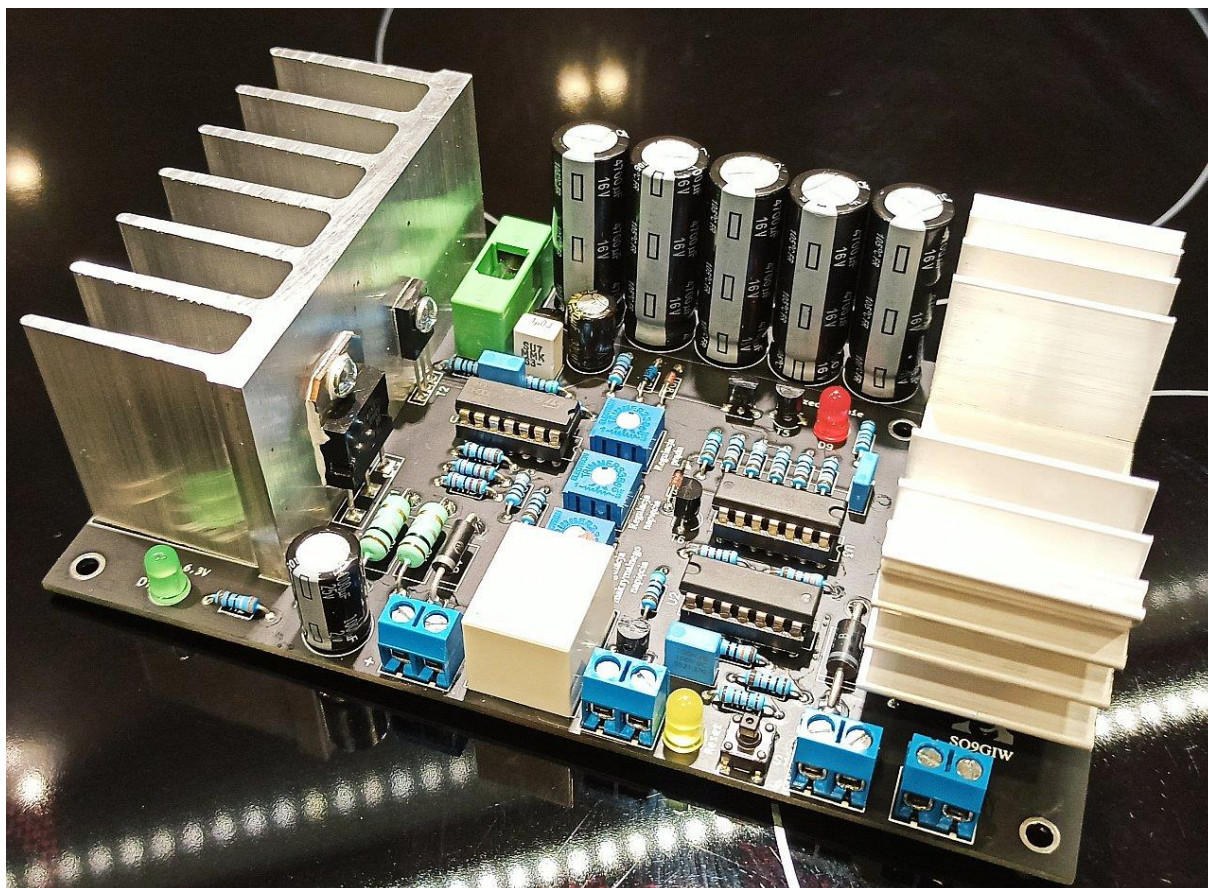


Stabilizowany zasilacz żarzenia 6,3V do 5A z łagodnym narastaniem napięcia.



SQ9GIW.

Włókna żarzenia lamp elektronowych zazwyczaj są zasilane napięciem przemiennym, pobieranym bezpośrednio z uzwojenia wtórnego transformatora. Dziś w dobie wszechobecnej fotowoltaiki i związanych z nią dużych wahań napięcia sieci 230 V_{ac} , może dochodzić do poważnych problemów z prawidłowym zasilaniem grzałek lamp elektronowych zmniejszając ich wydajność oraz skracając znacznie czas ich „życia”. Ponadto bezpośrednie zasilanie grzejników z transformatora, szczególnie stopni wejściowych wzmacniacza (przedwzmacniacza) często objawia się zwiększonym szumem jak i wyraźnie słyszalnym w zestawach głośnikowych czy słuchawkach tzw. brumem, czyli przydźwiękiem sieciowym 50 Hz.

Po udanej konstrukcji stabilizowanego zasilacza anodowego HV 110 – 350 V_{dc} występującego również pod postacią [KIT'u AVT3296](#) narodził się pomysł na stworzenie wysokiej klasy zasilacza żarzenia lamp elektronowych. W efekcie czego po pewnym czasie powstał niżej opisany układ o następujących parametrach.

Dane techniczne:

Napięcie wyjściowe: 6,3 V (regulowane 6-7 V)

Prąd wyjściowy: do 5 A (zabezpieczenie regulowane 1-5,5 A)

Reakcja zabezpieczenia przeciążeniowego: 75 μs (0,000075 s)

Całkowita odporność na zwarcie zacisków wyjściowych

Napięcie wejściowe: 9 V_{ac} dla $I \leq 3\text{ A}$ lub 10 V_{ac} dla $I > 3\text{ A}$

Czas narastania napięcia: 35 s do 6,3 V (7 V).

Zabezpieczenie nadnapięciowe: 7,5 V

Tętnienia przy 5 A $U_{we} = 10\text{ V}_{ac}$: 250 μV_{rms} (0,00025 V_{rms})

Tętnienia przy 3 A $U_{we} = 9\text{ V}_{ac}$: 200 μV_{rms} (0,0002 V_{rms})

Temperatura radiatora stopnia mocy: max 95°C przy $I_{obc} = 5\text{ A}$ $U_{we} = 10\text{ V}_{ac}$ $U_{wy} = 6,4\text{ V}$

Temperatura radiatora stopnia mocy: max 70°C przy $I_{obc} = 3\text{ A}$ $U_{we} = 9\text{ V}_{ac}$ $U_{wy} = 6,4\text{ V}$

