

S P R A W O Z D A N I E

z ćwiczeń laboratoryjnych z przedmiotu Przyrządy i układy mocy

Ćwiczenie 7: Projekt i konstrukcja elektronicznego przekształtnika impulsowego  
(instrukcja 7A ver. 1.8.5, 7C ver. 1.6.2)

---

---

Numer zespołu:

Skład zespołu (imię, nazwisko, numer indeksu):

1.

2.

3.

---

---

Wybrany wariant projektu (zakreślić):    podstawowy    –    pełny

Parametry projektu:

$f_s =$

$D_{\min} =$

$D_{\max} =$

$I_{R3(av)max} =$

$t_{r(max)} =$

$T_f:$

---

---

*Uwaga:*

- 1. Formularz należy wypełnić ręcznie.*
  - 2. Można dokonywać skreśleń i poprawek pod warunkiem zachowania jednoznaczności.*
  - 3. Należy zamieścić wszystkie wykorzystane wzory i wykonane obliczenia.*
  - 4. Liczbowe wyniki końcowe należy podawać wraz z jednostkami, jako liczby z zakresu 0,1...1000 z wykorzystaniem przedrostków jednostek.*
  - 5. Strony zbędne dla wybranego wariantu ćwiczenia należy pominąć.*
  - 6. Wszystkie załączniki należy kolejno ponumerować i odwoływać się do nich z wykorzystaniem tej numeracji.*
  - 7. Jeżeli w formularzu brakuje miejsca, można dołączyć osobną kartkę i nadać jej numer kolejnego załącznika.*
- \* Zadania wyłącznie dla wariantu pełnego. \*\* Zadania wyłącznie dla wariantu podstawowego.*

Adnotacje prowadzącego

Projekt płytki

Projekt elektroniczny

Uruchomienie i pomiary

---

**ZADANIE 1**

**ROZPLANOWANIE ELEMENTÓW I POŁĄCZEŃ NA PŁYTCIE**

Załączyć wydruk arkusza Płytki.

Numer załącznika ▷

Załączyć wydruk arkusza Weryfikacja płytki.

Numer załącznika ▷

Uwagi do projektu płytki; oryginalne rozwiązania, na które chcą Państwo zwrócić uwagę ▽  
W przypadku modyfikacji arkusza Węzły schematu należy załączyć jego wydruk.

---

**ZADANIE 2**

**CHARAKTERYSTYCZNE WARTOŚCI W UKŁADZIE – SZACUNEK OD GÓRY**

Napięcie skuteczne na uzwojeniu wtórnym transformatora ▷  $U_{\text{sec(rms)}} =$

Amplituda napięcia na uzwojeniu wtórnym transformatora ▷  $U_{\text{sec(m)}} =$

Amplituda napięcia wejściowego przerywacza [szacunek od góry] ▷  $U_{i(m)} \leq$

Moc znamionowa lampy halogenowej ▷  $P_{Lh(\text{nom})} =$

Napięcie (skuteczne) znamionowe lampy halogenowej ▷  $U_{Lh(\text{nom})} =$

Moc lampy w funkcji rezystancji lampy (wzór) ▷  $P_{Lh} =$

Rezystancja lampy halogenowej ▷  $R_{Lh} =$

Amplituda prądu obciążenia [szacunek od góry] ▷  $I_{o(m)} \leq$

---

Rok akad.:

Nr zespołu:

Przyrządy i układy mocy, ćwiczenie 7 (A 1.8.5 C 1.6.2)

---

**ZADANIE 3\***

**ZABEZPIECZENIE ZWARCIOWE**

Maksymalny prąd skuteczny obciążenia  $\triangleright I_{o(rms)max} = I_{o(rms)}|_{D=1} =$

Prąd skuteczny obciążenia przy maksymalnym [zadany] współczynniku wypełnienia  $\triangleright I_{o(rms)}|_{Dmax} =$

Optymalna charakterystyka wyłączenia wkładki  $\triangleright$

Uzasadnienie  $\triangleright$

Oznaczenie wkładki topikowej  $\triangleright$

Maksymalny [z rozrzutu] spadek potencjału na bezpieczniku  $\triangleright U_{F1(max)} =$

