

Ćwiczenie 15

Temat: Wzmacniacz w układzie Darlingtona.

Cel ćwiczenia

1. Poznanie zasady pracy układu Darlingtona.
2. Pomiar parametrów układu Darlingtona i użycie go w różnych aplikacjach sterowania.

INSTRUKCJA DO WYKONANIA ZADANIA

Przestrzegaj zasad BHP przy pomiarach elektrycznych. Zachowaj ostrożność w czasie ćwiczenia. Sprawdź stan elementów zastosowanych w ćwiczeniu oraz narzędzi.

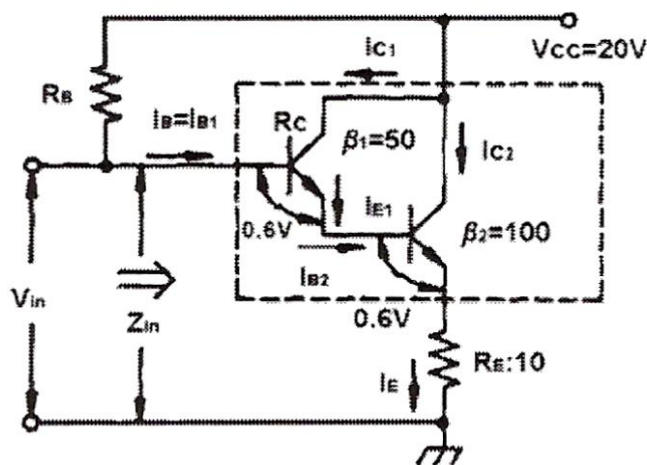
Własności układu Darlington są następujące:

Wzmocnienie prądowe jest bardzo duże,

Impedancja wejściowa jest bardzo duża.

Pracę układu Darlingtona przeanalizujemy poniżej:

1. Wzmacnianie prądu przez układ Darlingtona przedstawiono na rys. 6-5-1



Rys. 6-5-1 Układ Darlingtona

$$I_{C2} = \beta_2 * I_{E2} = \beta_2 I_{E1} = \beta_2 (1 + \beta_1) I_{B1} \approx \beta_2 * \beta_1$$

Z powyższego rysunku: $I_{C2}/I_{B1} \approx \beta = \beta_1 * \beta_2 = 50 * 100 = 5000$

Współczynnik wzmocnienia tego układu równy 5000 jest dużo większy niż współczynnik wzmocnienia 3 jednego tranzystora.

Impedancja wejściowa Z_{in} układu Darlingtona

Przykład: Jak przedstawiono na rys. 6-5-1 jeśli wartość prądu I_E ma być równa 1 A, to $Z_{in} = ?$

Rozwiązanie:

$$\beta = \beta_1 * \beta_2 = 50 * 100 = 5000$$

$$I_E = 1A, V_E = I_E * R_E = 10V$$

$$V_{in} = 0,6V + 0,6V + 10V = 11,2V$$

$$I_E = 1A$$

$$I_E \approx I_C = \beta * I_B = 5000 * I_B$$

$$I_B = 1A / 5000 = 0,2mA$$

$$Z_{in} = V_{in} / I_B = 11,2V / 0,2mA = 56k\Omega$$

Przybliżenie Z_{in} :