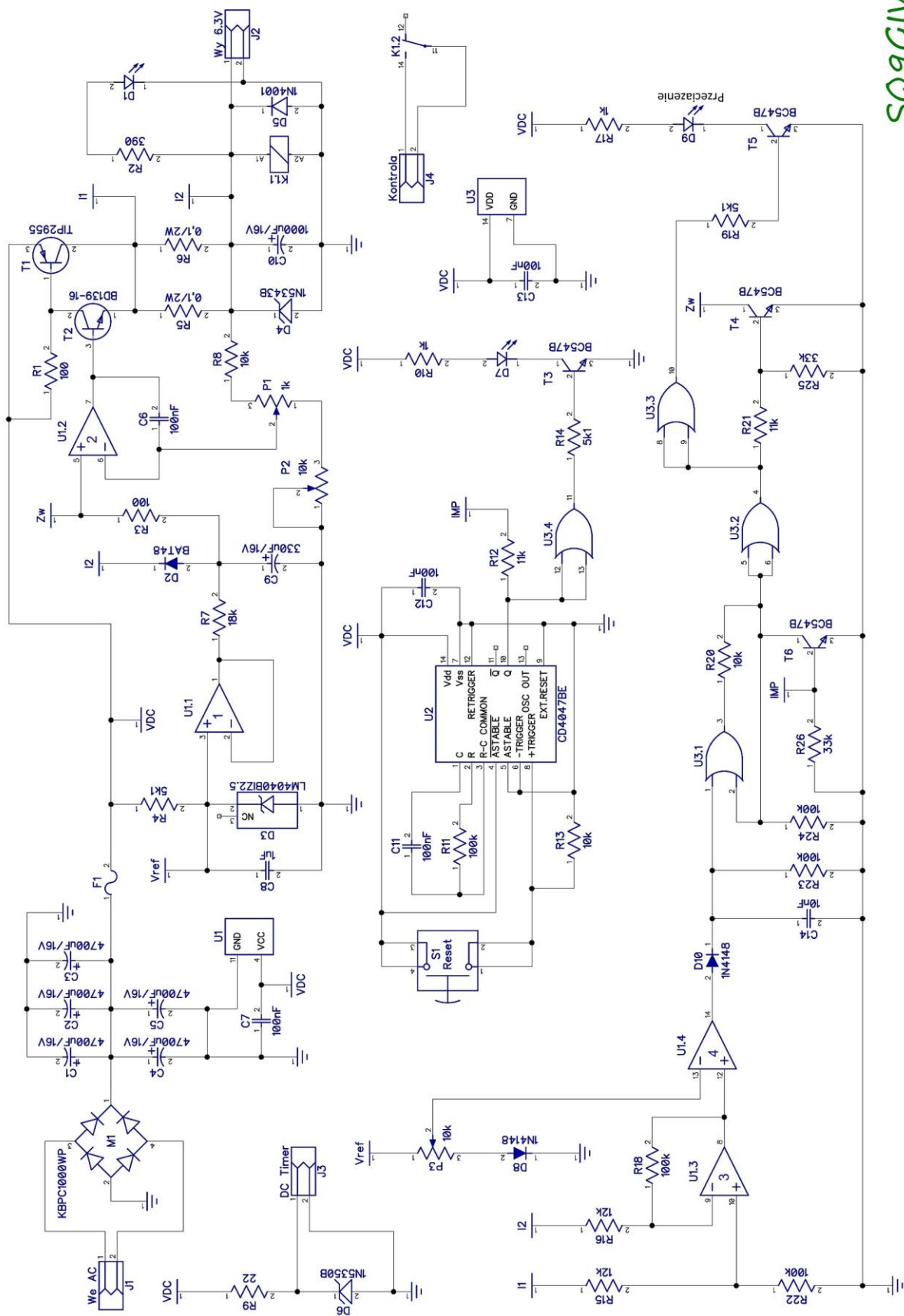
Temperatura radiatora mostka prostowniczego: max 85°C przy $I_{obc} = 5\text{ A}$

Temperatura radiatora mostka prostowniczego: max 60°C przy $I_{obc} = 3\text{ A}$

Współpraca z zasilaczem anodowym HV - [AVT3296](#)

Wymiary: 150 x 90 x 45 mm.

Stabilizowany zasilacz żarzenia 6,3V/do 5A z tagodnym narastaniem napięcia.



SQ9GIW

Opis układu.

Opisywany zasilacz stabilizowany jest przeznaczony głównie do zasilania włókien żarzenia lamp elektronowych napięciem 6,3 V. Napięcie wyjściowe jest stabilizowane i doskonale odfiltrowane, co owocuje absolutnym brakiem przydźwięku sieciowego w głośnikach oraz innych zakłóceń pochodzących z sieci 230 V_{ac}. Dzięki bardzo skutecznej stabilizacji włókno żarzenia lampy elektronowej pracuje cały czas w komfortowych warunkach co przekłada się bezpośrednio na jej długi czas funkcjonowania.

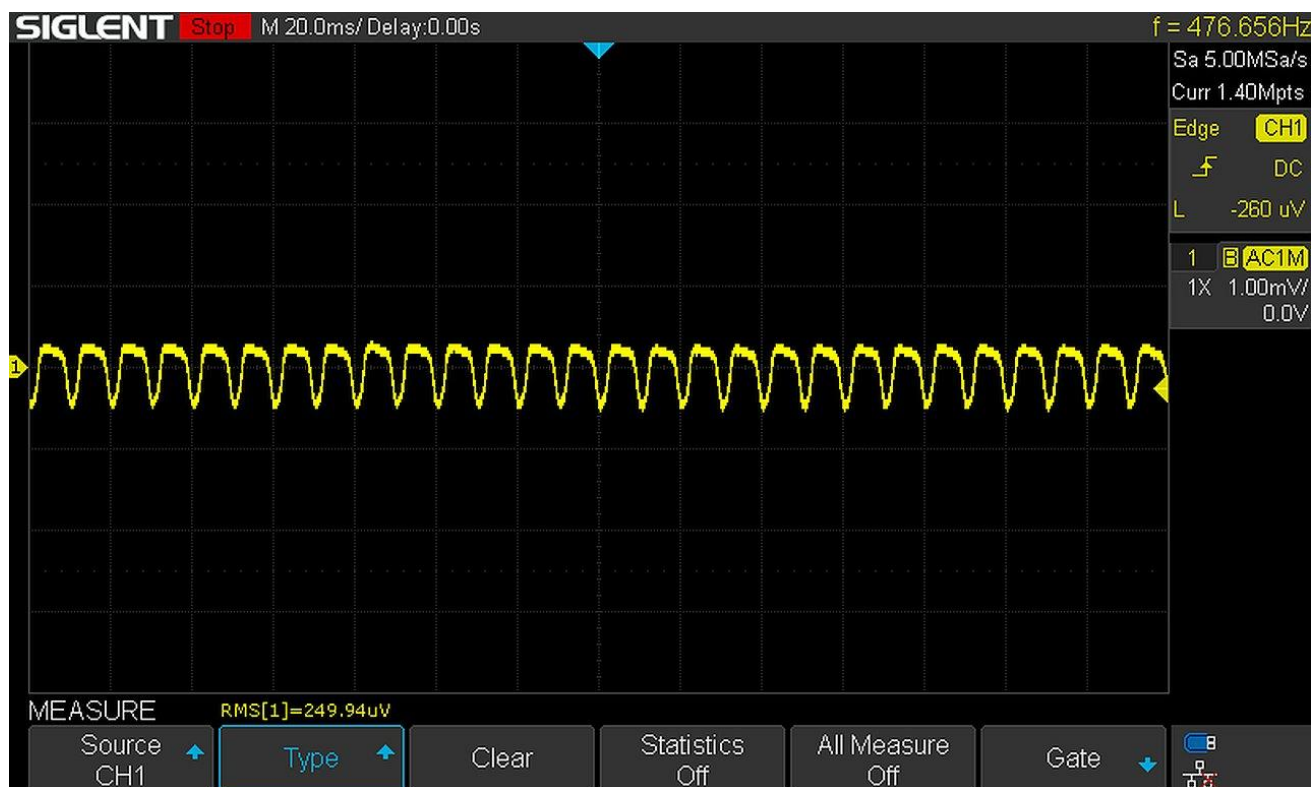
Aby maksymalnie wydłużyć czas „życia” coraz droższych lamp zasilacz po włączeniu realizuje funkcję powolnego narastania napięcia od 0 do 6,3 V. Krzywa narastania jest tak dobrana aby nie dochodziło do przekroczenia znamionowego prądu włókna żarzenia lampy (lamp). Inne spotykane na rynku zasilacze DC nie posiadają funkcji przeciwdarowej lub funkcja ta jest niepełna co po włączeniu wzmacniacza objawia się często widocznym tzw. „błyskaniem” lamp.

