

Modelowanie i badania transformatorowych przekształtników napięcia na przykładzie przetwornicy FLYBACK

mgr inż. Maciej Bączek

Plan prezentacji

1. Wprowadzenie
2. Cele pracy
3. Przetwornica FLYBACK
4. Modele teoretyczne
5. Modele fizyczne
6. Symulacje i pomiary
7. Wnioski

1. Wprowadzenie

Przetwornica transformatorowa jest to konwerter zawierający transformator impulsowy jako element przetwarzający energię.

Przykłady przetwornic transformatorowych:

- FLYBACK
- FORWARD
- HALF BRIDGE
- FULL BRIDGE

1. Wprowadzenie

Zalety przetwornic transformatorowych:

- Izolacja galwaniczna między wejściem a wyjściem
- Możliwość zasilania kilku, odseparowanych odbiorników
- Łatwość uzyskania potrzebnej polaryzacji
- Szeroki zakres sterowania

1. Wprowadzenie

Wady przetwornic transformatorowych:

- Pasożytnicze oscylacje
- Większa trudność w symulacji i projektowaniu w porównaniu z przekształtnikami beztransformatorowymi, zwłaszcza w odniesieniu do stanów przejściowych

2. Cele pracy

- Poszerzenie wiedzy o pracy przetwornic Flyback zwłaszcza w stanach przejściowych. Propozycje modyfikacji bloku głównego (między innymi związanych z zastosowaniem nowych typów elementów oraz układów tłumiących)

2. Cele pracy

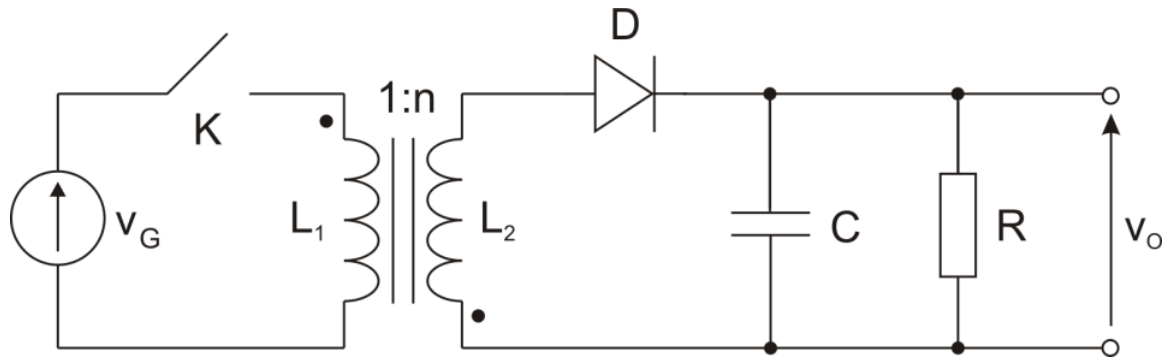
- Wyznaczenie nowych modeli uśrednionych bloku głównego przetwornic FLYBACK z uwzględnieniem efektów pasożytniczych w stopniu szerszym niż w znanych publikacjach. Porównania nowych modeli z istniejącymi modelami w oparciu o dane otrzymane w drodze pomiaru i dokładnych symulacji

2. Cele pracy

- Ocena efektów termicznych i minimalizacja ich skutków podczas pracy przetwornic.
 - a) Badania wpływu temperatury na parametry przekształtnika.
 - b) Przeprowadzenie oszacowań strat mocy i badania wpływu efektów samonagrzewania elementów w różnych warunkach chłodzenia na charakterystyki użytkowe
 - c) Modyfikacje projektów przetwornic w oparciu o wyniki p. a) i b)

