

Uzyskanie wyników w drodze symulacji

opracowanie: Łukasz Starzak

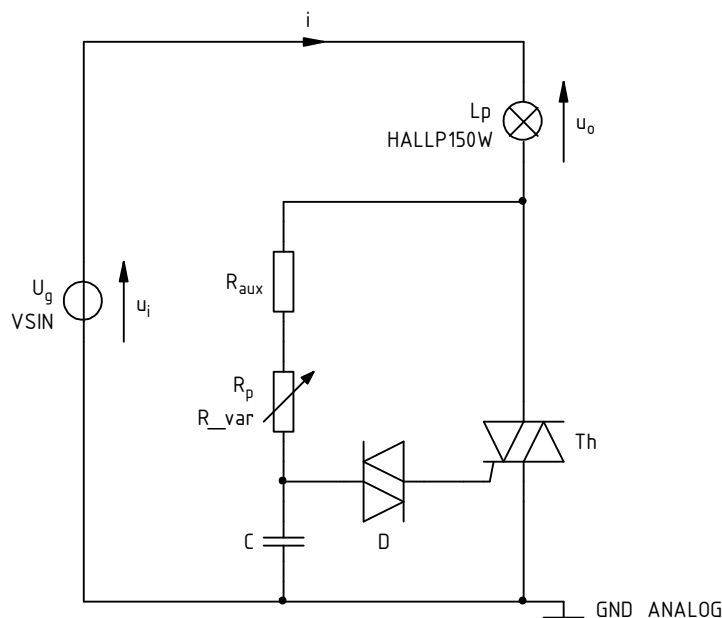
Na stronie przedmiotu dostępne jest archiwum z biblioteką elementów, które należy rozpakować do katalogu projektu. Na stronie *Oprogramowanie* znajdują się natomiast:

- instrukcja instalacji biblioteki;
- skrócona instrukcja ogólnej obsługi pakietu MicroSim/OrCAD, która zawiera m.in. informacje o: wstawianiu elementów, rysowaniu połączeń, konfigurowaniu i uruchamianiu symulacji, dodawaniu znaczników pomiarowych, poszukiwaniu źródeł błędów symulacji.

Pracę w pakiecie MicroSim/OrCAD należy rozpocząć i prowadzić ściśle według wskazówek podanych w powyższej instrukcji ogólnej. Prawie wszystkie potrzebne funkcje były już używane w ćwiczeniu 6P. W razie potrzeby, są one przypomniane w instrukcji ogólnej.

Analizie należy poddać układ odpowiadający badanemu doświadczalni (rys. 22 w instrukcji 2U), jednak z niezbędnymi modyfikacjami obejmującymi (patrz rysunek poniżej):

- usunięcie mierników, zamiast których zostaną później użyte odpowiednie znaczniki i funkcje pomiarowe;
- odzwierciedlenie sieci zasilającej przez idealne źródło napięcia;
- odzwierciedlenie lampy żarowej przez jej odpowiedni model.



1. Uruchom pakiet MicroSim/OrCAD zgodnie z instrukcją ogólną. Utwórz nowy projekt zgodnie z instrukcją ogólną.
2. Otwórz edytor schematów i od razu zapisz pusty schemat w katalogu projektu.
3. Do katalogu projektu rozpakuj archiwum z biblioteką elementów. Zainstaluj bibliotekę w projekcie według instrukcji na stronie *Oprogramowanie*.
4. Wprowadź schemat układu zgodnie z rysunkiem powyżej oraz danymi podanymi w instrukcji 2U (par. 4.1), przy czym:
 - a) uwagi dotyczące wprowadzania parametrów liczbowych były podane w instrukcji 6P w pkt. 4.1.5;
 - b) źródło napięcia wejściowego powinno być – zgodnie z rzeczywistością – typu sinusoidalnie zmiennego (element *VSIN*), dla którego należy podać parametry:
 - *VOFF* – składowa stała – zerowa, gdyż napięcie w sieci nie posiada składowej stałej,