---

**ZADANIE 4\***

**FILTR PROSTOWNIKA**

Wprowadzone parametry źródła modelującego uzwojenie wtórne VSIN

$\triangleright$

Rezystancja wkładki topikowej  $\triangleright R_{F1} =$

Rezystancja tranzystora  $T_1$   
w stanie załączenia  $\triangleright R_{DS(on)} =$  w temperaturze  $T_j =$

Prąd upływu dren-źródło  $\triangleright I_{DSS} =$  przy napięciu  $U_{DS} =$

Rezystancja tranzystora  $T_1$  w stanie wyłączenia  $\triangleright R_{DS(off)} =$

Wprowadzone parametry klucza SBREAK ▷

Okres przełączania klucza ▷  $T_s = T_p =$

Czas trwania impulsu sterującego kluczem ▷  $t_p =$

Wprowadzone parametry źródła sterującego VPULSE ▷

Załączyć wydruk wprowadzonego schematu. Numer załącznika ▷

Optymalna pojemność kondensatora  $C_1$  ▷  $C_1 =$

Maksymalna [w skali okresu  $T_i$ ] wartość średnia napięcia wyprostowanego  $u_d$  ▷  $u_{d(av)m} =$

Maksymalna [w skali okresu  $T_i$ ] wartość międzyszczytowa tętnienia napięcia  $u_d$  ▷  $\Delta u_{d(pp)m} =$

Względna wartość międzyszczytowa tętnienia ▷  $\Delta u_{d(pp)m} / u_{d(av)m} [\%] =$

Załączyć wydruk(i) przebiegów, na podstawie którego(ych) wyznaczono parametry przebiegu  $u_d$  i stwierdzono poprawność doboru  $C_1$ . Numer(y) załącznika(ów) ▷

---

### ZADANIE 5\*

#### NAPIĘCIE ZASILANIA STEROWNIKA

Minimalny [wymagany] poziom wysoki napięcia  $u_g$   
na podstawie napięcia progowego tranzystora  $T_1$  ▷  $U_{GG(on)} > U_{GS(th)} =$

Minimalny [wymagany] poziom wysoki napięcia  $u_g$   
na podstawie charakterystyki wyjściowej tranzystora  $T_1$  ▷  $U_{GG(on)} \geq$

Maksymalne [względem prądu i temperatury]  
napięcie wyjściowe tranzystora  $T_1$  ▷  $U_{DS}(I_D=I_{o(m)}; U_{GS}=U_{GG(on)}) =$

Ostatecznie ustalony minimalny [wymagany]  
poziom wysoki napięcia sterującego bramką  $u_g \triangleright U_{GG(on)min} =$

Minimalne [wymagane] napięcie zasilania układu  $U_1 \triangleright U_{CC(min)} =$

Zakres [zalecany] napięcia zasilania układu  $U_1 \triangleright \leq U_{CC(rec),U1} \leq$

Wniosek dot. warunków zasilania układu  $U_1$  i ewentualne modyfikacje projektu  $\nabla$

---

### ZADANIE 6 \*

#### FILTR ZASILACZA STEROWNIKA

Maksymalny [z rozrzutu] pobór prądu zasilania przez układ  $U_1 \triangleright I_{CC(max),U1} =$

Maksymalny [zadany] prąd (wartość średnia)  
pobierany przez obwód pomocniczy generatora  $\triangleright I_{R3(av)max} =$

Całkowity ładunek dostarczany do bramki tranzystora  $T_1 \triangleright Q_{G(tot)}|_{(U_{GS}=U_{GG(on)min})} =$

Średni prąd dostarczany do bramki tranzystora  $T_1 \triangleright I_{G(on)av} =$

Załączyć wydruk wprowadzonego schematu. Numer załącznika  $\triangleright$

Optymalna pojemność kondensatora  $C_3 \triangleright C_3 =$

Minimalna [względem sterowania] wartość (średnia) napięcia  $u_{CC} \triangleright U_{CC(min)} = u_{CC(av)}|_{D=1} =$