3. Przetwornica FLYBACK

3.1 Schemat wersji podstawowej



Schemat bloku głównego przetwornicy FLYBACK

$$n = N_2 / N_1$$

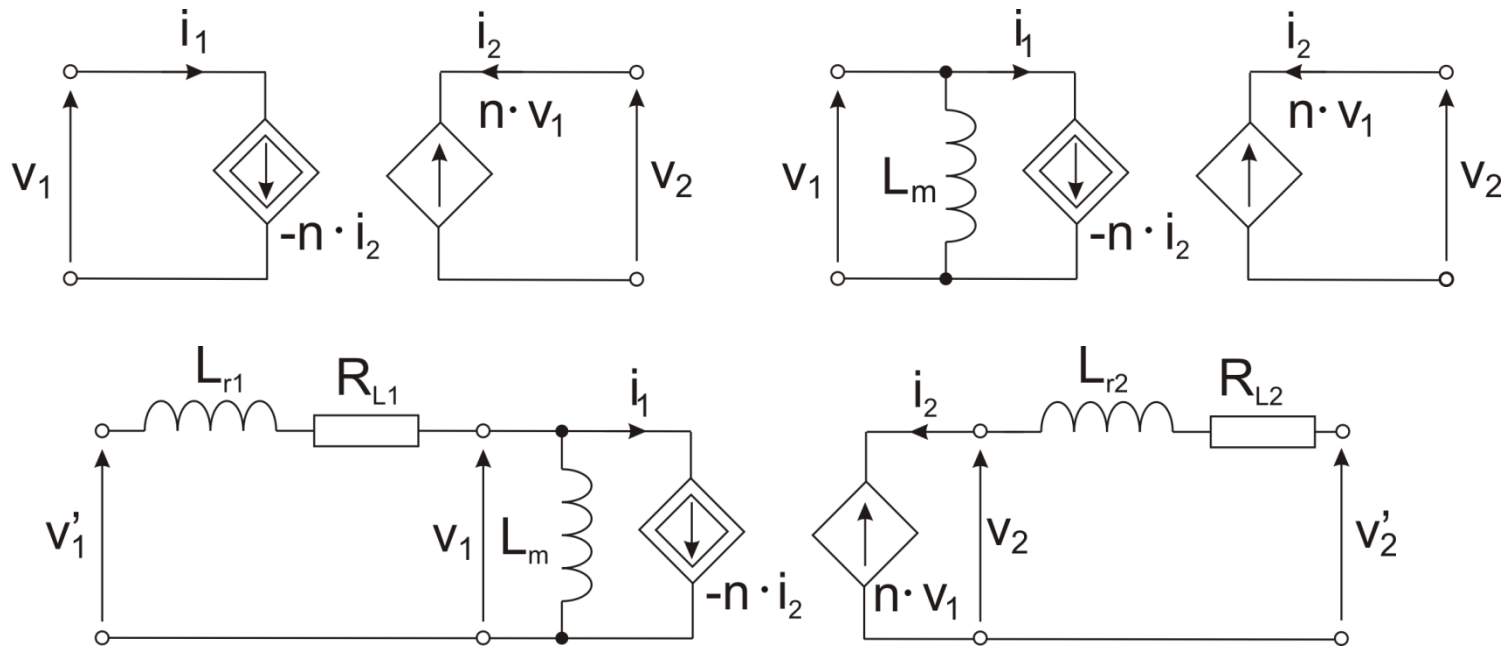
3. Przetwornica FLYBACK

3.2 Możliwe warianty:

- a) wiele wejść, wiele wyjść
- b) synchroniczna
- c) zawierające układy tłumiące oscylacje (snubbery)