Na poniższym oscylogramie widać start zasilacza gdzie do jego wyjścia został podłączony żarnik lampy EL84. Fioletowa krzywa obrazuje narastanie napięcia a żółta prądu. Proszę zwrócić uwagę, iż jedna działka na osi X = 5s.



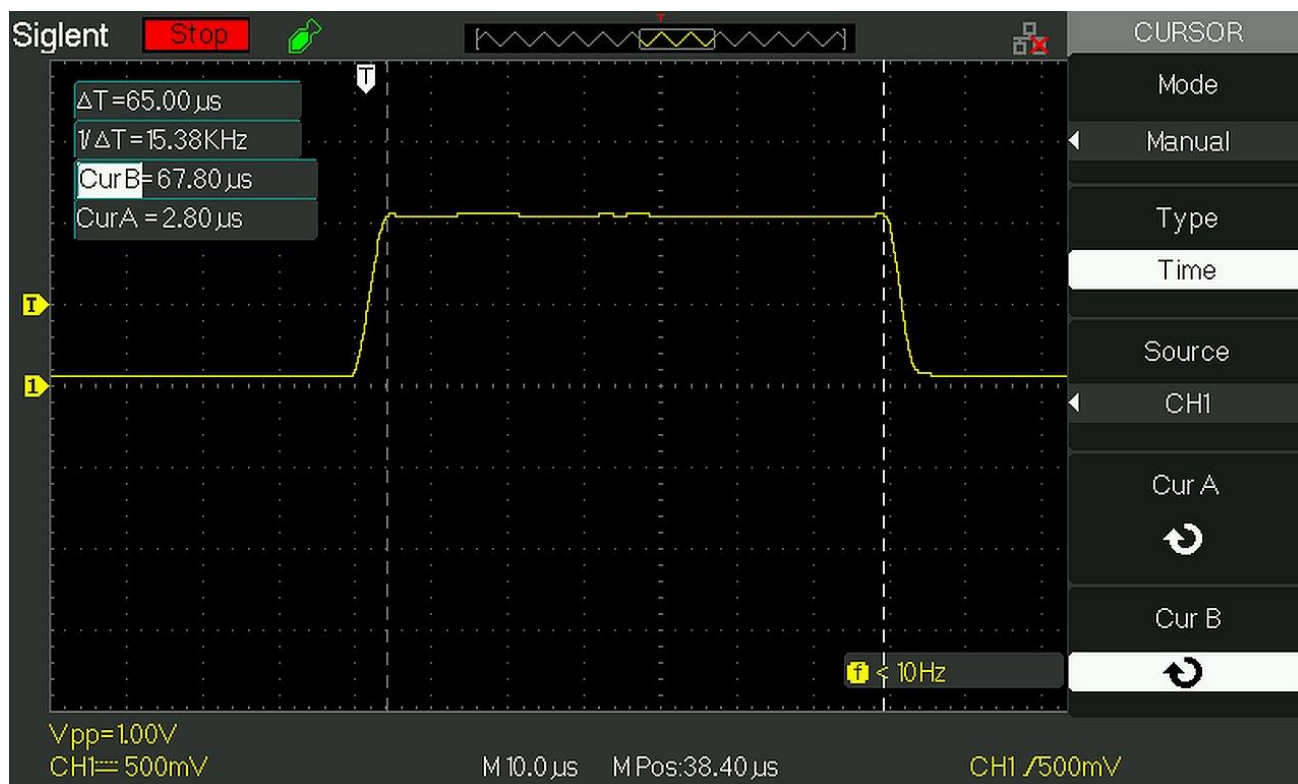
Opis układu zasilacza.

Podane na wejście J1 napięcie zmienne z uzwojenia wtórnego transformatora trafia na mostek prostowniczy M1 a następnie na filtr złożony z kondensatorów C1 – C5 o znacznej pojemności. Tak odfiltrowane napięcie podane zostaje za pośrednictwem bezpiecznika F1 na stopień mocy, którego podstawowym elementem czynnym jest tzw. para Sziklaiego złożona z tranzystorów T1 i T2. Takie kaskadowe połączenie tranzystorów NPN i PNP ma tę zaletę, iż para Sziklaiego wykonuje taką samą, podstawową funkcję jak para Darlingtona, z tym wyjątkiem, że wymaga jedynie około 0,7 V aby mogła się włączyć i podjąć poprawną pracę. Podobnie do standardowej konfiguracji Darlingtona, wzmacnienie prądowe jest równe β^2 dla identycznych tranzystorów lub wyraża się przez iloczyn dwóch wzmoceń prądowych dla różnych tranzystorów. Podstawową zaletą zastosowania w naszym układzie pary Sziklaiego jest znaczne ograniczenie wydzielania się mocy (ciepła), którą musimy rozproszyć za pomocą radiatora. Para Sziklaiego jest sterowana przez wzmacniacz operacyjny U1.2. Do jego wejścia nieodwracającego doprowadzone jest napięcie referencyjne uzyskiwane w precyzyjnym źródle napięcia odniesienia D3. Celem jeszcze większej poprawy parametrów zasilacza pomiędzy D3 a wejściem „+” U1.2 zastosowano dodatkowo nieodwracający wtórnik napięciowy U1.1, zwany też czasem buforem. Kondensator C9 wraz z rezystorem R7 odpowiada za kształt krzywej narastania napięcia na wyjściu zasilacza. Element C6 delikatnie osłabia działanie pętli dla przebiegów szybkozmiennych, co zapobiega wzbudzeniu się układu. Dzięki tak zrealizowanemu układowi stabilizacji zasilacz charakteryzuje się doskonałymi parametrami oraz znikomym poziomem tętnień napięcia wyjściowego, które pod maksymalnym ciągłym, dopuszczalnym obciążeniem równym 5 A wynoszą jedynie 250 μV_{rms} (0,00025 V_{rms}). Co prezentuje poniższy oscylogram.



Potencjometrem P2 ustawiamy maksymalne napięcie wyjściowe, które powinno wynosić 7 V. Natomiast potencjometrem P1 regulujemy już precyzyjnie napięcie wyjściowe zasilacza w zakresie 6 -7 V. Takie rozwiązanie pozwala nam skompensować spadki napięcia występujące na przewodach doprowadzających zasilanie do żarników lamp elektronowych. Dioda D4 pełni funkcję zabezpieczenia nadnapięciowego. Dioda LED zielona D1 informuje o prawidłowej pracy zasilacza.

Układ zabezpieczenia nadprądowego zrealizowano wykorzystując spadek napięcia występujący na równolegle połączonych rezystorach R5 i R6. Po jego wzmocnieniu przez wzmacniacz różnicowy zbudowany w oparciu o U1.3 (1/4 LM324) uzyskujemy na wyjściu U1.3 napięcie będące miarą prądu płynącego przez obciążenie zasilacza. W momencie gdy prąd ten przekroczy wartość krytyczną, ustawioną przez użytkownika za pomocą potencjometru P3, na wyjściu komparatora U1.4 pojawi się stan wysoki, który zostaje „zatrzaśnięty” w bramce U3.1 jednocześnie wyzwalając tranzystor T4, który z kolei zwiera wejście nieodwracające wzmacniacza błędów U1.2 do masy, w wyniku czego następuje natychmiastowe wyłączenie się pary Sziklaiego, tym samym odcinając napięcie na wyjściu zasilacza. Stan ten jest sygnalizowany zaświeceniem się diody LED czerwonej D9 – „Przeciążenie”. Czas reakcji układu zabezpieczenia przeciążeniowego (przeciw-zwarciovowego) jest bardzo krótki i wynosi około 75 μ s (czyli 0,000075 sekundy), co wyraźnie widać na poniższym oscylogramie.