- *FREQ* – częstotliwość – zgodnie ze standardem polskiej sieci niskiego napięcia (50 Hz),
 - *VAMPL* – amplituda tj. wartość maksymalna (nie międzyszczytowa) – zgodnie z indywidualną wartością skuteczną podaną na stronie przedmiotu;
- c) nazwa modelu lampy podana jest na rysunku; należy dla niego podać nominalną rezystancję zastępczą lampy $R_{Lp(nom)}$ (parametr *RNOM*), którą należy obliczyć z zależności na moc czynną dwójnika rezystancyjnego, uwzględniając jej moc i napięcie znamionowe (podane w instrukcji 2U);
- d) nazwy modeli triaka i diaka są tożsame z ich oznaczeniami (podanymi w instrukcji 2U);
- e) potencjometr (któremu dokładnie odpowiada element 3-końcówkowy *POT*), ze względu na rozwarcie jego jednej końcówki, wygodniej zastąpić opornikiem nastawnym (element 2-końcówkowy *R_var*), którego parametry to:
- *VALUE* – rezystancja całkowita,
 - *SET* – położenie wirtualnego ślizgacza podane jako wartość względna w odniesieniu do całej długości (tj. wartości 0 i 1 odpowiadają przesunięciu ślizgacza na przeciwległe końce potencjometru) – wstępnie 0,5;
- f) w obwodzie należy zdefiniować umowny węzeł masy, któremu zostanie przypisany numer 0 i potencjał 0 V – element *GND_ANALOG* (zaleca się przyjąć za taki węzeł wskazany na rysunku, gdyż jest on wspólny dla obwodu mocy i sterowania, a jednocześnie stanowi ujemną końcówkę źródła i triaka).
5. Zmodyfikuj oznaczenie każdego elementu tak, by kończyło się pełnym (nie jednocyfrowym) numerem zespołu.
6. Skonfiguruj symulację (menu *Analysis* ▶ *Setup* albo przycisk *Setup Analysis*):
- a) uaktywnij analizę czasową (*Transient*), dezaktywuj wszelkie inne;
- b) kliknij *Transient* w celu otwarcia okna parametrów i wprowadź:
- czas końcowy analizy (*Final Time*) umożliwiający ustalenie się temperatury lampy, której cieplna stała czasowa to ok. 0,5 s;
 - krok zrzutu wyników do pliku tekstowego (*Print Step*, parametr nie używany w tej symulacji) – dowolny mniejszy od czasu końcowego;
 - czas bez rejestracji wyników (*No-Print Delay*) – wstępnie 0 (tj. rejestracja od początku symulacji);
 - maksymalny krok czasowy (*Step Ceiling*) – rzędu 1/100 półokresu napięcia wejściowego (tak aby uzyskać co najmniej 100 punktów w każdym półokresie);
- c) upewnij się, że opcja *Skip initial transient solution* nie jest zaznaczona.
7. W odpowiednim i nadającym się do tego celu miejscu dodaj znacznik umożliwiający pomiar prądu obciążenia (lampy) *i*. Wykorzystane modele lampy i triaka mają postać podobwodów, w związku z czym należy zastosować się do uwagi podanej w instrukcji 6P w pkt. 4.1.8.
8. Uruchom symulację. Upewnij się, że wykreślony przebieg prądu jest zgodny z zasadą działania układu zobrazowaną w instrukcji 2U (rys. 18) w aspekcie kształtu oraz częstotliwości.
9. Ustal, po jakim czasie działanie lampy stabilizuje się, tj. amplituda jej prądu ustala się. Ustalona liczba musi być całkowitą wielokrotnością okresu napięcia wejściowego. Następnie w opcjach analizy *Transient*:
- a) wprowadź tę wartość jako parametr *No-Print Delay*;
- b) parametr *Final Time* zmodyfikuj tak, aby między *No-Print Delay* a *Final Time* mieściła się całkowita liczba okresów (nie półokresów) napięcia wejściowego.