4. Modele teoretyczne

4.1 Modele transformatora

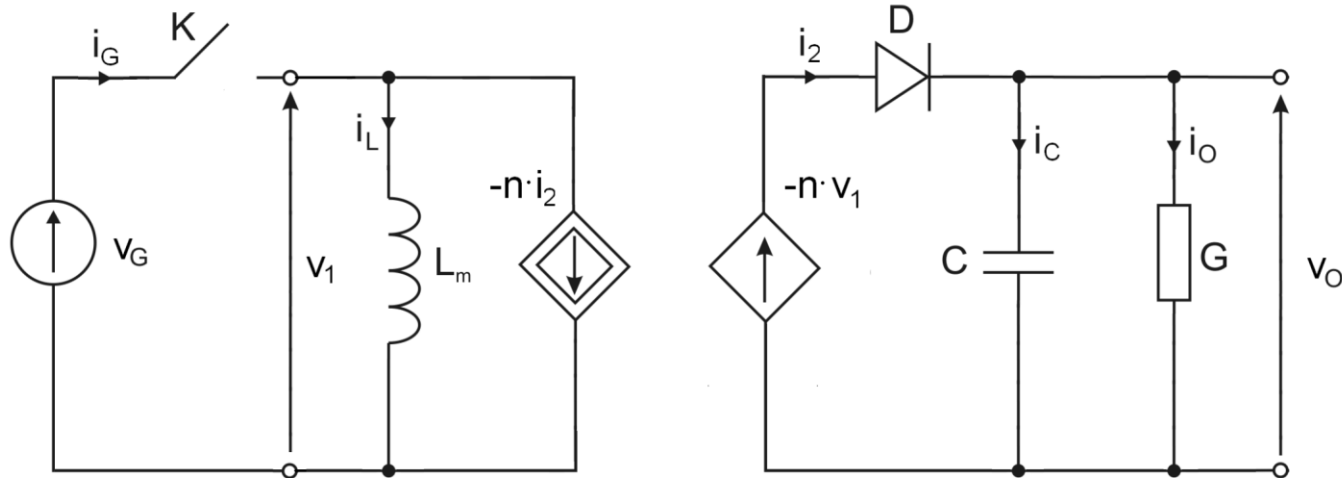


Modele transformatora: a) „transformator idealny”; b) model uwzględniający indukcyjność magnetyzacji; c) model rozbudowany