Po usunięciu zwarcia i naciśnięciu przycisku S1 „Reset” dioda LED czerwona D9 gaśnie a zasilacz podejmuje normalną pracę, realizując oczywiście od nowa swoją podstawową funkcję powolnego narastania napięcia wyjściowego. Gdybyśmy jednak zapomnieli przed

zresetowaniem zasilacza usunąć zwarcie a S1 byłby podłączony bezpośrednio pomiędzy wejście bramki U3.2 a masę układu wówczas w niekorzystnych warunkach po dłuższym jego przytrzymaniu mogłoby dojść do przegrzania pary Sziklaiego zanim zdążyłby się przepalić bezpiecznik F1, co w efekcie końcowym doprowadziłoby do awarii zasilacza. Aby zapobiec ww. sytuacji zaprzęgnięto dodatkowo do pracy układ scalony U2 (CD4047), który po naciśnięciu S1 generuje jednakowo krótki impuls resetujący układ przeciążeniowy zasilacza bez znaczenia na czas jego wciśnięcia. Dioda LED żółta D7 wizualizuje działanie generatora. Tak zrealizowane zabezpieczenie przeciążeniowe czyni nasz zasilacz całkowicie odpornym na zwarcie zacisków wyjściowych.

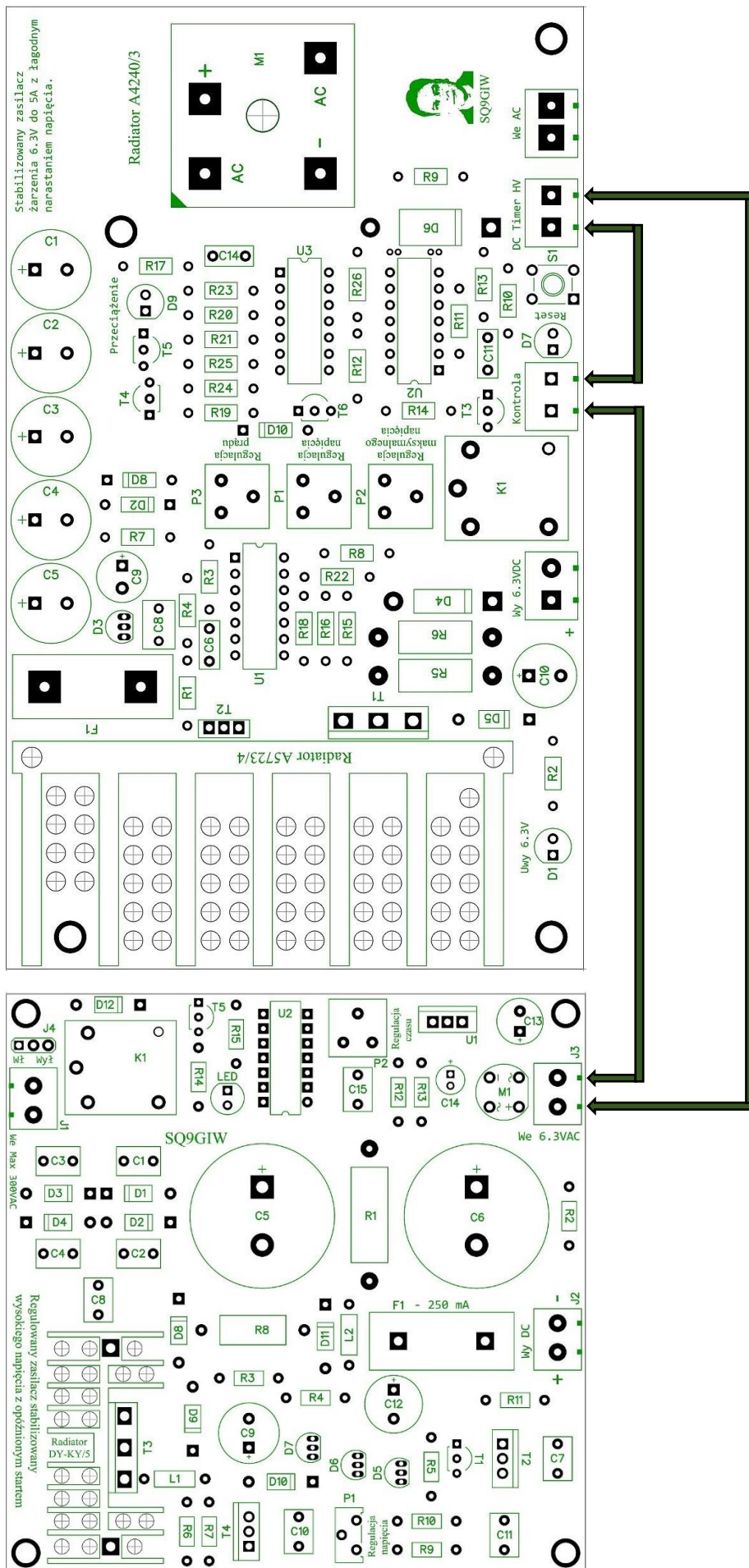
Aby ograniczyć wydzielaną moc w stopniu czynnym zasilacza (para Sziklaiego) i jednocześnie utrzymać wysokie parametry stabilizacji warto zastosować transformator sieciowy o odpowiednich parametrach w stosunku do przewidywanego, maksymalnego poboru prądu z zasilacza. Napięcie uzwojenia wtórnego transformatora powinno wynosić $9 V_{ac}$ gdy pobór prądu z zasilacza będzie wynosił nie więcej aniżeli 3 A. Oraz $10 V_{ac}$ gdy prąd ten będzie miał wartość powyżej 3 A. Dla ułatwienia wyboru właściwego transformatora sieciowego, bezpiecznika F1 oraz nastawy układu przeciążeniowego poniżej znajduje się przykład oraz tabela w której zamieszczono rzeczywiste wyniki pomiarów układu. **Dopuszczalne maksymalne napięcie wejściowe nie powinno przekraczać $11 V_{ac}$.**

Przykład

Przewidywany pobór prądu z zasilacza będzie wynosił 3,3 A. W zaokrągleniu w górę przyjmujemy 3,5 A. Wybieramy transformator sieciowy - Uzwojenie pierwotne: $230 V_{ac}$ Uzwojenie wtórne: $10 V_{ac} / 6 A$. [Np. TTS0060](#). Bezpiecznik F1 powinien mieć wartość 3,5 A.

