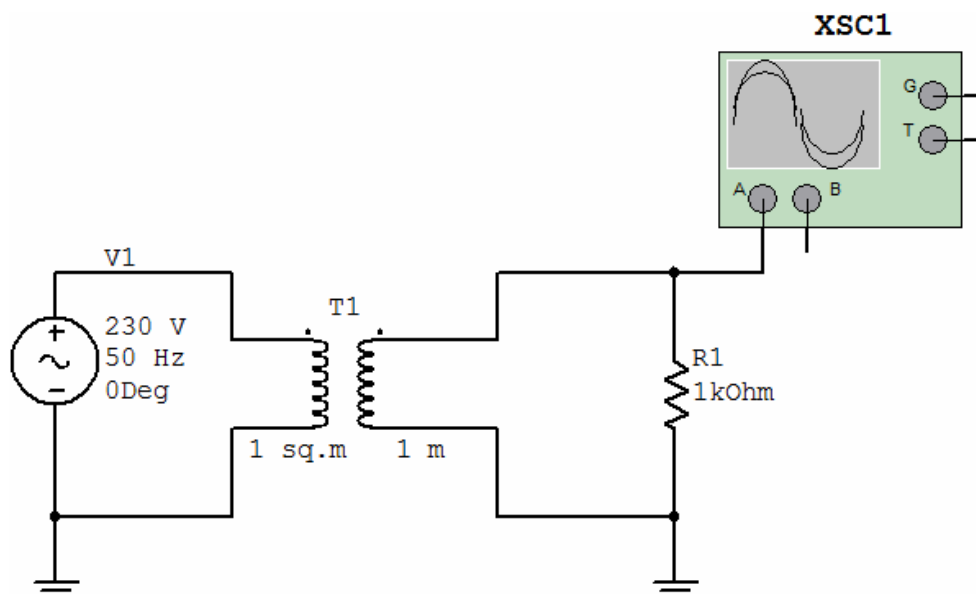


PRZEBIEG ĆWICZENIA

Ćwiczenie polega na zaprojektowaniu zasilacza o zadanych przez prowadzącego (Tabela 1 w protokole) parametrach.

Student ma za zadanie krok po kroku, zgodnie z podanymi niżej zasadami, zbudować w programie MultiSIM zasilacz o zadanych parametrach, na każdym etapie projektu symulacyjnie sprawdzając, czy uzyskiwane przebiegi zgodne są z oczekiwaniami.

1. Uruchomić program MultiSIM (skrót powinien być na pulpicie, ewentualne komunikaty o błędach można zignorować).
2. Wstawić do układu (prawy przycisk myszy -> Place Component -> (po lewej) Group: Sources, Family: Power Sources -> (po prawej) Component: AC_POWER) źródło, które będzie symulować sieć elektryczną.
 - 2.1. Zmienić (dwuklik w układ) parametry źródła V1 tak, by odpowiadało standardowi europejskiemu (tzn. Voltage: 230V, Frequency: 50Hz).
3. Kolejno wstawić do układu:
 - 3.1. transformator T1 (Group: Basic, Family: Basic Virtual -> Component: NLT_VIRTUAL),
 - 3.2. rezystor obciążający R1 (Group: Basic, Family: Basic Virtual -> Component: RESISTOR_VIRTUAL),
 - 3.3. uziemienie (Group: Sources, Family: Power Sources -> Component: GROUND),
 - 3.4. oscyloskop (menu po prawej stronie ekranu -> Oscilloscope).
4. Połączyć układ według rysunku (łączenie sprowadza się do klikania w końcówki elementów):



