

Politechnika Wrocławska

Katedra Teorii Pola, Układów Elektronicznych i Optoelektroniki

Zespół Układów Elektronicznych

LABORATORIUM UKŁADÓW ELEKTRONICZNYCH

Data: 08.06.2020	Dzień: Poniedziałek		
Grupa: -	Godzina: 8-12		
TEMAT ĆWICZENIA:			
PRZETWORNICA DC-DC STEP - UP			
DANE PROJEKTOWE:			
$U_i = 5V, U_0 = 7V, I_{0max} = 0.5A$			
Lp.	Nazwisko i Imię		Oceny
1.	Grajoszek Dawid, 249021		

1. Cel ćwiczenia

Celem tego ćwiczenia laboratoryjnego jest zapoznanie się z projektowaniem oraz działaniem przetwornicy impulsowej podwyższającej napięcie stałe.

2. Założenia dla zadania

Za wartość kondensatora próbkującego przyjmuje się $C_T = 560\text{pF}$, co powoduje, że okres impulsowania wynosi $T = 20\text{ }\mu\text{s}$, a czas gromadzenia energii w polu magnetycznym jest w przybliżeniu równy $14\text{ }\mu\text{s}$.

Wartość szczytowa prądu dławika wynosi:

$$I_{Lpk} = 2I_{0max} \frac{U_0}{U_i} = 2 * 0.5\text{A} * \frac{7\text{V}}{5\text{V}} = 1.4\text{A}$$

Wartość rezystora, którego celem jest próbkowanie prądu źródła zasilającego wynosi:

$$R_{SC} = \frac{0.3\text{V}}{I_{Lpk}} = \frac{0.3\text{V}}{1.4\text{A}} = 0.214\Omega$$

Wartości rezystorów próbkujących napięcie U_0 na obciążeniu przyjmują następujące wartości:

$$R_1 = 1.2\text{ k}\Omega$$

$$R_2 = R_1 \frac{|U_0| - 1.25\text{V}}{1.25\text{V}} = 1.2\text{ k}\Omega * \frac{5.75\text{V}}{1.25\text{V}} = 5.52\text{ k}\Omega$$

Wartość kondensatora filtrującego tętnienia (pełni rolę filtra dolnoprzepustowego):

$$C_0 \geq \frac{9I_{0max}}{U_{tpp}} t_{ON} = \frac{9 * 0.5\text{A}}{0.1\text{V}} * 14\text{ }\mu\text{s} = 630\text{ }\mu\text{F}$$

Wartość jego pojemności zależy głównie od wybranej amplitudy tętnień, która wynosi 0.1V .

Indukcyjność dławika wynosi:

$$L_{min} = \left(\frac{U_{imin} - U_{CESat}}{I_{Lpk}} \right) \left(1 - \frac{U_{imin}}{U_0} \right) T = \left(\frac{4\text{V} - 0.5\text{V}}{1.4\text{A}} \right) \left(1 - \frac{4\text{V}}{7\text{V}} \right) * 20\text{ }\mu\text{s} = 14.3\text{ }\mu\text{H}$$

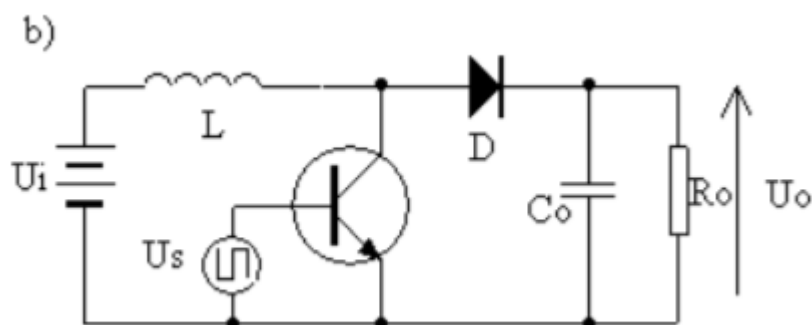
Do pomiarów wybieramy $L = 200\text{ }\mu\text{H}$ w celu ograniczenia prądu szczytowego dławika.

Wartości wszystkich potrzebnych rezystorów należy dobrać z szeregu E12, kondensatorów z szeregu E6, a więc:

$R_1 = 1.2\text{ k}\Omega$, $R_2 = 5.6\text{ k}\Omega$, $R_{SC} = 0.22\text{ }\Omega$, $C_0 = 630\text{ }\mu\text{F}$, $C_T = 560\text{ pF}$ (po zmierzeniu pojemności okazało się, że jej wartość to około 617 pF)