4. Modele teoretyczne

4.2 Modele do symulacji na pełnych przebiegach (przebiegi w obrębie pojedynczego okresu przełączania)

Przykład

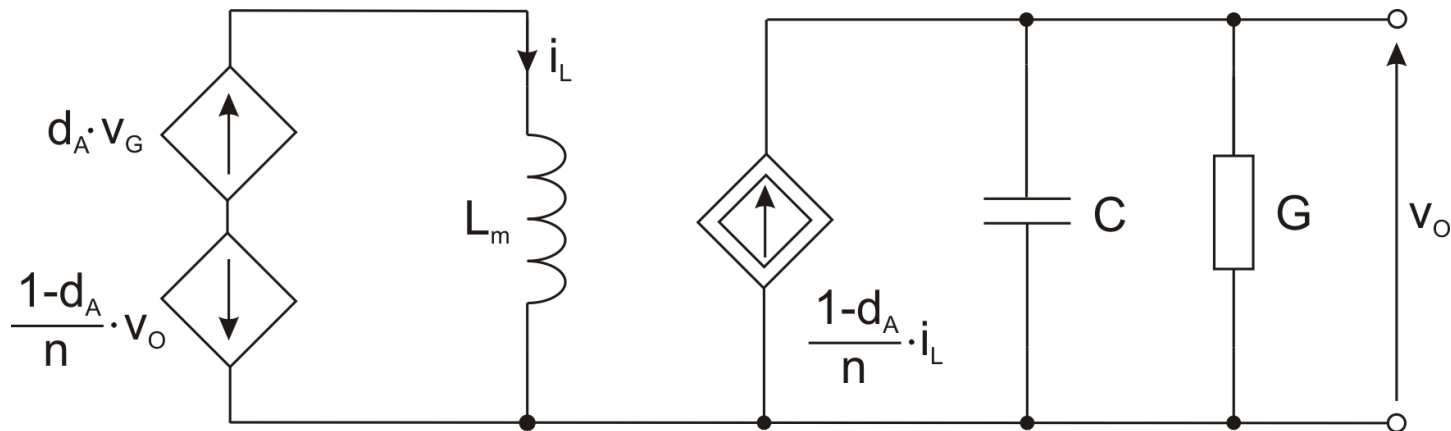


Schemat zastępczy idealnej przetwornicy FLYBACK

4. Modele teoretyczne

4.3 Modele uśrednione (do symulacji przebiegów wolnozmiennych)

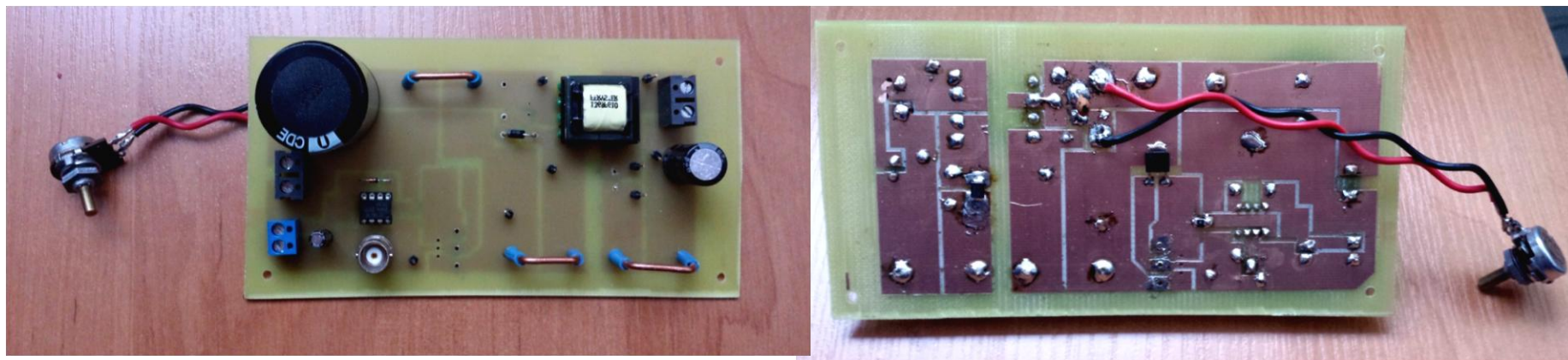
Przykład



Model uśredniony przetwornicy FLYBACK

5. Modele fizyczne

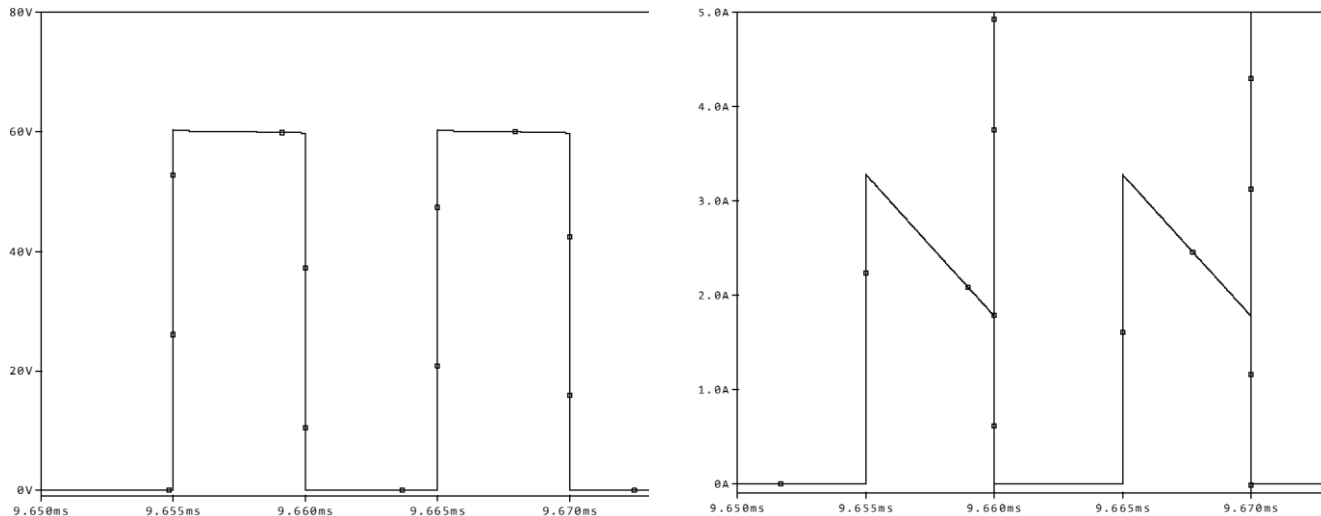