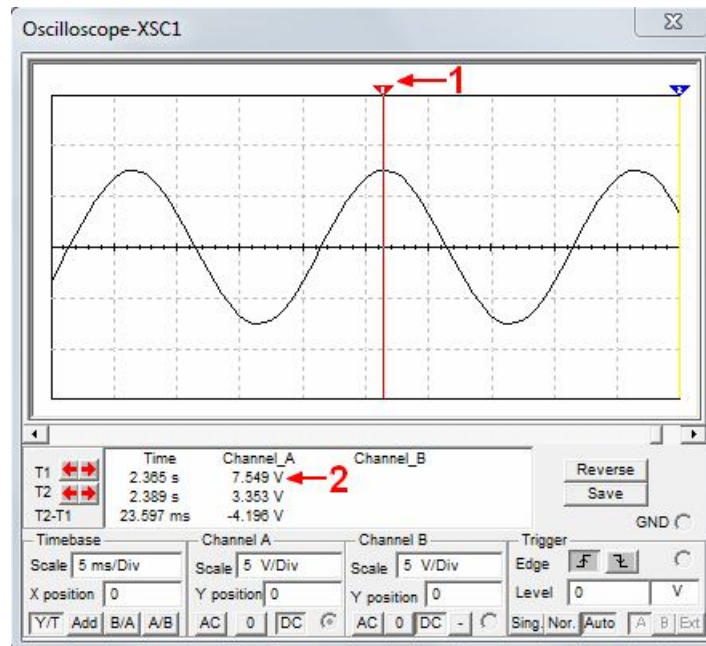
5. Na tym etapie należy dobrać transformator.

W praktyce sprowadza się to najczęściej do zakupu elementu o wymaganych parametrach (tj. napięcie wyjściowe U i prąd obciążenia I). My w tym miejscu zaprojektujemy (czyli dobierzemy przekrój rdzenia i ilość zwojów na obu uzwojeniach) właściwy transformator. Do projektu zasilacza małej mocy wystarczająca będzie metoda uproszczona.

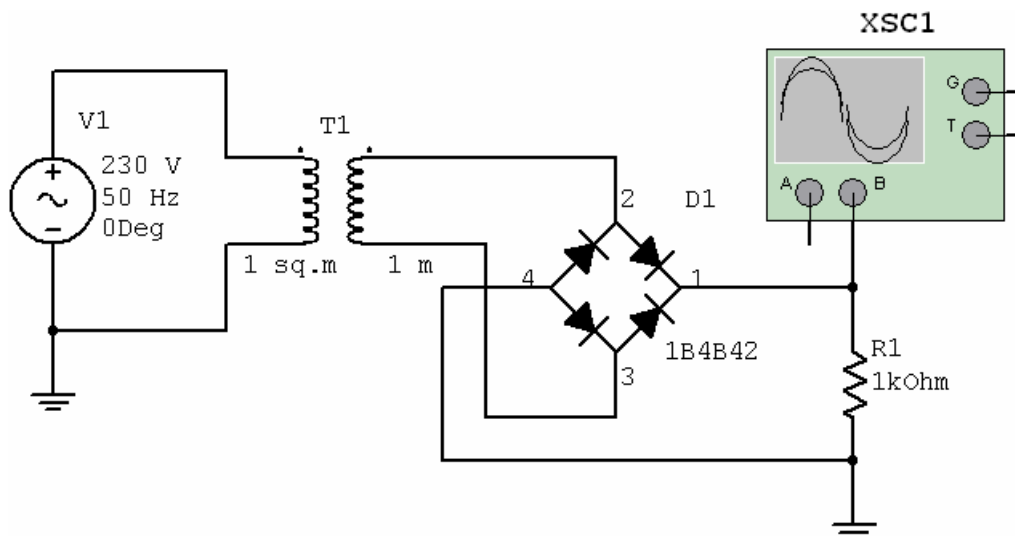
Projektowanie tą metodą polega na:

- 5.1. Obliczeniu maksymalnej mocy pobieranej przez obciążenie: $P_2 = I \cdot U$ (wartości I oraz U z Tabeli 1 zadanej przez prowadzącego). Czasem dla zwiększenia niezawodności dokłada się rezerwę prądową na poziomie około 20%, a bywa że większą. Decyzję o ewentualnej rezerwie pozostawiam wykonującemu ćwiczenie, to w końcu Wasz projekt;)
- 5.2. Obliczeniu mocy pobieranej z sieci: $P_1 = k \cdot P_2$, gdzie k jest współczynnikiem uwzględniającym sprawność transformatora (straty w żelazie rdzenia i uzwojeniach). Niech $k = 1,1$.
- 5.3. Obliczeniu przekroju rdzenia (w cm^2) z wzoru $S = 1,25 \cdot \sqrt{P_1}$.
- 5.4. Znając przekrój rdzenia, z zależności $N = 45,5 / S$ obliczamy liczbę zwojów przypadającą na każdy wolt napięcia na każdym z uzwojeń.
- 5.5. Pozostało obliczyć napięcie U_1 , które chcemy uzyskać na uzwojeniu wtórnym.
Nie jest to napięcie równe napięciu U projektowanego zasilacza!
Zasada jest następująca – na uzwojeniu wtórnym chcemy uzyskać wartość szczytową większą o 2,5-3V (Ile dokładnie? Wasza decyzja.) od pożądanej wartości napięcia wyjściowego projektowanego zasilacza U , a zatem $U_1 = U + 2,5 \div 3[V]$.
- 5.6. W tym momencie mamy wszystkie dane potrzebne do obliczenia liczby zwojów na uzwojeniach transformatora:
 - uzwojenie pierwotne $n_{zP} = 230 \cdot N$,
 - uzwojenie wtórne $n_{zW} = (U_1 \cdot N) / 1.414$, gdzie 1.414 jest poprawką wynikającą z przeliczenia wartości skutecznej na szczytową.
- 5.7. Obliczone i zaokrąglone wartości n_{zP} i n_{zW} można wprowadzić do symulacji, tzn. po dwukliku w transformator T1 (pozycje *Primary turns* i *Secondary turns*).

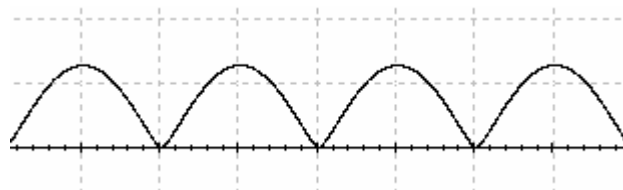
6. Uruchomić symulację (przyciskiem ON/OFF lub F5) i kliknąć dwa razy w oscyloskop. Na widocznych przebiegach, można kursorem (1), sprawdzić, czy uzyskana wartość napięcia szczytowego (2) na wyjściu transformatora jest właściwa (w tym przypadku wartość $\sim 7,5V$ byłaby odpowiednia np. dla zasilacza 5V):



7. Kolejnym elementem zasilacza jest prostownik. Uzupełnijmy więc nasz projekt o prostownik dwupółkowy D1 w postaci mostka Graetza (Group: Diodes, Family: FWB -> Component: dowolny):



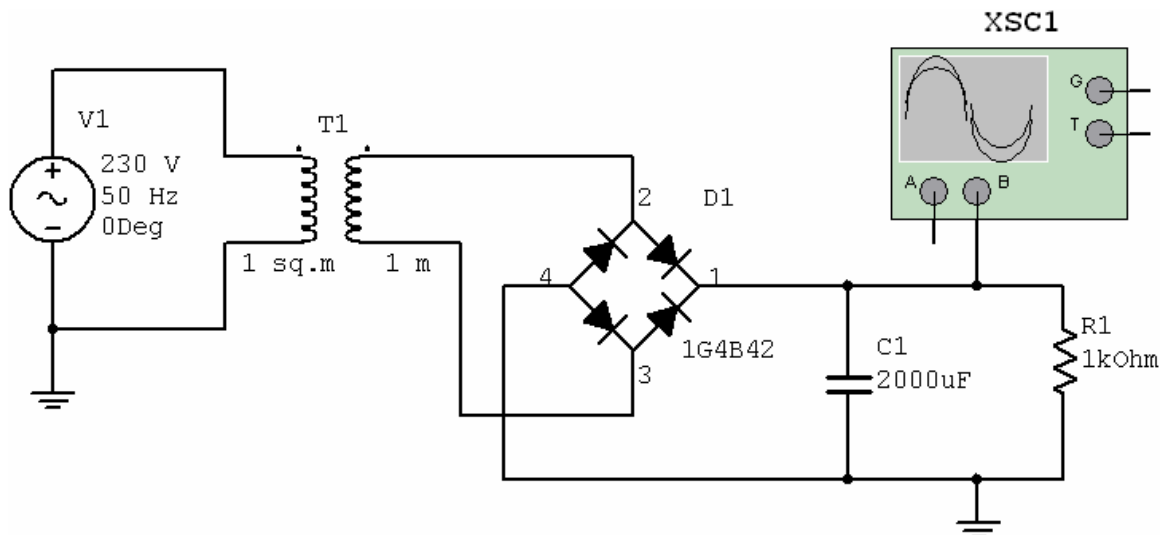
- 7.1. Po uruchomieniu symulacji przebieg na wyjściu układu powinien mieć kształt zbliżony do poniższego:



8. Przebieg jest już wyprostowany (tzn. nadal zmienny, ale już jednokierunkowy).

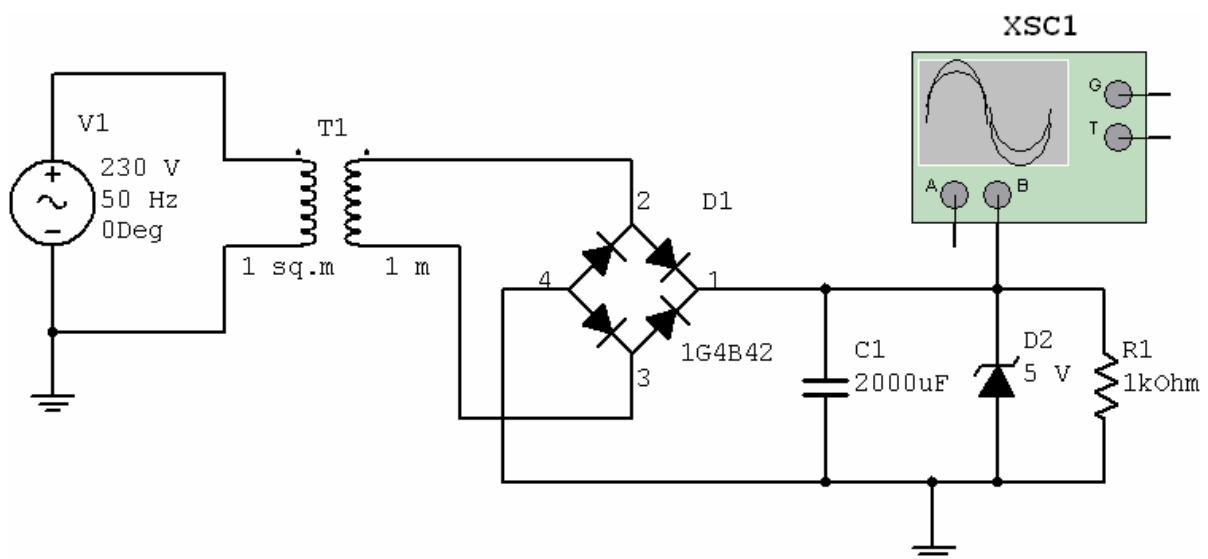
Kolejnym elementem zasilacza jest filtr dolnoprzepustowy, mający za zadanie wygładzić napięcie.

Filtrem tym będzie dołączony równolegle do obciążenia kondensator C1 (Group: Basic, Family: Basic Virtual -> Component: CAPACITOR_VIRTUAL) o pojemności dobieranej według zasady: minimum 2000uF na każdy amper prądu wyjściowego.