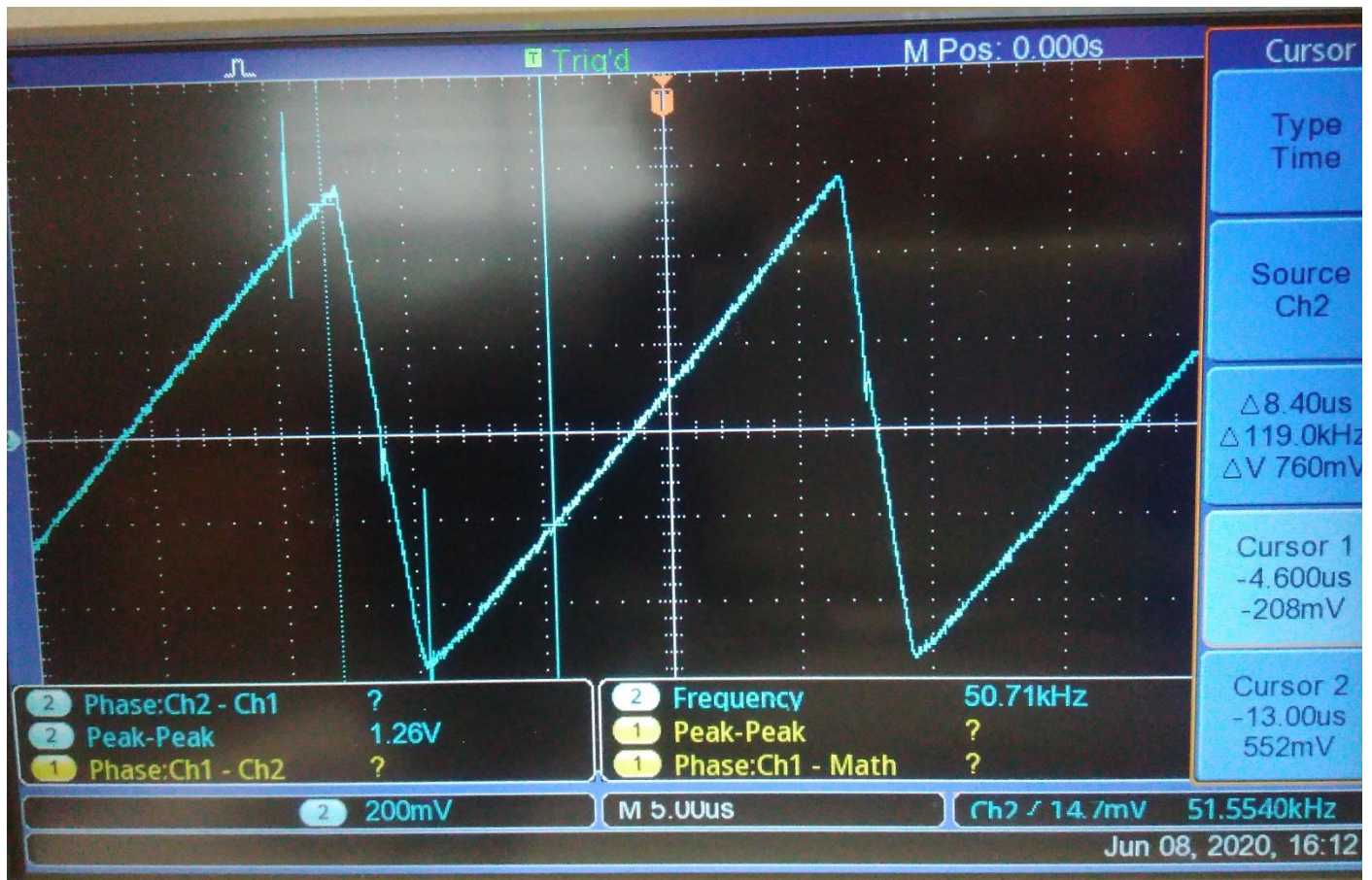
Rezystancja obciążenia: $R_0 = \frac{U_0}{I_0} = \frac{7\text{V}}{0.5\text{A}} = 14\Omega$, gdzie $I_0 = I_{0max}$

Uproszczony schemat wykorzystywanej przetwornicy dławikowej:



1. Pomiar częstotliwości impulsowania oscylatora

Na generatorze napięcia stałego ustawiono napięcie wejściowe nominalne, czyli 5V, a do ustawienia rezystancji obciążenia, która wynosi 14Ω , wykorzystano rezystor nastawny dostępny na stanowisku, na którym ustawiono 15Ω . Za pomocą oscyloskopu należało dokonać pomiarów napięcia na kondensatorze taktującym C_T . Użyto sond z dzielnikiem $\times 10$. Zarejestrowany pomiar:



Powyższy wykres prezentuje napięcie na kondensatorze C_T , z którego można odczytać okres impulsowania. Czas gromadzenia się energii w polu magnetycznym dławika to czas ładowania się kondensatora, a czas oddawania tej energii do obciążenia to okres, kiedy kondensator się rozładowuje.