$$Z_{in} = R_E * \beta_1 * \beta_2$$

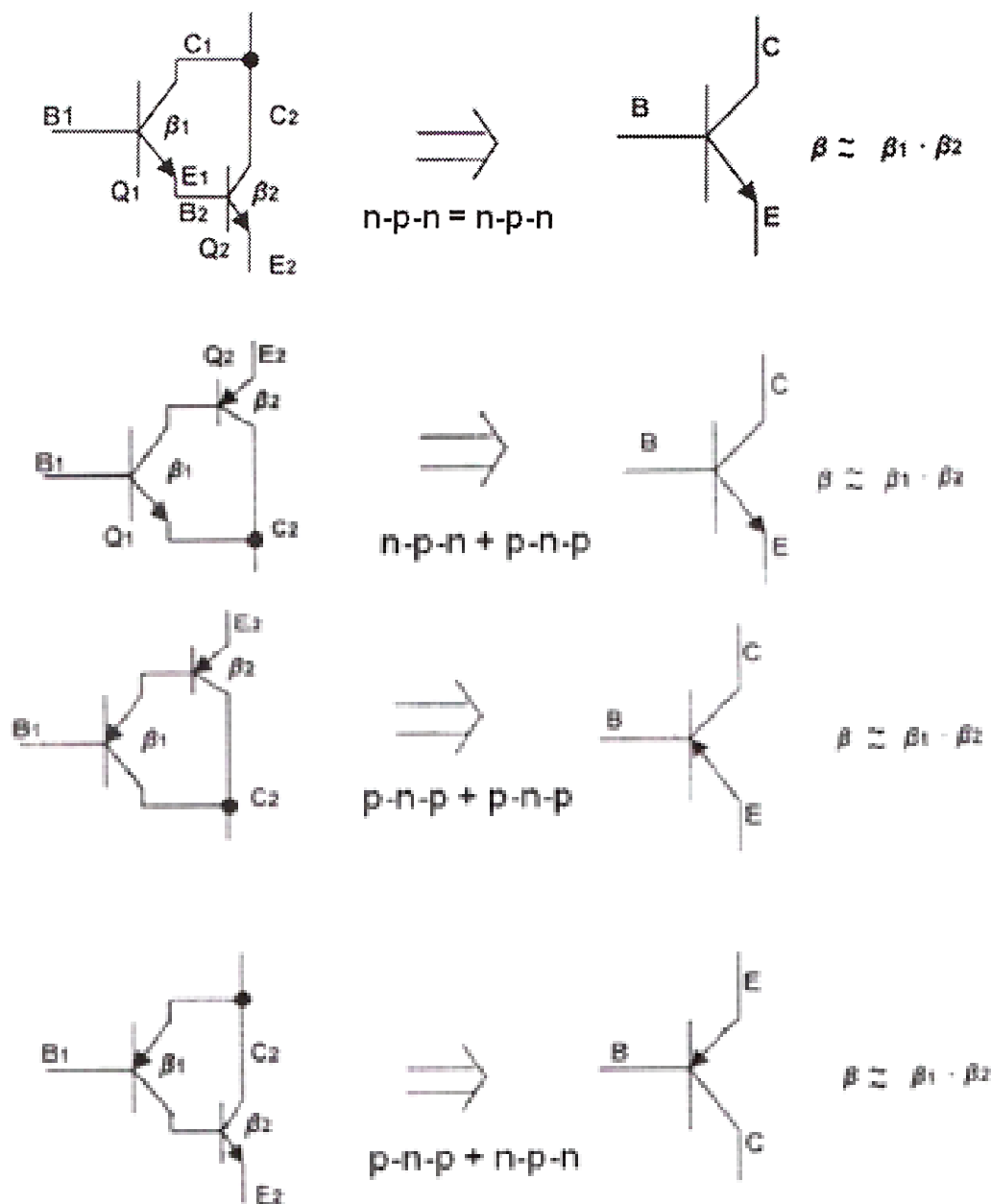
$$Z_{in} = 10\Omega * 50 * 100 = 50k\Omega$$

Z powyższej analizy można wyciągnąć następujące wnioski:

Wzmocnienie prądowe i impedancja wejściowa układu Darlingtona są dużo większe niż pojedynczego tranzystora

Używając różnego typu tranzystorów (n-p-n i p-n-p z rysunku 6-5-2) można zbudować cztery różne układy

Darlingtona. Aby otrzymać konfigurację Darlingtona można użyć do tego gotowego układu dostępnego w handlu (tranzystora Darlingtona”), lub zbudować ją samodzielnie zgodnie z rysunkiem 6-5-2.



Rys. 6-5-2 Cztery konfiguracje układu Darlingtona

NIEZBĘDNY SPRZĘT LABORATORYJNY

1. KL-22001 — podstawowy moduł edukacyjny z laboratorium układów elektrycznych
2. KL-25005 — moduł edukacyjny z układem FET
3. Multimetr