Tabela doboru transformatora sieciowego dla zasilacza żarzenia.						
Pobór prądu z zasilacza do	Nap. Uz. Pierw.	Nap. Uz. Wtórnego	Prąd Uz. Wtórnego	Moc VA	Nastawa P3	Bezpiecznik F1
0,5 A	$230 V_{ac}$	$9 V_{ac}$	1,3 A	11,7	1,0 A	0,5 A
1,0 A	$230 V_{ac}$	$9 V_{ac}$	2,0 A	18,0	1,5 A	1,0 A
1,5 A	$230 V_{ac}$	$9 V_{ac}$	2,9 A	26,1	2,0 A	1,6 A
2,0 A	$230 V_{ac}$	$9 V_{ac}$	3,6 A	32,4	2,5 A	2,0 A
2,5 A	$230 V_{ac}$	$9 V_{ac}$	4,3 A	38,7	3,0 A	2,5 A
3,0 A	$230 V_{ac}$	$9 V_{ac}$	5,0 A	45,0	3,5 A	3,0 A
3,5 A	$230 V_{ac}$	$10 V_{ac}$	5,8 A	58,0	4,0 A	3,5 A
4,0 A	$230 V_{ac}$	$10 V_{ac}$	6,5 A	65,0	4,5 A	4,0 A
4,5 A	$230 V_{ac}$	$10 V_{ac}$	7,2 A	72,0	5,0 A	5,0 A
5,0 A	$230 V_{ac}$	$10 V_{ac}$	7,8 A	78,0	5,5 A	5,0 A

Uwagi jeszcze wymaga omówienie złącza J3 „DC Timer HV” oraz J4 „Kontrola”. Podczas normalnej pracy zasilacza przekaźnik K1 jest zadziałany a jego styki K1.2 dostępne właśnie na złączu J4 są zwarte. W przypadku zaniku napięcia 6,3 V przekaźnik puszcza i złącze J4 zostaje rozwarte. Złącze J4 możemy np. wykorzystać do natychmiastowego wyłączenia napięcia anodowego AC w przypadku zaniku zasilania żarzenia. Lub w dowolnym innym celu. Złącze J3 „DC Timer HV” służy do zasilania układu opóźnionego załączania napięcia anodowego występującego w [„Anodowy zasilacz stabilizowany AVT3296”](#).

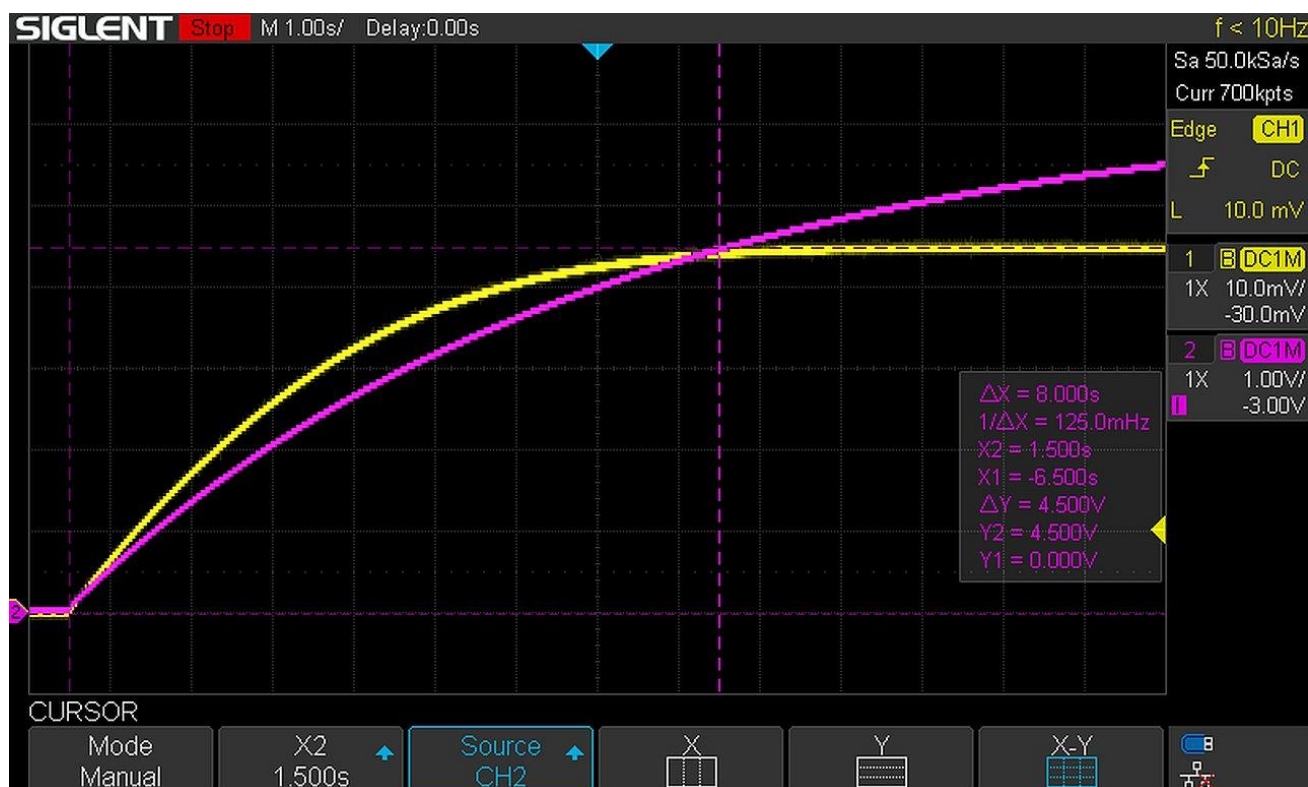


Jak już wcześniej wspomniano opisywany tutaj zasilacz żarzenia z powodzeniem współpracuje z anodowym zasilaczem HV 110-350 V lamp elektronowych [AVT3296](#), tworząc w ten sposób wysokiej klasy kompletny blok zasilania wszelkich urządzeń zawierających lampy elektronowe. Na powyższym rysunku przedstawiono schemat blokowy połączenia obu modułów.

Przeanalizujmy jeszcze co się dzieje gdy układy pracują w tandemie zasilając np. wzmacniacz lampowy.

Załączamy nasz wzmacniacz głównym wyłącznikiem sieciowym 230 V_{ac}. Zasilanie trafia na transformator sieciowy a następnie na wejście AC zasilacza żarzenia i rozpoczyna się proces łagodnego rozgrzewania lamp elektronowych. Po osiągnięciu około 4,5 V następuje zadziałanie przekaźnika K1 i zwarcie jego styków dostępnych na złączu "Kontrola". W tym momencie startuje układ czasowy znajdujący się na PCB zasilacza anodowego, który po odmierzeniu czasu nastawionego przez użytkownika potencjometrem P2 wyzwala przekaźnik K1 zasilacza HV, który kolejno przez zwarcie swoich styków podaje "wysokie" napięcie na wejście stabilizatora HV i rozpoczyna się jego bez uderowy start zasilając nasz wzmacniacz napięciem anodowym. Pełne napięcie żarzenia 6,3 V pojawia się po 35 sekundach, więc napięcie anodowe powinno zostać podane nie wcześniej jak po 45 sekundach od załączenia wzmacniacza. Optymalny czas w tym przypadku to 60s. Ponadto układ jest tak skonstruowany, iż w przypadku chwilowego zaniku napięcia sieci 230 V_{ac} cała wyżej opisana sekwencja startu rozpoczyna się od nowa. Dzięki temu nasze lampy są bezpieczne i cały czas pracują w komfortowych warunkach. Ze względu na znaczne pojemności filtrujące występujące w obu zasilaczach zasadne jest stosowanie układu Soft Start po pierwotnej stronie transformatora bez znaczenia na jego moc.