Z ekranu oscyloskopu odczytano częstotliwość impulsowania oscylatora, która jest równa $f = 51.5540 \text{ kHz}$. Używając kursorów odczytano i policzono ile wynoszą wartości poszczególnych składowych okresu impulsowania:

$$t_{ON} = 16.8 \mu s$$

$$t_{OFF} = 2.6 \mu s$$

$$T = t_{ON} + t_{OFF} = 19.4 \mu s$$

Dla sprawdzenia policzono okres impulsowania drugim sposobem:

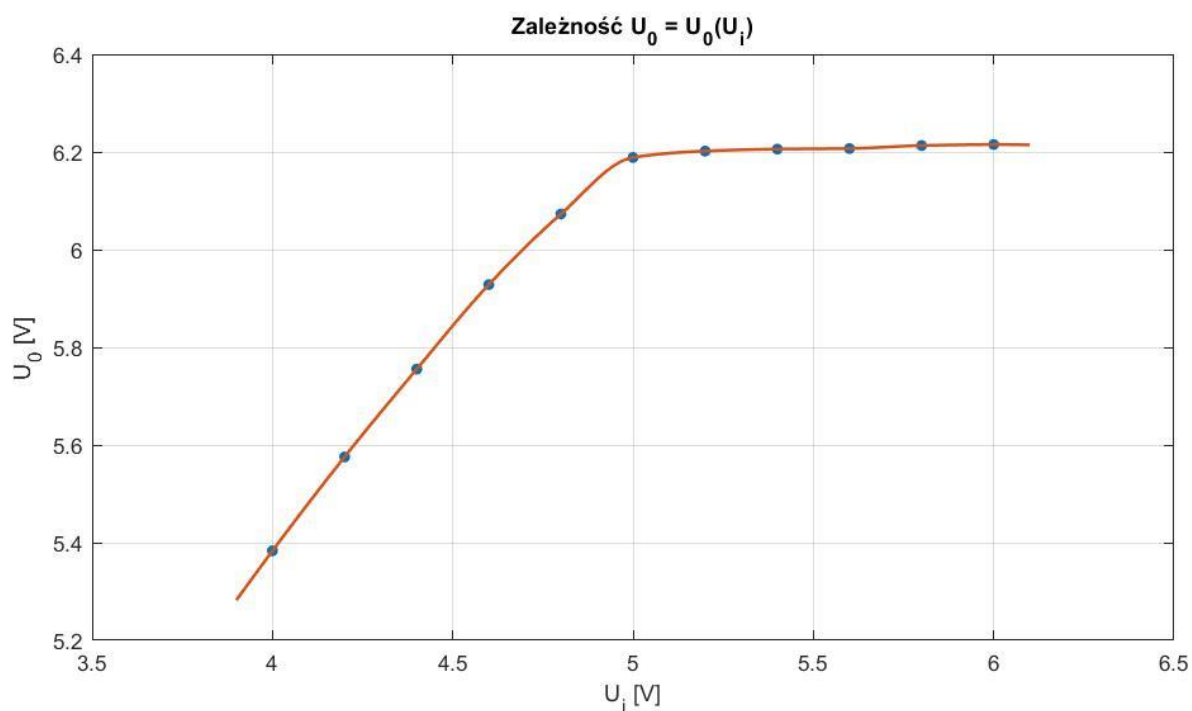
$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{51.554 \text{ kHz}} = 19.3971 \mu s = 19.4 \mu s$$

2. Pomiar współczynnika stabilizacji

Za rezystancję obciążenia ustawiono wartość nominalną, czyli 15Ω , po czym dokonywano zmian napięcia wejściowego w przedziale $U_{imin} \leq U_i \leq U_{imax}$, czyli od 4V do 6V co 0.2V. Wszystkie pomiary prezentuje poniższa tabela:

U_i [V]	U_0 [V]
4.0	5.3832
4.2	5.5756
4.4	5.7553
4.6	5.9284
4.8	6.0730
5.0	6.1887
5.2	6.2018
5.4	6.2059
5.6	6.2071
5.8	6.2131
6.0	6.2152

Poniższy wykres przedstawia, jak zmieniało się napięcie wyjściowe w zależności od zmian napięcia wejściowego:



Dodatkowo należało obliczyć współczynnik stabilizacji dla ustabilizowanego napięcia wyjściowego w zakresie zmienności napięcia wejściowego U_i zgodnie z poniższym wzorem:

$$S = \frac{\Delta U_0}{U_{imax} - U_{imin}} 100\% = \frac{6.2152V - 6.1887V}{6V - 5V} 100\% = \frac{0.0265V}{1V} 100\% = 2.65\%$$

3. Wnioski

Na podstawie dokonanych pomiarów można stwierdzić, że są bardzo podobne do tych uzyskanych dzięki symulacji. Pozwala to wysnuć wniosek, iż układ został zmontowany zgodnie z wytycznymi oraz działa prawidłowo.

Zmierzone napięcie wyjściowe stabilizuje się na wartości około 6.2V, co jest nieco mniej niż we wcześniejszym założeniu, jednak na to wpływ mogły mieć wartości użytych komponentów nieco różniących się od wartości obliczonych. Niemniej jednak kształt wykresu $U_0 = f(U_i)$ jest zachowany.

Mimo iż pojemność kondensatora taktującego okazała się większa niż przyjęta w zadaniu projektowym, to okres impulsowania pozostał bez zmian, a jego niewielki błąd 0.6 μ s jest do pominięcia.

Współczynnik stabilizacji obliczony dla zakresu napięć wejściowych, dla których napięcie na wyjściu osiąga w przybliżeniu jednakową wartość również jest zadowalający.

4. Raporty z ćwiczeń