PROCEDURA

A. Pomiar podstawowych parametrów wzmacniacza Darlingtona

1. Ustawić moduł KL-25005 na module KL-22001 (moduł edukacyjny laboratorium z podstawowych układów elektrycznych), poczym zlokalizować blok a. Wykonać połączenia posługując się układem pomiarowym przedstawionym na rys 6-5-3 schematem montażowym przedstawionym na rysunku 6-5-4. Dołączyć do układu za pomocą przewodów potencjometr VR4. Do modułu KL-25005 doprowadzić napięcie stałe +12 V z zasilacza o napięciu ustawionym na stałe znajdującego się w module KL-22001.
2. Dołączyć amperomierze mierzące prądy I_B i I_C .
3. Ustawić potencjometr VR4 (1 MΩ) na maksimum. Zmierzyć i zapisać w tablicy 6-5-1 wartości prądów I_B i I_C i napięcia V_B .
4. Ustawić potencjometr VR4 tak, aby prąd I_C osiągnął swoją wartość maksymalną i odczytać na amperomierzu wartość I_C . Kręcąc potencjometrem w sposób ciągły w stronę dolnych wartości rezystancji obserwować, czy prąd I_C jednocześnie wzrasta.

5. Ustawić potencjometr VR4 (1 MΩ) na minimum. Zmierzyć i zapisać w tablicy 6-5-1 wartości prądów I_B i I_C i napięcia V_B .
6. Wypełnić tablicę 6-5-1 wartościami obliczonymi z poniższych wzorów:

$$A_i = (1 + \beta_1) \beta_2 = I_C / I_B$$

$$Z_i = V_B / I_B \approx ((1 + \beta_1) \beta_2 * R_E, \text{gdzie } R_E = 10 \Omega$$

VR4\Darlington

I_B

I_C

A_i

V_B

Z_i

VR4 -max

VR4-min

Rys. 6-5-3 Wzmacniacz Darlingtona

Rys. 6-5-4 Schemat montażowy (moduł KL-25003 blok c)

B Układ sterowany elementem fotoelektrycznym

1. Wykonać połączenia posługując się układem pomiarowym przedstawionym na rys. 6-5-5 i schematem montażowym przedstawionym na rysunku 6-5-6. Dołączyć do układu za pomocą przewodów potencjometr VR4.

2 Do modułu KL 25005 doprowadzić napięcie stałe +12V z zasilacza o napięciu ustawionym na stałe znajdującego się w module KL-22001,

3. Gdy fotorezystor (CDS) jest oświetlany, ustawić potencjometr VR4 (1 MΩ) w takiej pozycji, że przekaźnik wyłączy się. Zmierzyć zapisać w tablicy 6-5-2 wartości napięć V_B i V_C oraz prądu I_C .

4. Gdy fotorezystor (CDS) nie jest oświetlany, obserwować wartość prądu I_C i, czy przekaźnik włączy się. Zmierzyć i zapisać w tablicy 6-5-2 wartości napięć V_B i V_C oraz prądu I_C .

Tablica 6-5-2				
CDS\ Darlington	V_B	V_C	I_C	Stan przekaźnika
Oświetlony				
Nieoświetlony				

Rys. 6-5-5 Układ sterowany elementem fotoelektrycznym

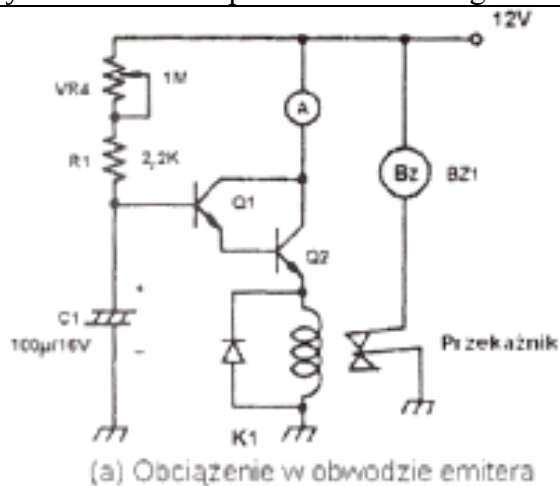
Rys. 6-5-6 Schemat montażowy (moduł KL-25003 blok c)