Ciekawostka



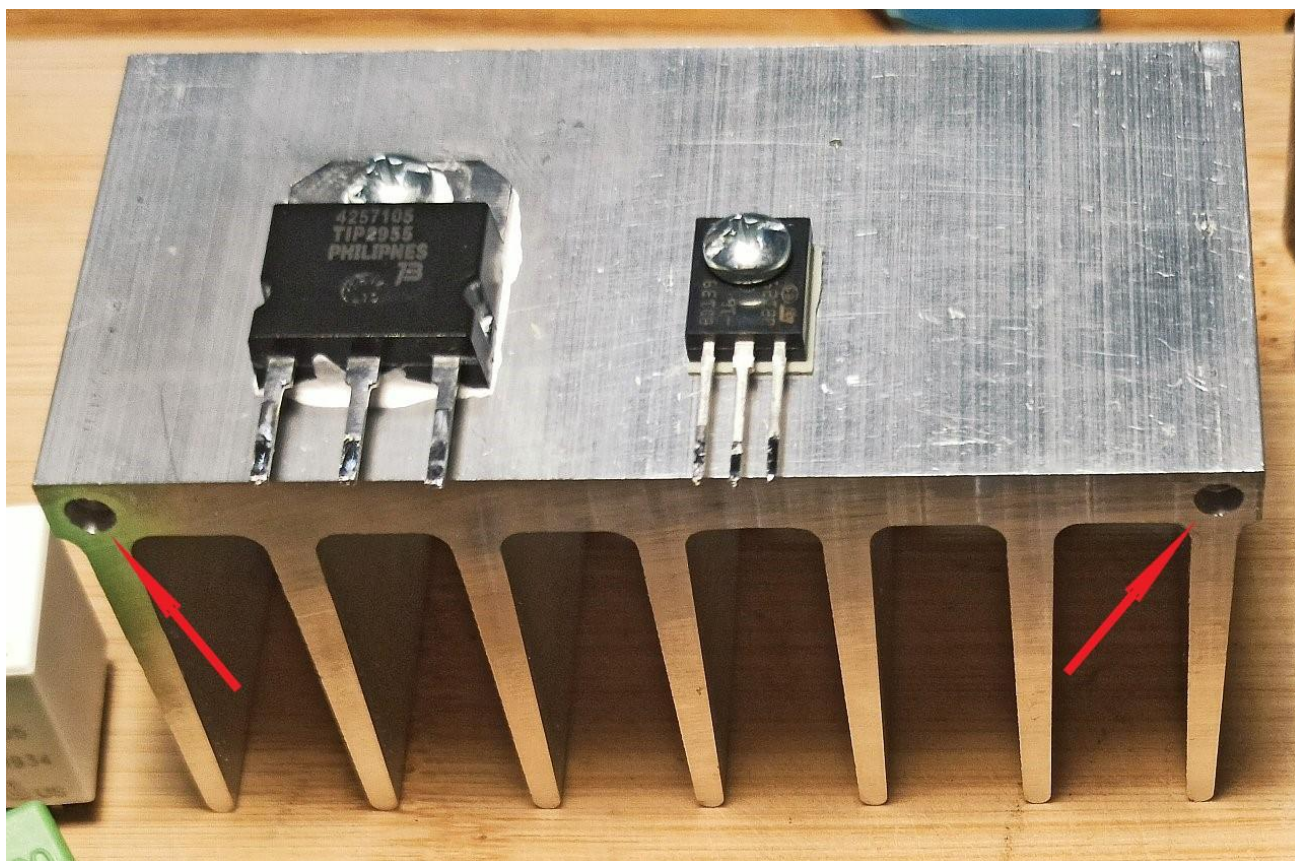
Powyższy oscylogram prezentuje zachowanie się włókna żarzenia lampy EL84 ze stajni Electro-Harmonix zasilanego przez nasz układ. Przebieg fioletowy to narastające napięcie a żółty prezentuje płynący prąd przez żarnik w funkcji czasu. Proszę zwrócić szczególną uwagę na punkt przecięcia się obu krzywych. Jak widać od ósmej sekundy prąd przestaje narastać pomimo, iż napięcie nadal łagodnie podąża do docelowej wartości 6,3 V.

Montaż układu.

W zestawie znajdują się wszystkie elementy potrzebne do montażu zasilacza włącznie z radiatorami. Są to markowe oryginalne elementy takich firm jak: Panasonic, TDK-Epcos, Vishay, Bourns, Texas Instruments, Omron, Relpol, Wima, Kemet, itp. Dzięki temu możemy mieć pewność, iż nasz zasilacz będzie nam służył bezawaryjnie przez wiele lat. Na samym początku wskazane jest posegregowanie elementów aby nie doszło do pomyłki podczas montażu. Np. wlutowania rezystora o innej wartości a niżeli właściwa, ponieważ ewentualny lapsus może spowodować niepoprawną pracę zasilacza, a nawet jego awarię. Tym bardziej, iż wszystkie rezystory występujące w zestawie są z typoszeregu E96 o tolerancji 1% a co za tym idzie do ich oznaczenia został użyty kod pięcio-paskowy. Wyjątkiem są tu dwa rezystory mocy R5; R6. Są to rezystory drutowe firmy Royal Ohm w specjalnej obudowie odpornej na wysoką temperaturę.

Przede wszystkim **nie montujemy diody Zenera D4 !!!** Pełni ona wraz z bezpiecznikiem F1 bardzo ważną funkcję zabezpieczenia nadnapięciowego. Wlutowujemy ją na samym końcu, już po uruchomieniu zasilacza.

Montaż warto rozpocząć od drobnych prac ślusarskich, a mianowicie od przygotowania radiatorów.