a) wykonane



b) planowane

6. Symulacje i pomiary

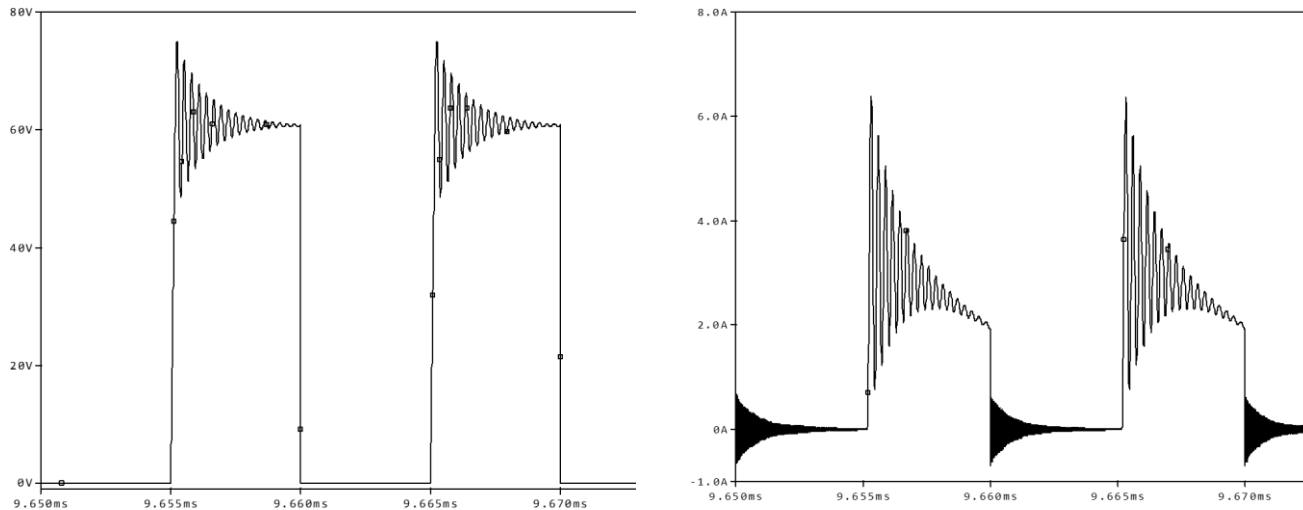
6.1 Symulacje i pomiary „szybkich” stanów przejściowych



Symulacje szybkich stanów przejściowych napięcia na elemencie kluczującym oraz prądu diody dla układu z modelem transformatora uwzględniającym indukcyjność magnetyzacji

6. Symulacje i pomiary

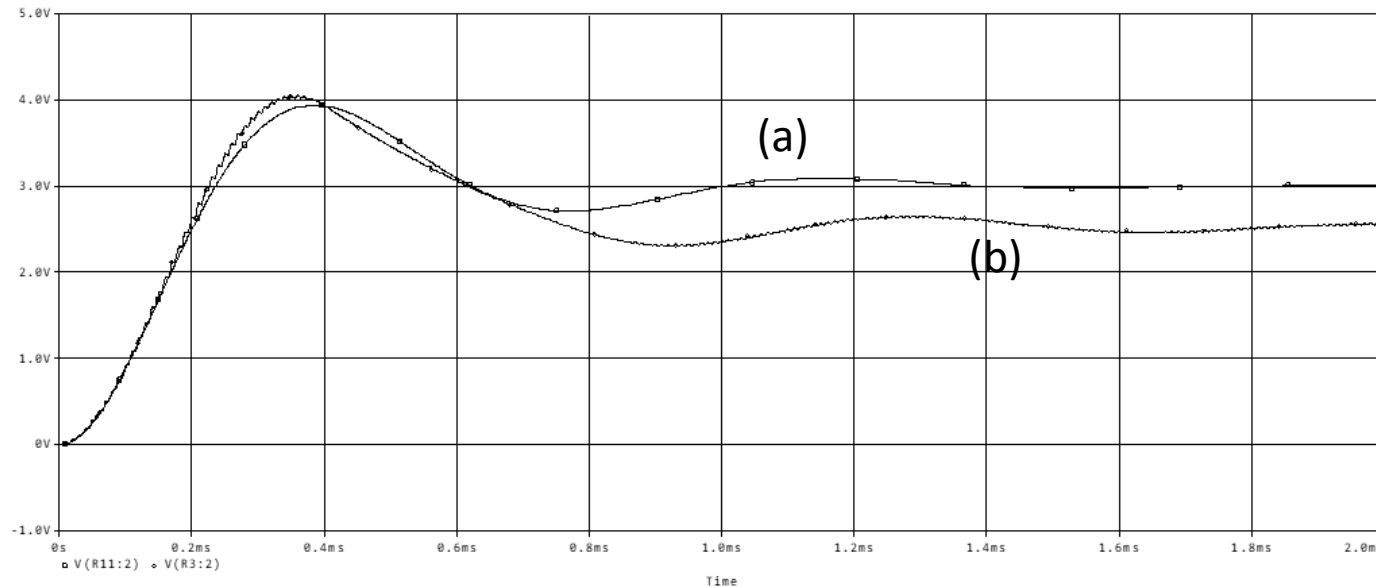
6.1 Symulacje i pomiary „szybkich” stanów przejściowych