3

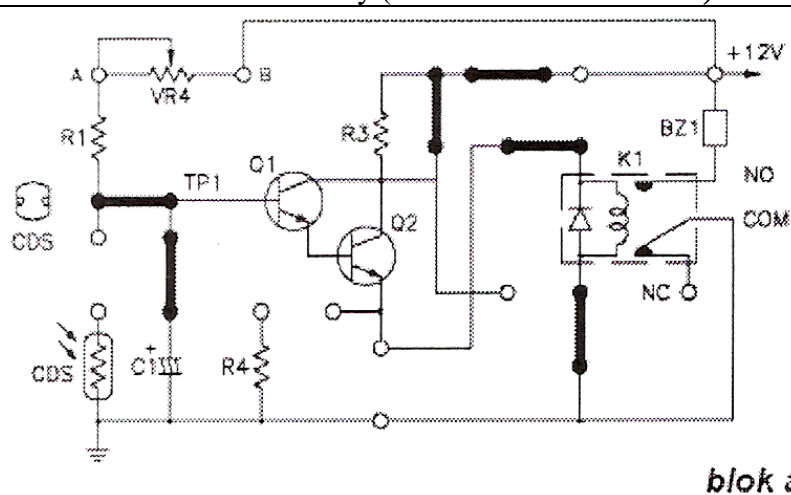
C Układ opóźnienia czasowego

1. Wykonać połączenia posługując się układem pomiarowym przedstawionym na rys. 6-5-7(a) i schematem montażowym przedstawionym na rysunku 6-5-8. Dołączyć do układu za pomocą przewodów potencjometr VR4. Do modułu KL 25005 doprowadzić napięcie stałe +12V z zasilacza o napięciu ustawionym na stałe znajdującego się w module KL-22001.
2. Ustawić potencjometr VR4 (1M Ω) na minimum. Włączyć zasilacz, a następnie obserwować, czy przekaźnik włączy się po kilkusekundowym opóźnieniu. Zmierzyć napięcie na wyprowadzeniach kondensatora C1, a następnie obserwować zmiany napięcia V_{C1} (jeśli przekaźnik nie jestysterowany, to napięcie V_{CC} może wzrosnąć do 14V).
3. Wyłączyć zasilacz, a następnie na krótki czas zewrzeć wyprowadzenia kondensatora C1 (rozładować go). Ustawić potencjometr VR4 (1M Ω) w środkowym położeniu, a następnie obserwować czas opóźnienia włączenia przekaźnika. Zmierzyć napięcie na wyprowadzeniach kondensatora C1, poczym obserwować zmiany napięcia V_{C1} .
4. Wykonać połączenia posługując się układem pomiarowym przedstawionym na rys. 6-5-7(b) i schematem montażowym przedstawionym na rysunku 6-5-9.
5. Powtórzyć kroki 2 i 3 niniejszej procedury.
6. Zapisując wartości czasów opóźnienia włączenia przekaźnika zaobserwować jednocześnie, czy czas opóźnienia zmieni się, gdy wartość potencjometru VR4 zostanie zmieniona ($\tau = RC$).
7. Zaobserwować, czy zmiana dołączenia przekaźnika do kolektora (układ przedstawiony na rys. 6-5-7(b), wpłynie na opóźnienie czasu sterowania przekaźnikiem.

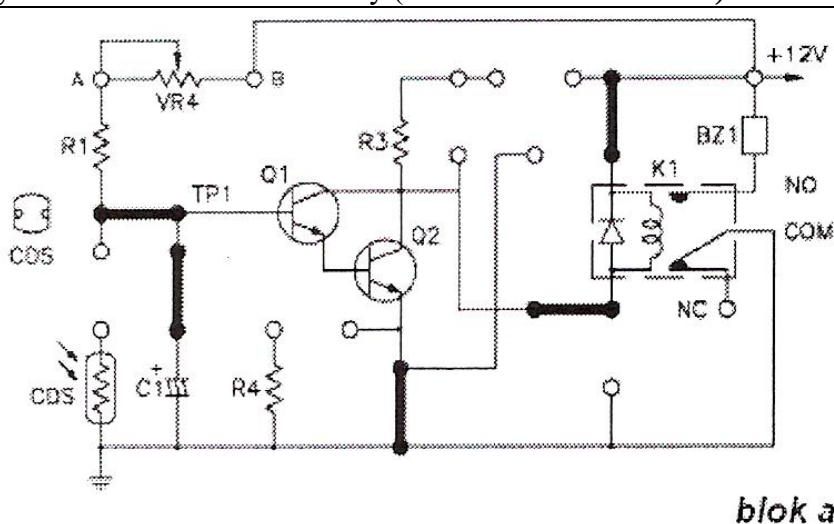
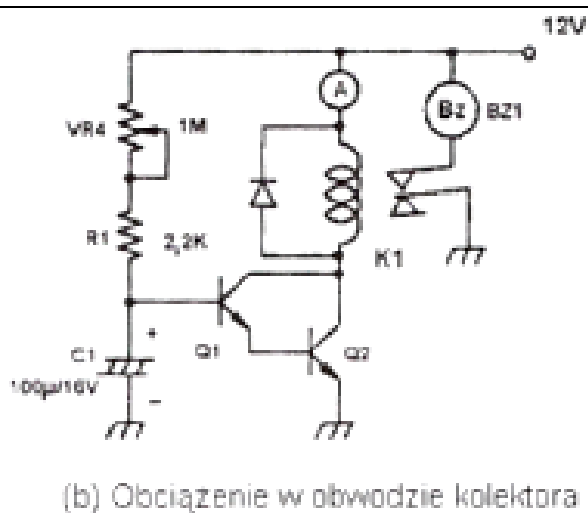
Rys. 6-5-7 Układ opóźnienia czasowego