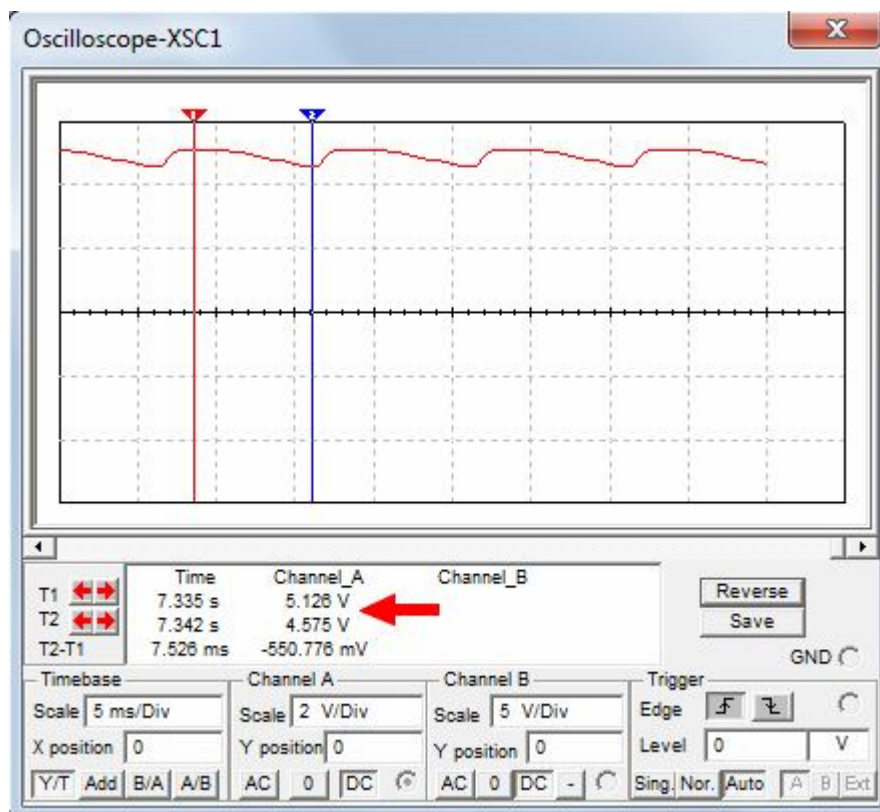


8.1. Po wstawieniu odpowiedniego kondensatora (z uwagi na jego wartość w praktyce byłby to kondensator elektrolityczny) warto sprawdzić, jak zmieni się przebieg wyjściowy przy zmianie obciążenia R1 z 1kΩ np. na 50Ω.

9. Ostatnim elementem będzie dioda Zenera D2 (Group: Diodes, Family: DIODES_VIRTUAL -> Component: ZENER_VIRTUAL), czyli najprostsza wersja stabilizatora, także włączona równolegle do obciążenia, w ustawieniu zaporowym. Diodę Zenera należy edytować, by ustawić napięcie Zenera (Breakdown Voltage) na poziomie odpowiadającym napięciu wyjściowemu projektowanego zasilacza.



- 9.1. Sprawdzić przy pomocy obrazu na oscyloskopie, czy przebieg napięcia wyjściowego jest zgodny z oczekiwaniami. Oczekiwaniem w tym miejscu jest już oczywiście prąd "jak najbardziej stały", tj. zbliżony do linii prostej poziomej.
10. Zmierzyć przy pomocy oscyloskopu (odpowiednio, czyli tak jak na rysunku poniżej, ustawiając kursory) i umieścić w protokole wartości tętnień U_T i amplitudę sygnału wyjściowego U_A dla małego ($1k\Omega$) i dużego (50Ω) obciążenia zasilacza. Dla przykładu, jeżeli przebieg wygląda jak poniżej, to z widocznych pod przebiegiem wartości wynika, że:
- $U_A = 5,126[V]$,
 - $U_T = 5,126[V] - 4,575[V] = 0,551[V]$.
- Oczywiście w idealnym przypadku wartości te powinny wynieść $U_A = U$ przy $U_T = 0[V]$.



11. **Przerysować projekt swojego zasilacza do protokołu, który należy zostawić prowadzącemu.**

12. Ewentualnie nasuwające się wnioski/przemyślenia można zamieścić na odwrocie protokołu.

13. **Literatura**

- [1] Borkowski A., „Zasilanie urządzeń elektronicznych”, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1990
- [2] Carr J.J., „Zasilacze urządzeń elektronicznych”, Wydawnictwo BTC, Warszawa 2004
- [3] zbiorowa pod red. Pietrzyk W., „Laboratorium z elektroniki”, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2002