Symulacje szybkich stanów przejściowych napięcia na elemencie kluczującym oraz prądu diody dla układu z modelem rozbudowanym transformatora

6. Symulacje i pomiary

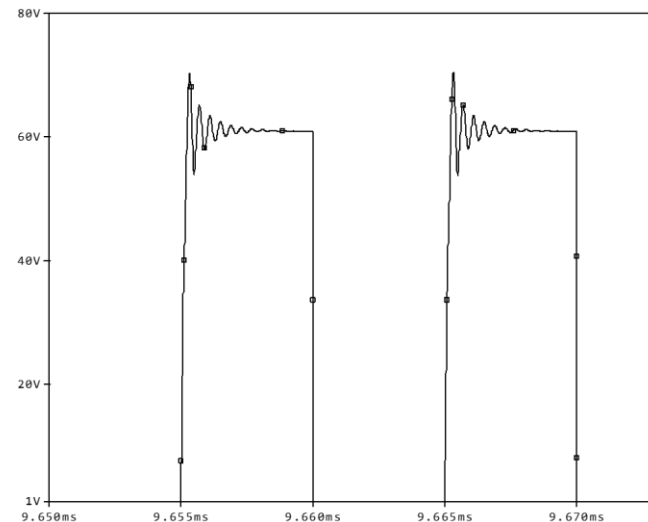
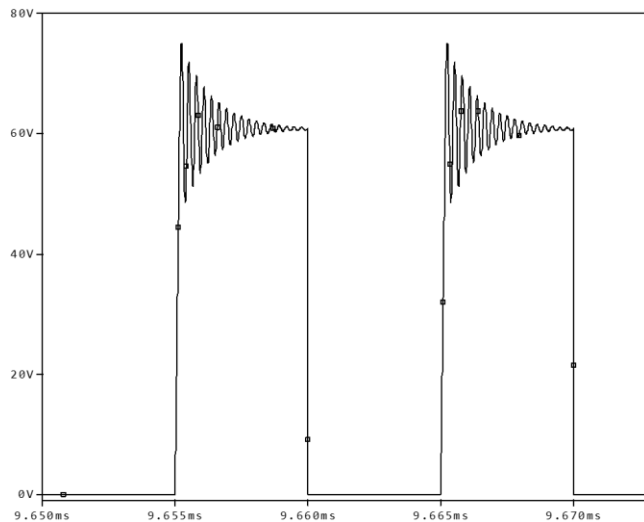
6.2 Symulacje i pomiary „powolnych” stanów przejściowych



Odpowiedź napięcia wyjściowego na uskok napięcia wejściowego: symulacja w oparciu o model uśredniony(a), symulacja na pełnych przebiegach (b)

6. Symulacje i pomiary

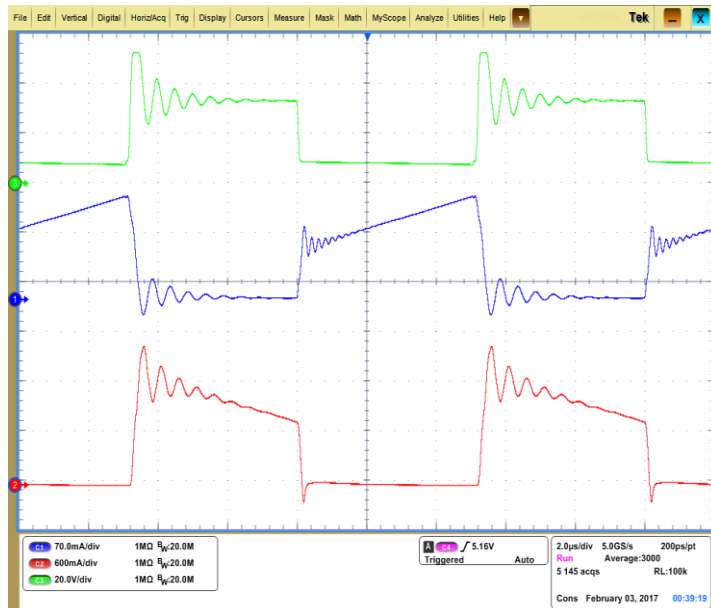
6.3 Symulacje i pomiary wariantów przetwornicy ze „snubberami”