Rys. 6-5-8 Schemat montażowy (moduł KL-25005 blok a)



Rys. 6-5-9 Schemat montażowy (moduł KL-25005 blok a)



PODSUMOWANIE

Układ Darlingtona lub para tranzystorów pracujących w układzie Darlingtona charakteryzuje się dużą impedancją wejściową oraz dużym wzmocnieniem prądowym. Elementy te stosuje się szeroko w układach sterowania takich jak sterownik przekaźnika, sterownik silnika krokowego czy sterownik silnika prądu stałego.

Zespół Szkół Mechanicznych w Namysłowie Pomiary elektryczne i elektroniczne	Imię i nazwisko			
Temat ćwiczenia: Wzmacniacz w układzie Darlingtona	Nr ćw 15	Klasa 2TZ	Grupa	Zespół
	Data wykonania	OCENY		
		Samooocena	Wykonanie	Ogólna

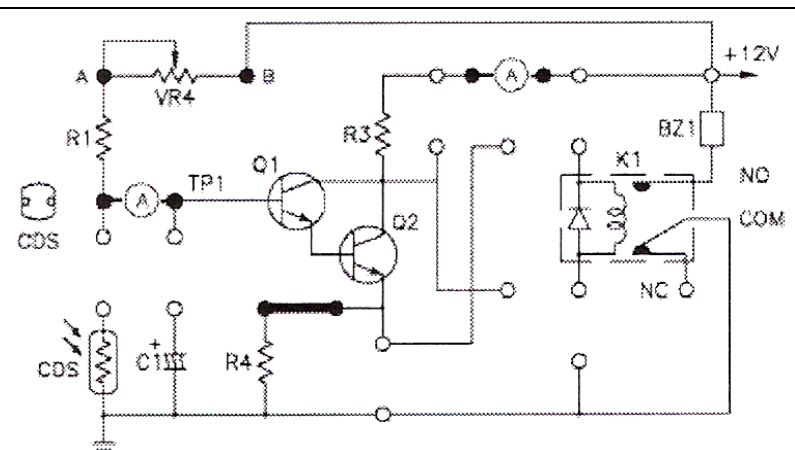
CEL ĆWICZENIA;

Wykaz materiałów

Wykaz narzędzi i sprzętu

Wykaz aparatury kontrolno-pomiarowej.

A. Pomiar podstawowych parametrów wzmacniacza Darlingtona

Narysować schemat potrzebny do wykonania zadania	Rys. 6-5-4 Schemat montażowy (moduł KL-25003 blok c)
	