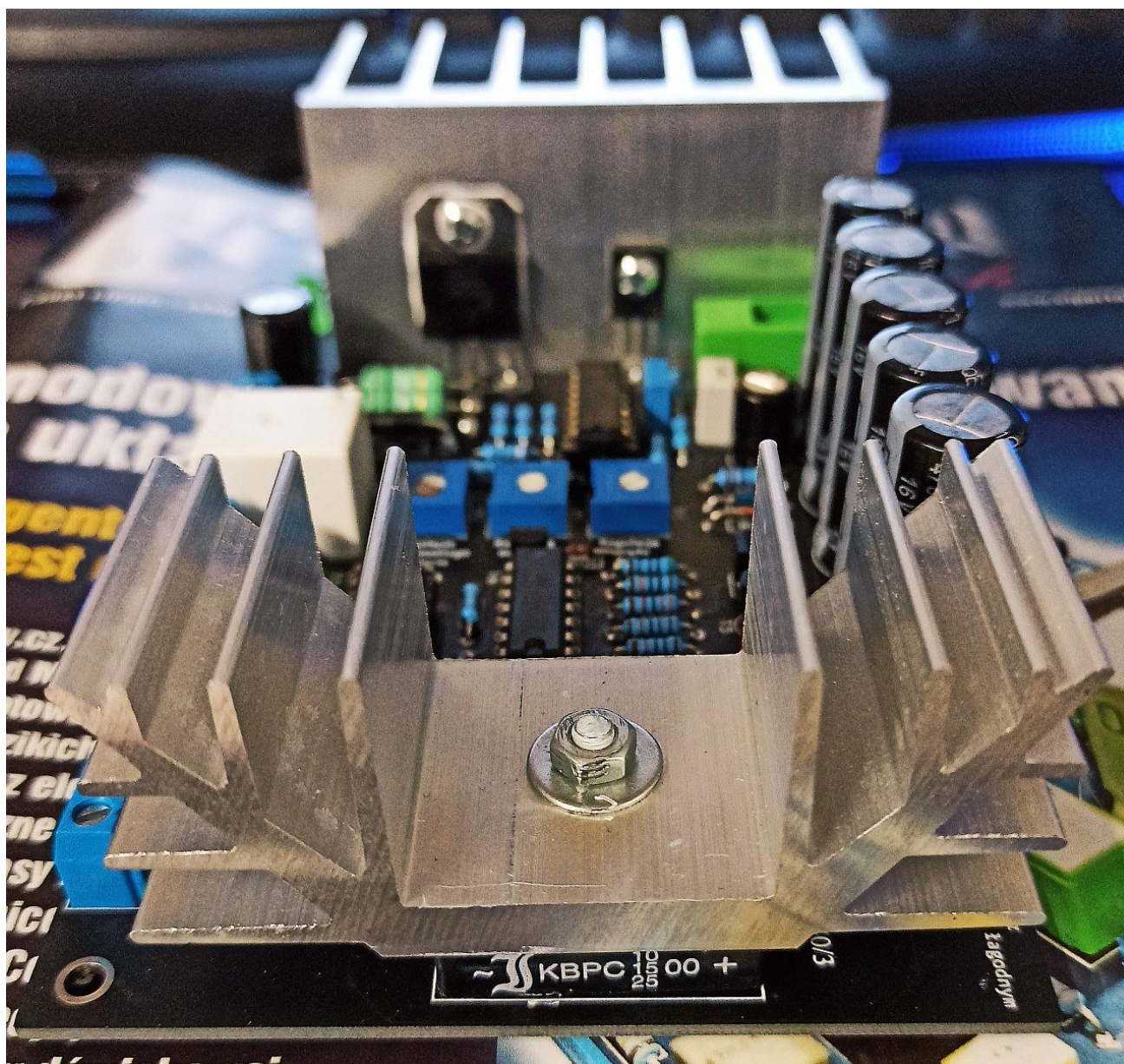


W pierwszej kolejności wykonujemy otwory w dolnej części radiatora pod gwint M3, można również zastosować wkręty WWP2995 (w zestawie) wówczas nie musimy gwintować otworów, które są nieprzelotowe. Otwory te służą do trwałego zamocowania radiatora na PCB.

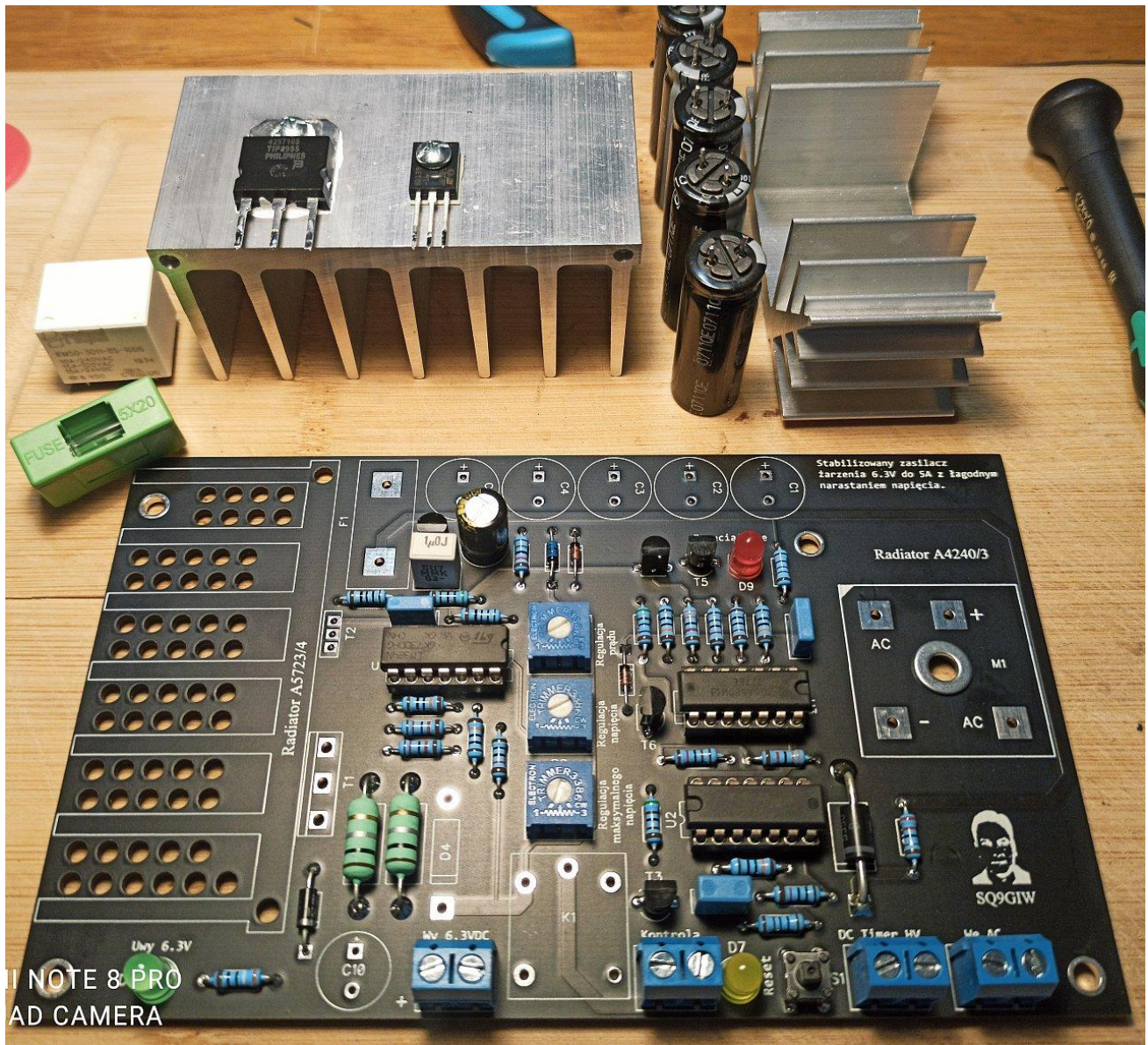
Teraz wyznaczamy otwory pod T1 i T2 i wiercimy wiertłem 2,5 mm. Nawiercone otwory gwintujemy pod śruby M3. Po wykonaniu ww. prac obsadzamy na radiatorze tranzystor T1 pokrywając go uprzednio pastą termoprzewodzącą w celu jak najlepszego kontaktu termicznego z radiatorem. Następnie montujemy tranzystor T2 używając dielektrycznej podkładki termoprzewodzącej (w zestawie WK32 Fischer Elektronik).

Uwaga! Tranzystor T2 musi być bezwzględnie odizolowany galwanicznie od radiatora !!!

Następnie przechodzimy do przygotowania radiatora dla mostka prostowniczego M1. Centralnie w środku radiatora wykonujemy otwór o średnicy 4,2 – 4,5 mm. Do montażu całości użyjemy śruby M4 x 20 mm (w zestawie).



Po wykonaniu ww. prac odkładamy na bok obydwie radiatory i przystępujemy do montażu elementów na naszej płytce drukowanej. **Na razie nie montujemy mostka prostowniczego M1.** Zaczynamy standardowo od wlutowania najmniejszych elementów. W pierwszej kolejności warto przylutować po spodniej stronie PCB kondensatory SMD C7; C12 i C13. Montując rezystory mocy R5 i R6 nie zapominamy o około 3 mm dystansie pomiędzy PCB a obudowami rezystorów celem poprawy ich chłodzenia. Po obsadzeniu płytki drukowanej wszystkimi elementami starannie sprawdzamy poprawność montażu oraz zwracamy szczególną uwagę czy przypadkiem nie wlutowaliśmy od razu diody Zenera D4.



