:

- wyłączyć modulację – przełączyć generator w tryb Continuous;
- na oscyloskopie ukryć obraz widma – Math ▶ Display On/Off ▶ Source: Math, 1, Display: Off).

Technologie diod w kontekście częstotliwości przełączania

18. Dla kilku częstotliwości przełączania z zakresu od 100 kHz do 2 MHz, w tym dla 330 kHz (zmiana na generatorze):
 - a) w razie potrzeby zmienić nastawę opornika tak, by utrzymać $I_o = (1 \pm 0,05) A$;
 - b) zanotować wskazania mierników.
19. Dla diod MUR860 i BY329-800 (w tej kolejności):
 - a) dezaktywować wyjście generatora i wyłączyć zasilacz;
 - b) wymienić diodę na wskazaną wyżej;
 - c) powtórzyć pkt. 18 dla 330 kHz oraz dla jednej innej częstotliwości (ok. 2-krotnie mniejszej w przypadku BY329-800, ok. 2-krotnie większej w przypadku MUR860).
20. Dezaktywować wyjście generatora. Wyłączyć zasilacz. Wyłączyć mierniki.

D. Opracowanie wyników

1. Na podstawie wyników pomiarów: czasów przełączania (pkt 3) oraz widma w paśmie 100 MHz (pkt 7 i 8) i w paśmie 5 MHz (pkt 13), opisać postać widma częstotliwościowego przebiegu potencjału v_{sw} przełączanego węzła obwodu przetwornicy (napięcia u_{DS} tranzystora), wskazując związki z przebiegiem sterującym tranzystorem zgodnie z przewidywaniami teoretycznymi (nie wszystkie właściwości widma będą widoczne na każdym oscylogramie).
2. Na podstawie wyników pomiarów widma w paśmie 5 MHz dla modulacji funkcją trójkątną (pkt 16) i bez modulacji (pkt 13):
 - a) opisać skutki modulacji częstotliwości przełączania dla widma v_{sw} w dziedzinie częstotliwości;
 - b) porównać wyznaczone szerokości pasm B_h z obliczonymi ze wzoru teoretycznego;
 - c) dla każdego przypadku obliczyć szerokość pasma modulacji Δf_c i współczynnik modulacji δ ;
 - d) stwierdzić, od których parametrów modulacji zależy szerokość pasm;
 - e) z oscylogramów odczytać rząd harmonicznej $h_{overlap}$, od którego zaczyna się nakładanie pasm i porównać z przewidywaniami teoretycznymi;
 - f) przeanalizować skutki modulacji w dziedzinie amplitudy, w tym w zależności od parametrów modulacji;
 - g) stwierdzić, czy modulacja częstotliwości przebiegu impulsowego jest skuteczną metodą poprawy kompatybilności elektromagnetycznej przekształtników impulsowych z punktu widzenia norm.
3. Na podstawie wyników pomiarów widma w paśmie 5 MHz dla modulacji różnymi funkcjami (pkt 15), scharakteryzować różnice między widmami uzyskiwanymi dla poszczególnych funkcji modulujących. Ocenić, która z funkcji jest najkorzystniejsza z punktu widzenia minimalizacji amplitud składowych widma zaburzeń.
4. Dla każdego z przypadków, w których notowane były wskazania mierników, obliczyć moc wejściową P_i i wyjściową P_o przetwornicy, a na tej podstawie całkowitą moc strat P_c i sprawność η .
5. Na podstawie wyników pomiarów widma oraz parametrów energetycznych (obliczenia z pkt. D4), scharakteryzować skutki wydłużenia czasu przełączania t_{sw} (poprzez zmianę rezystancji bramkowej R_G – pkt 10 w porównaniu do pkt. 7).
6. Przeanalizować wpływ zastosowanej diody na parametry energetyczne układu:
 - a) na podstawie wyników pomiarów parametrów energetycznych dla różnych częstotliwości przełączania (pkt 18 i 19, obliczenia z pkt. D4), wykreślić sprawność przetwornicy z każdą z 3 diod w funkcji częstotliwości przełączania;
 - b) powiązać przebieg zależności w funkcji częstotliwości z zależnościami teoretycznymi;
 - c) na podstawie wyników pomiarów parametrów energetycznych dla 3 diod, dla $f_s = 330$ kHz i drugiej częstotliwości (dla C3D06060A wybrać zbliżoną do MUR860; pkt 19, obliczenia z pkt. D4), ze wzoru (9) obliczyć sumaryczną energię wydzielaną w przyrządach półprzewodnikowych podczas przełączania (należy zapisać wskazany wzór dla 2 częstotliwości i odjąć stronami uzyskane równania w celu wyeliminowania składnika P_{stat});
 - d) uzasadnić obserwowane w liczbach (obliczenia z pkt. D4) i na wykresie z podpunktu a) różnice w sprawności układu z użyciem różnych diod, opierając się na parametrach podanych w tab. 1 oraz wynikach liczbowych z podpunktu c);
 - e) biorąc pod uwagę powyższe wyniki, oraz że węgiel krzemu (w odróżnieniu od krzemu) umożliwia produkcję wysokonapięciowych diod Schottky'ego, wykazać, że wykorzystanie tego materiału jest jedną z istotnych innowacji na drodze do układów mocy o megahercowych częstotliwościach przełączania.