Wartość międzyszczytowa tętnienia napięcia  $u_{CC} \triangleright \Delta u_{CC(pp)} =$

Względna wartość międzyszczytowa tętnienia  $\triangleright \Delta u_{CC(pp)}/u_{CC(av)} [\%] =$

Porównanie z wymaganą wartością  $U_{CC(\min)}$ , ewentualna modyfikacja projektu ▽

Minimalny [względem sterowania] poziom wysoki  
napięcia wyjściowego generatora  $u_g \triangleright U_{GG(\text{on})\min} = U_{GG(\text{on})}|_{D=1} =$

Maksymalna [względem sterowania] wartość (średnia) napięcia  $u_{CC} \triangleright U_{CC(\max)} = u_{CC(\text{av})}|_{D=0} =$

Porównanie i wniosek  
dot. warunków zasilania układu  $U_1 \triangleright$

Maksymalny [względem sterowania] poziom wysoki  
napięcia wyjściowego generatora  $u_g \triangleright U_{GG(\text{on})\max} = U_{GG(\text{on})}|_{D=0} =$

Maksymalne [dopuszczalne] napięcie bramka-źródło tranzystora  $T_1 \triangleright U_{GS(\max, \text{rat})} =$

Porównanie i wniosek  
dot. warunków pracy tranzystora  $T_1 \triangleright$

Ewentualne modyfikacje projektu i uzyskane wyniki ▽

*Załączyć wydruki przebiegów, na podstawie których wyznaczono parametry przebiegu  $u_{CC}$  dla wszystkich przypadków.*

Numer(y) załącznika(ów)  $\triangleright$

---

**ZADANIE 7\*\***

**NAPIĘCIE ZASILANIA STEROWNIKA – OSZACOWANIE MAKSIMUM**

Maksymalna [względem sterowania] amplituda napięcia wyprostowanego  $u_d$

$$\triangleright U_{d(m)\max} = U_{d(m)}|_{i_o=0} =$$

Maksymalne [względem sterowania] napięcie zasilania sterownika

$$\triangleright U_{CC(\max)} = U_{CC}|_{i_o=0} =$$

Maksymalny [względem sterowania] poziom wysoki

napięcia wyjściowego generatora  $u_g \triangleright U_{GG(\text{on})\max} = U_{GG(\text{on})}|_{i_o=0} =$

---

**ZADANIE 8\*\***

**NAPIĘCIE WYPROSTOWANE – OSZACOWANIE MINIMALNEJ AMPLITUDY**

Rezystancja uzwojenia wtórnego transformatora  $\triangleright R_{\text{sec}} =$

Spadek potencjału na pojedynczej diodzie mostka Graetza  $B_1 \triangleright U_{F,B_1}(I_{o(m)}) =$

Minimalna [względem sterowania] amplituda napięcia wyprostowanego  $u_d$

$$\triangleright U_{d(m)\min} =$$

---

**ZADANIE 9\*\***

**NAPIĘCIE ZASILANIA STEROWNIKA – OSZACOWANIE MINIMUM**

Maksymalny [zadany] prąd średni

pobierany przez obwód pomocniczy układu  $U_1 \triangleright I_{R3(\text{av})\max} =$

Maksymalny [z rozrzutu] pobór prądu zasilania przez układ  $U_1 \triangleright I_{CC(\max),U1} =$



Całkowity ładunek dostarczany do bramki tranzystora  $T_1 \triangleright Q_{G(\text{tot})}(U_{GS}=U_{CC(\text{max})}) =$

Częstotliwość [zadana] przetączenia tranzystora  $T_1 \triangleright f_s =$

Częstotliwość napięcia wyprostowanego  $u_d \triangleright f_d =$

Ładunek pobierany z kondensatora  $C_3$  w przeciągu okresu  $T_d$

$\triangleright \Delta Q_{C_3} =$

Zmiana napięcia na kondensatorze  $C_3$  w przeciągu okresu  $T_d \triangleright \Delta u_{CC} =$