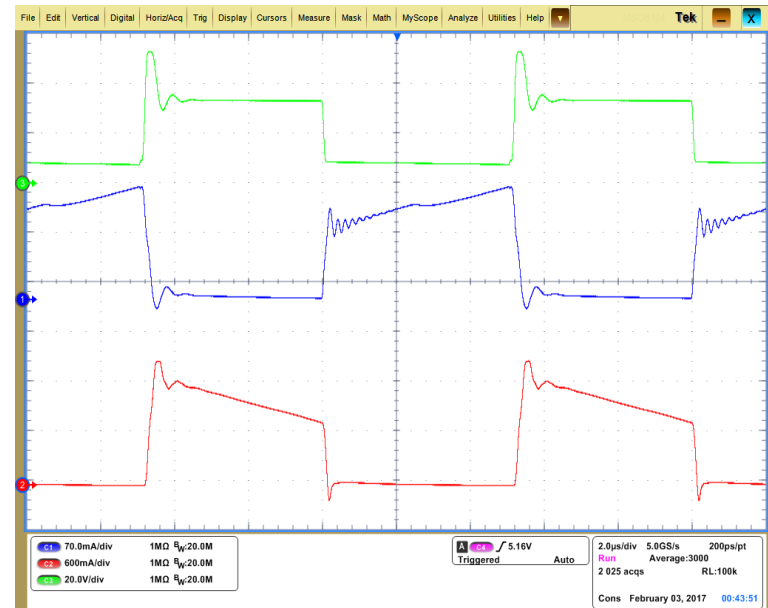
Napięcie na elemencie kluczującym dla układu bez „snubbera” (po lewej)
oraz dla układu ze „snubberem” (po prawej)

6. Symulacje i pomiary

6.3 Symulacje i pomiary wariantów przetwornicy ze snubberami



Oscylogramy napięcia V_{DS} (zielony), prądu drenu I_{dr} (niebieski), prądu diody po stronie wtórnej I_D (czerwony)-pomiary dla przetwornicy bez snubbera przy obciążeniu $R_O=1\Omega$



Oscylogramy napięcia V_{DS} (zielony), prądu drenu I_{dr} (niebieski), prądu diody po stronie wtórnej I_D (czerwony) - pomiary dla przetwornicy ze snubberem przy obciążeniu $R_O=1\Omega$

6. Symulacje i pomiary

6.4 Zamierzenia

- a) symulacje i pomiary wariantów przetwornic z różnymi elementami przełączającymi
- b) badanie efektów termicznych
 - Badania wpływu temperatury na pracę układu przetwornicy
 - Badania wpływu samonagrzewania elementów oraz całego układu na parametry przetwornicy

6. Symulacje i pomiary

6.4 Zamierzenia

c) wyznaczanie strat mocy

- oszacowanie na podstawie bilansu mocy wejściowej i wyjściowej
- oszacowanie na podstawie sumy strat mocy w poszczególnych elementach

7. Wnioski

- a) Wnioski z dotychczasowych badań:
 - b) Wnioski przewidywane do otrzymania z planowanych badań
-
- Badania symulacyjne i pomiarowe pozwolą na usprawnienie procesu projektowania przetwornic
 - Badania układu zawierającego różne elementy przełączające pozwolą na ocenę przydatności konkretnych typów tranzystorów do realizacji konkretnych wymagań

7. Wnioski

- Propozycje układów tłumiących zakłócenia pozwolą na skuteczne projektowanie różnych wariantów konwerterów lub też na poprawę ich parametrów

7. Wnioski

- Analiza termiczna elementów przełączających oraz całego układu pozwoli w procesie projektowania na określenie najlepszego wariantu przekształtnika przystosowanego do określonych warunków pracy oraz otoczenia