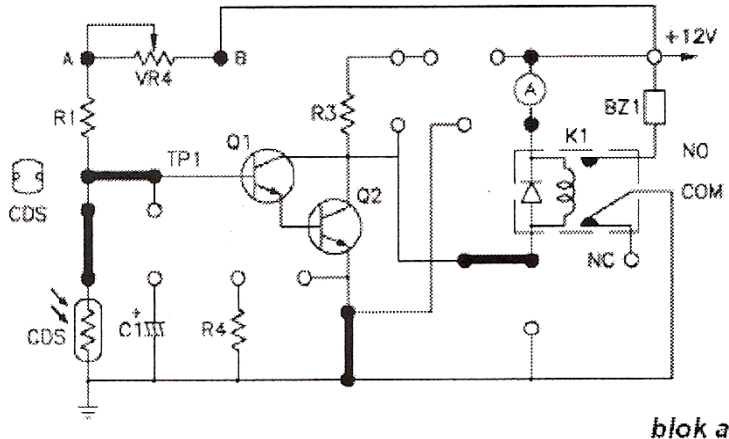
1. Ustawić moduł KL-25005 na module KL-22001 (moduł edukacyjny laboratorium z podstawowych układów elektrycznych), poczym zlokalizować blok a. Wykonać połączenia posługując się układem pomiarowym przedstawionym na rys 6-5-3 schematem montażowym przedstawionym na rysunku 6-5-4. Dołączyć do układu za pomocą przewodów potencjometr VR4. Do modułu KL-25005 doprowadzić napięcie stałe +12 V z zasilacza o napięciu ustawionym na stałe znajdującego się w module KL-22001.
2. Dołączyć amperomierze mierzące prądy I_B i I_C .
3. Ustawić potencjometr VR4 (1 MΩ) na maksimum. Zmierzyć i zapisać w tablicy 6-5-1 wartości prądów I_B i I_C i napięcia V_B .
4. Ustawić potencjometr VR4 tak, aby prąd I_C osiągnął swoją wartość maksymalną i odczytać na amperomierzu wartość I_C . Kręcąc potencjometrem w sposób ciągły w stronę dolnych wartości rezystancji obserwować, czy prąd I_C jednocześnie wzrasta.
5. Ustawić potencjometr VR4 (1 MΩ) na minimum. Zmierzyć i zapisać w tablicy 6-5-1 wartości prądów I_B i I_C i napięcia V_B .
6. Wypełnić tablicę 6-5-1 wartościami obliczonymi z poniższych wzorów: $A_i = (1 + \beta_1) \beta_2 = I_C / I_B$
 $Z_i = V_B / I_B \approx ((1 + \beta_1) \beta_2 * R_E)$, gdzie $R_E = 10 \Omega$

Tablica 6-5-1					
VR4\Darlington	I_B	I_C	A_i	V_B	Z_i
VR4 -max					
VR4-min					

B Układ sterowany elementem fotoelektrycznym

Narysować schemat potrzebny do wykonania zadania

Rys. 6-5-6 Schemat montażowy (moduł KL-25003 blok c)