Czas przepływu prądu przez diodę  $D_1$  w każdym okresie  $T_d$

$\triangleright \Delta t_{\text{cond},D_1} =$

Wartość maksymalna prądu diody  $D_1 \triangleright I_{D1(m)} =$

Spadek potencjału na diodzie  $D_1$  przy maksimum prądu  $\triangleright U_{F,D_1}(I_{D1(m)}) =$

Minimalne [względem sterowania] napięcie zasilania sterownika

$\triangleright U_{CC(\text{min})} =$

Minimalny [względem sterowania] poziom wysoki  
napięcia wyjściowego generatora  $u_g \triangleright U_{GG(\text{on})\text{min}} =$

---

**ZADANIE 10**

**GENERATOR PRZEBIEGU PROSTOKĄTNEGO – OBLICZENIA**

Maksymalny [względem sterowania] prąd średni pobierany przez obwód pomocniczy generatora w zależności od parametrów obwodu (wzór)  $\triangleright I_{R3(av)max} =$

Maksymalny [zadany] prąd średni pobierany przez obwód pomocniczy generatora  $\triangleright I_{R3(av)max} =$

Minimalna [wymagana] rezystancja opornika  $R_3 \triangleright R_{3(min)} =$

Układ równań do obliczenia  $R_4$  i  $R_5 \nabla$

Rezystancja całkowita potencjometru  $R_4$  (wynik końcowy dokładny)  $\triangleright R_4 =$

Rezystancja opornika  $R_5$  (wynik końcowy dokładny)  $\triangleright R_5 =$

Wartości wyrównane do typoszeregu  $\triangleright [R_4] =$

$\triangleright [R_3] =$   $\triangleright [R_5] =$

Pojemność kondensatora  $C_4 \triangleright C_4 =$

Wartość wyrównana do typoszeregu  $\triangleright [C_4] =$

---

**ZADANIE 11**

**GENERATOR PRZEBIEGU PROSTOKĄTNEGO – WERYFIKACJA**

Załączyć wydruk uzupełnionego schematu. Numer załącznika  $\triangleright$

Parametry pracy układu ( $D$  – współczynnik wypełnienia przebiegu  $u_g$ ;  $f_p$  – częstotliwość przebiegu  $u_g$ ;  $I_{R3(av)}$  – średni prąd pobierany przez obwód pomocniczy generatora) ▽  
Załączyć wydruki przebiegów, na podstawie których wyznaczono podane wartości

$k$	$D$	$\Delta D$	$f_p$	$\Delta f_p / f_p$	$I_{R3(av)}$	Numer(y) załącznika(ów)
0						
0,5						
1						

Analiza pod kątem spełnienia założeń projektowych, ewentualne wprowadzone modyfikacje ▽

---

## ZADANIE 12

### OBWÓD BRAMKI TRANZYSTORA

Maksymalny [zadany] czas narastania dla tranzystora  $T_1$  ▷  $t_{r(max)} =$

ładunek bramka-dren ▷  $Q_{GD} =$

Poziom płaskiego odcinka charakterystyki ładunku bramki ▷  $U_{GS(pl)} =$

Maksymalna [wymagana] rezystancja opornika bramkowego

▷  $R_{G(max)} =$

Wartość wyrównana do typoszeregu  $\triangleright [R_G] =$

Prąd bramki na odcinku  
czasu narastania  $\triangleright I_G(t_r) =$

Prąd bramki na odcinku  
czasu opadania  $\triangleright I_G(t_f) =$

Wydajność prądowa wyjścia OUT układu  $U_1$

$\triangleright$  prąd wydawany  $I_{OUT(source)max} =$

prąd pochłaniany  $I_{OUT(sink)max} =$

Porównanie i wnioski dot. osiągalności czasów przetaczania  $\nabla$

Ewentualna modyfikacja projektu i przeliczenie wyników  $\nabla$

Ostateczny czas narastania  $\triangleright t_r =$

Ostateczny czas opadania  $\triangleright t_f =$

---

**ZADANIE 13**

**WYTRZYMAŁOŚĆ NAPIĘCIOWA TRANZYSTORA**

Maksymalne [w czasie w ramach okresu  $T_i$ ]  
napięcie na tranzystorze w stanie blokowania  $\triangleright U_{DS(off)} =$