10. Ponownie dokonaj symulacji. Dodaj nowy podwykres. Dodając odpowiednie znaczniki na schemacie, wyświetl na nim przebiegi napięcia wejściowego u_i i napięcia wyjściowego u_o , przy czym:
 - zgodnie z instrukcją ogólną obsługi pakietu MicroSim/OrCAD, do wyświetlenia przebiegów nie jest konieczne ponowne uruchamianie symulacji, które usunęłyby dodany podwykres;
 - znacznik potencjału może być wykorzystywany do pomiaru tylko takich napięć, które są odniesione do masy przypisanej w pkt. 4.f; inne napięcia muszą być mierzone znacznikiem napięcia (nie potencjału);
 - w przypadku znaczników napięcia należy zachować polaryzację mierzonego napięcia zgodnie z rysunkiem powyżej (dla znacznika jest ona wskazywana przez znaki „+” i „-” w kółkach).
11. Upewnij się, że zgodnie z prawami i konwencjami teorii obwodów, wszystkie mierzone przebiegi mają w każdej chwili jednakowy znak. W przeciwnym razie:
 - a) sprawdź zgodność polaryzacji mierzonych napięć zgodnie z rysunkiem powyżej;
 - b) do prądu zastosuj uwagę podaną w instrukcji 6P w pkt. 4.1.9.
12. Na podwykres prądu dodaj przebieg kroczącej wartości skutecznej:
 - a) aktywuj podwykres prądu pojedynczym kliknięciem (powinno to spowodować przeniesienie znacznika SEL>> przy lewej podziałce);
 - b) zaznacz przebieg prądu klikając na jego podpisie (nie znaczniku graficznym) pod wykresem (powinno to spowodować podświetlenie podpisu na czerwono);
 - c) skopiuj i wklej przebieg;
 - d) zmodyfikuj równanie przebiegu skopiowanego klikając dwukrotnie na jego podpisie, w taki sposób, by obecny podpis stał się argumentem funkcji $RMS()$, np. $RMS(I(V1))$ jeżeli dotychczasowy podpis brzmiał $I(V1)$.
13. Analogicznie do pkt. 13, na podwykres napięć dodaj przebiegi kroczącej wartości skutecznej obu wykreślonych napięć. Korzystając z kursora upewnij się, że wartość skuteczna napięcia wejściowego jest zgodna ze standardem polskiej sieci niskiego napięcia (pkt 4.b). W przeciwnym razie popraw wpisane parametry źródła napięcia.
14. Dodaj trzeci podwykres i skopiuj na niego przebieg prądu. Zmodyfikuj jego równanie tak, by uzyskać wzór na moc czynną wejściową p_i , dodając odpowiedni operator arytmetyczny i przepisując podpis przebiegu napięcia wejściowego u_i wyświetlany pod drugim podwykresem (działania te były szczegółowo opisane w instrukcji 6P w pkt. 4.2.1).
15. Analogicznie do pkt. 13, na podwykres mocy dodaj przebieg kroczącej średniej z mocy chwilowej [funkcja $AVG()$].
16. Dwukrotnie kliknij bezpośrednio pod osią czasu albo wybierz z menu *Plot* ▶ *Axis Settings*. W zakładce *X Axis* wybierz *Data Range: User Defined* i ogranicz zakres osi czasu tak, by obserwować jeden pełny okres (nie półokres) napięcia wejściowego, tj. po wprowadzeniu tej zmiany na lewym krańcu wykresu powinno znajdować się jedno zero napięcia u_i na zboczu rosnącym, a na prawym końcu wykresu – następne zero napięcia u_i na zboczu rosnącym.
17. Jeżeli wszystkie ustawienia wykresu są poprawne:
 - a) korzystając z funkcji *Display Control* (menu *Window* albo *Tools* zależnie od wersji pakietu), zachowaj uzyskaną konfigurację wykresu;
 - b) w oknie schematu, z menu *Analysis* wybierz *Probe Setup* i zaznacz *Restore last Probe session* w celu wyeliminowania konieczności przywracania konfiguracji po każdej nowej symulacji.

18. Aktywuj kursory ikoną *Toggle cursor* albo z menu *Tools* ▶ *Cursor* ▶ *Display*. Kursory umieszcza się następnie na konkretnym przebiegu przez kliknięcie na jego znaczniku graficznym (nie podpisie tekstowym) pod wykresem – lewym klawiszem myszy dla kursora 1, prawym dla kursora 2.
19. Zwiększając ustawienie potencjometru R_p (parametr *SET*) od indywidualnej wartości podanej na stronie przedmiotu, z krokiem podanym na stronie przedmiotu, uzyskaj i zapisz dane zastępujące wyniki pomiarów:
- moc czynną wejściową P_i – wartość średniej kroczącej za okres, tj. odczytana kursorem dokładnie na prawym krańcu okna wykresu, o ile zostało ono skonfigurowane zgodnie z pkt. 16;
 - prąd skuteczny I – wartość skuteczna krocząca odpowiedniego przebiegu za okres, tj. odczytana jak w ppkt. a);
 - napięcie skuteczne wejściowe U_i – wartość skuteczna krocząca odpowiedniego przebiegu za okres, tj. odczytana jak w ppkt. a);
 - napięcie skuteczne wyjściowe (na lampie) U_o – wartość skuteczna krocząca odpowiedniego przebiegu za okres, tj. odczytana jak w ppkt. a);
 - długość odcinka czasu Δt_α odpowiadającego kątowi fazowemu opóźnienia załączania triaka – współrzędna czasowa (tj. x nie y) odczytana z pola *dif* po ustawieniu kursorów w ten sposób, że:
 - kursor 1 znajduje się w chwili, w której zaczyna płynąć prąd i ,
 - kursor 2 znajduje się w poprzedzającym powyższą chwilę zerze napięcia wejściowego u_i .
20. Dla nastawy *SET*, która dała największą moc czynną wejściową $P_{i(\max)}$:
- zmierz kursorem i zanotuj wartość maksymalną prądu I_m – do użycia w przyszłości w pkt. 4.2 sprawozdania;
 - zmodyfikuj ustawienia osi czasu tak, by obserwować od 4 do 5 okresów przebiegów;
 - usuń wszystkie przebiegi poza dwoma: napięciem wejściowym u_i i prądem i ;
 - zapisz obraz przebiegów (menu *Window* ▶ *Copy to Clipboard*).
21. Powtórz pkt 20 dla nastawy *SET*, która daje około 50% maksymalnej mocy czynnej wejściowej $P_{i(\max)}$ (tj. 50% wartości z pkt. 20). Jeżeli nastawy tej nie ma wśród punktów pomiarowych z pkt. 19, dodatkowo zanotuj dla niej wartości skuteczne: prądu I i napięcia wyjściowego U_o oraz oblicz moc czynną wyjściową P_o jako ich iloczyn – do użycia w przyszłości w pkt. 4.2 sprawozdania.