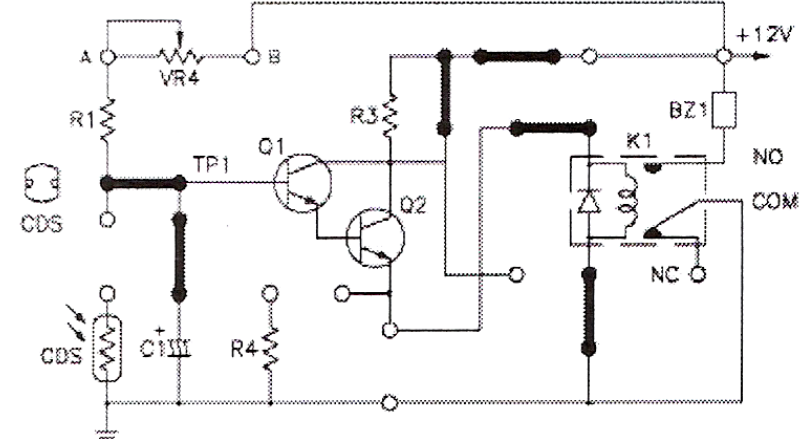
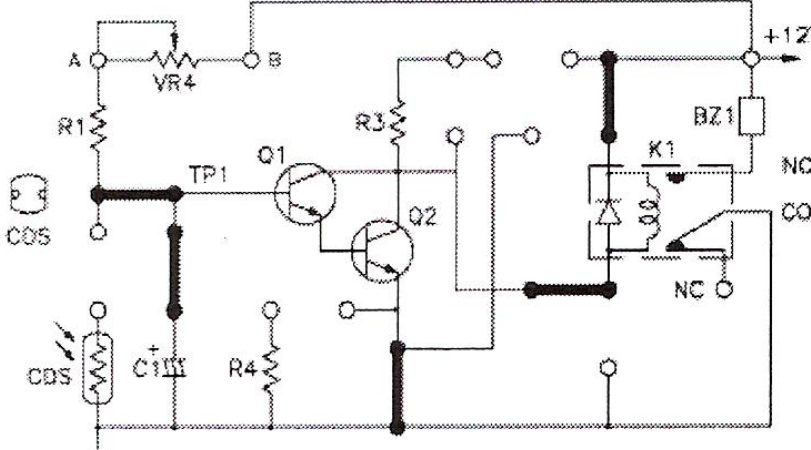
1. Wykonać połączenia posługując się układem pomiarowym przedstawionym na rys. 6-5-5 i schematem montażowym przedstawionym na rysunku 6-5-6. Dołączyć do układu za pomocą przewodów potencjometr VR4.
2. Do modułu KL 25005 doprowadzić napięcie stałe +12V z zasilacza o napięciu ustawionym na stałe znajdującego się w module KL-22001,
3. Gdy fotorezystor (CDS) jest oświetlany, ustawić potencjometr VR4 (1 MΩ) w takiej pozycji, że przekaźnik wyłączy się. Zmierzyć zapisać w tablicy 6-5-2 wartości napięć V_B i V_C oraz prądu I_C .
4. Gdy fotorezystor (CDS) nie jest oświetlany, obserwować wartość prądu I_C i, czy przekaźnik włącza się. Zmierzyć i zapisać w tablicy 6-5-2 wartości napięć V_B i V_C oraz prądu I_C .

Tablica 6-5-2

CDS \ Darlington	V_B	V_C	I_C	Stan przekaźnika
Oświetlony				
Nieoświetlony				

C Układ opóźnienia czasowego

1. Wykonać połączenia posługując się układem pomiarowym przedstawionym na rys. 6-5-7(a) i schematem montażowym przedstawionym na rysunku 6-5-8. Dołączyć do układu za pomocą przewodów potencjometr VR4. Do modułu KL 25005 doprowadzić napięcie stałe +12V z zasilacza o napięciu ustawionym na stałe znajdującego się w module KL-22001.
2. Ustawić potencjometr VR4 (1MΩ) na minimum. Włączyć zasilacz, a następnie obserwować, czy przekaźnik włączy się po kilkusekundowym opóźnieniu. Zmierzyć napięcie na wyprowadzeniach kondensatora C1, a następnie obserwować zmiany napięcia V_{C1} (jeśli przekaźnik nie jest wysterowany, to napięcie V_{CC} może wzrosnąć do 14V).
3. Wyłączyć zasilacz, a następnie na krótki czas zewrzeć wyprowadzenia kondensatora C1 (rozładować go). Ustawić potencjometr VR4 (1MΩ) w środkowym położeniu, a następnie obserwować czas opóźnienia włączenia przekaźnika. Zmierzyć napięcie na wyprowadzeniach kondensatora C1, poczym obserwować zmiany napięcia V_{C1} .
4. Wykonać połączenia posługując się układem pomiarowym przedstawionym na rys. 6-5-7(b) i schematem montażowym przedstawionym na rysunku 6-5-9.
5. Powtórzyć kroki 2 i 3 niniejszej procedury.
6. Zapisując wartości czasów opóźnienia włączenia przekaźnika zaobserwować jednocześnie, czy czas opóźnienia zmieni się, gdy wartość potencjometru VR4 zostanie zmieniona ($\tau = RC$).
7. Zaobserwować, czy zmiana dołączenia przekaźnika do kolektora (układ przedstawiony na rys. 6-5-7(b), wpłynie na opóźnienie czasu sterowania przekaźnikiem.

Narysować schemat potrzebny do wykonania zadania	Rys. 6-5-8 Schemat montażowy (moduł KL-25005 blok a)
	 <i>blok a</i>
Narysować schemat potrzebny do wykonania zadania	Rys. 6-5-9 Schemat montażowy (moduł KL-25005 blok a)
	 <i>blok a</i>

WNIOSKI I SPOSTRZEŻENIA