Maksymalne [dopuszczalne] napięcie dren-źródło tranzystora  $T_1 \triangleright U_{DSS(rat)} =$

Warunek bezpiecznej pracy  $\triangleright U_{DSS(rat)} \geq$

Wniosek dot. zapewnienia bezpieczeństwa  $\triangleright$

---

**ZADANIE 14**

**MOC STRAT W TRANZYSTORZE**

Maksymalny [przewidywany] współczynnik wypełnienia  $\triangleright D_{max} =$

Rezystancja dren-źródło tranzystora  $T_1$  w stanie załączenia

$\triangleright R_{DS(on)}(T_{j(max)}) =$

Maksymalna [względem sterowania  $D$ ] amplituda [maksimum w czasie w ramach okresu  $T_i$ ]  
mocy czynnej [średniej za okres  $T_s$ ] strat statycznych

$\triangleright P_{D(stat)m,max} =$

Maksymalna [względem sterowania  $D$ ] amplituda [maksimum w czasie w ramach okresu  $T_i$ ] mocy czynnej [średniej za okres  $T_s$ ] strat dynamicznych

$$\triangleright P_{D(\text{dyn})m,\text{max}} =$$

Maksymalna [względem sterowania  $D$ ] amplituda [maksimum w czasie w ramach okresu  $T_i$ ] całkowitej mocy czynnej [średniej za okres  $T_s$ ] strat

$$\triangleright P_{D(m,\text{max})\text{wrk}} =$$

---

### ZADANIE 15

#### BEZPIECZEŃSTWO CIEPLNE TRANZYSTORA

Maksymalna [zakładana] temperatura otoczenia  $\triangleright T_{a(\text{max})} =$

Maksymalna [dopuszczalna] temperatura złącza dla tranzystora  $T_1 \triangleright T_{j(\text{max})} =$

Rezystancja termiczna złącze-otoczenie  
tranzystora  $T_1$  bez zewnętrznego radiatora  $\triangleright R_{\theta(j-a)} =$

Maksymalna [dopuszczalna] moc czynna strat w tranzystorze  $T_1$  bez zewnętrznego radiatora

$$\triangleright P_{D(\text{av,max})\text{adm}} =$$

Warunek bezpiecznej pracy (wzór)  $\triangleright$

Wniosek dot. zapewnienia bezpieczeństwa  $\triangleright$

---

**ZADANIE 16\*\***

**WARUNKI PRACY OBWODU STEROWANIA**

Zakres [szacowany] napięcia zasilania sterownika  $\triangleright$   $\leq U_{CC} \leq$

Zakres [zalecany] napięcia zasilania układu  $U_1$   $\triangleright$   $\leq U_{CC(rec),U1} \leq$

Porównanie i wnioski dot. warunków zasilania układu  $U_1$   $\triangleright$

Zakres [szacowany] poziomu wysokiego napięcia  $u_g$  sterującego bramką tranzystora  $T_1$   $\triangleright$   $\leq U_{GG(on)} \leq$

Zakres [z rozrzutu] napięcia progowego tranzystora  $T_1$   $\triangleright$   $\leq U_{GS(th)} \leq$

Porównanie i wnioski dot. poprawnego załączenia  $\triangleright$

Analiza punktu pracy tranzystora  $T_1$  dla  $U_{GS} = U_{GG(on)}$ ,  $I_D = I_{o(m)}$  pod kątem zakresu pracy i napięcia wyjściowego  $U_{DS(on)}$   $\nabla$

Maksymalne [dopuszczalne] napięcie bramka-źródło tranzystora  $T_1$   $\triangleright$   $U_{GS(max)rat} =$

Porównanie i wnioski dot. bezpieczeństwa bramki  $\triangleright$