Teraz możemy przejść do montażu mostka M1 wraz z radiatorem. W celu uniknięcia powstania niepożądanych naprężeń, pomiędzy PCB a mostkiem umieszczamy małą podkładkę M4 i dopiero wówczas mocno lecz z wyczuciem skręcamy całość na tzw. kanapkę, nie zapominając uprzednio o nałożeniu pasty termoprzewodzącej na mostek prostowniczy. I dopiero teraz lutujemy wyprowadzenia mostka M1.



Uruchomienie zasilacza.

Przed podaniem napięcia sprawdzamy dokładnie poprawność montażu. Następnie ustawiamy potencjometr P3 „Regulacja prądu” na godzinę 12. Co odpowiada ograniczeniu około 2,7 A. Potencjometr P1 „Regulacja napięcia” skręcamy maksymalnie w prawo. Potencjometr P2 „Regulacja maksymalnego napięcia” ustawiamy również na godzinę 12. Do wyjścia zasilacza podłączamy woltomierz i podajemy napięcie z uzwojenia wtórnego transformatora na zaciski J1 „We AC”. **Pamiętając aby jego wartość nie była większa aniżeli 11 V_{ac}. Doprowadzając wyższe napięcie na wejście układu może dojść do uszkodzenia kondensatorów C1 – C5!**

Po włączeniu zasilacza na woltomierzu zaobserwujemy narastające napięcie. Czekamy około jednej minuty, po tym czasie woltomierz powinien już pokazywać stałą wartość napięcia. Teraz regulując ostrożnie potencjometrem P2 „Regulacja maksymalnego napięcia” ustawiamy wartość 7,0 V. Następnie sprawdzamy zakres regulacji napięcia wyjściowego za pomocą potencjometru P1 „Regulacja napięcia”, który powinien mieścić się w przedziale od około 6 do 7 V. Jeżeli wszystko się zgadza zabezpieczamy potencjometr P2 przed przypadkową zmianą nastawy za pomocą np. kropli lakieru.

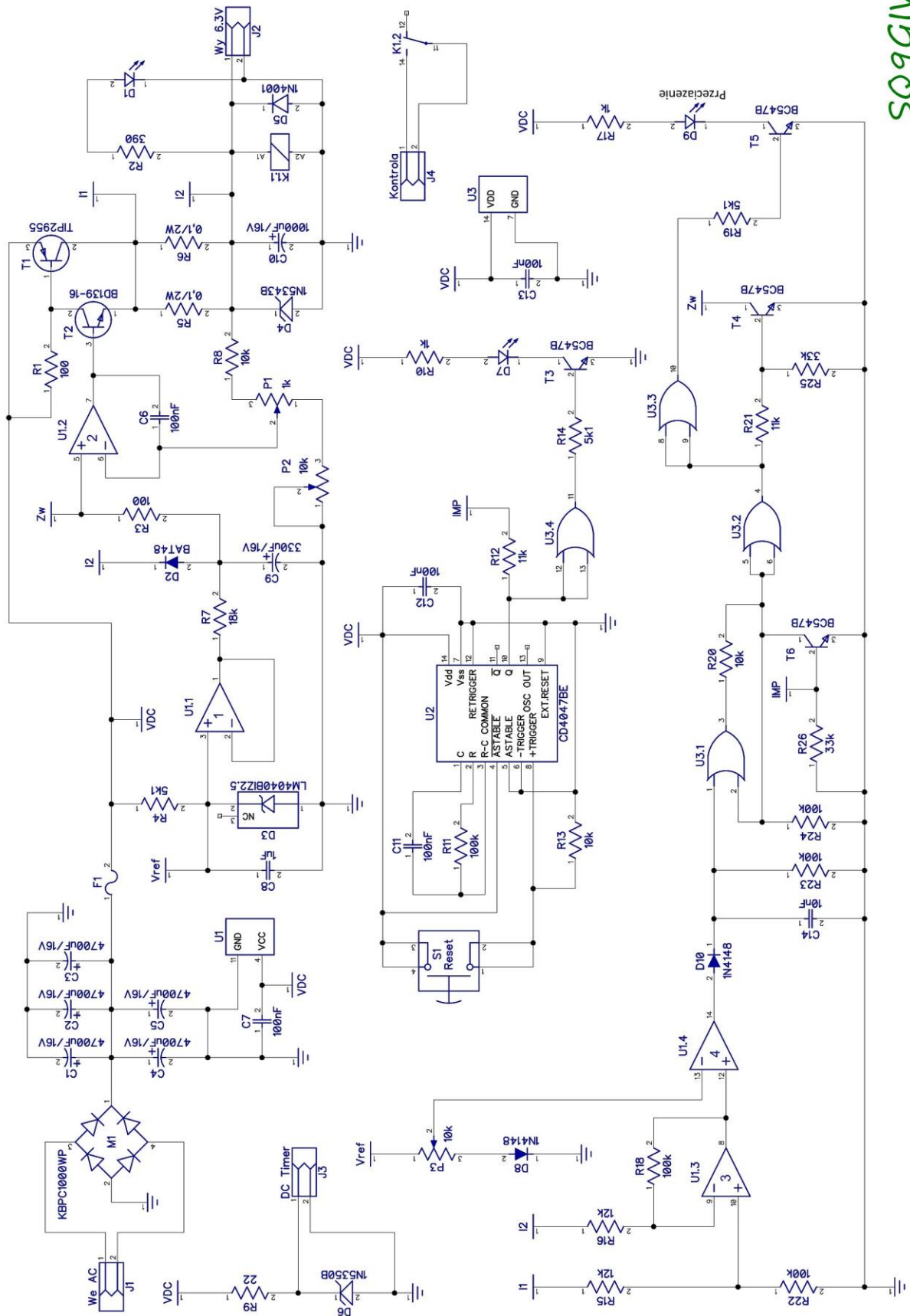
Przechodzimy do sprawdzenia układu przeciążeniowego. Najwygodniej w tym celu skorzystać z aktywnego obciążenia. Jeżeli jednak nie posiadamy takiego urządzenia wówczas zaopatrujemy się w ogólnie dostępną żarówkę do kierunkowskazów 12 V / 21 W, która doskonale zda egzamin. Uruchamiamy zasilacz, za pomocą potencjometru P1 ustawiamy napięcie wyjściowe na wartość np. 6,5 V. P3 pozostaje na godzinie 12. Pamiętamy, iż potencjometru P2 już nie ruszamy. Podłączamy naszą żarówkę do wyjścia zasilacza. W tym momencie powinno natychmiast zadziałać zabezpieczenie przeciążeniowe odcinając napięcie na wyjściu zasilacza co zostanie zasygnalizowane zaświeceniem się diody LED D9 „Przeciążenie”. Jest to całkowicie normalna sytuacja ponieważ włókno zimnej żarówki ma bardzo małą rezystancję. Nie wyłączając zasilacza ani nie odłączając żarówki naciskamy mikroprzełącznik S1 „Reset”. Zasilacz wystartuje a żarówka powoli się rozświeci. Czekamy około 2 minut i energicznie wyciągamy wtyczkę naszego transformatora z gniazdka sieciowego 230 V_{ac} po chwili znów ją włączając. Tym razem zasilacz już normalnie startuje rozświecając żarówkę bez potrzeby resetowania układu. Jeżeli wszystkie testy przebiegły pomyślnie uznajemy, iż zasilacz działa jak należy i nie straszne mu żadne zwarcia co możemy bez obaw sprawdzić zwierając jego zaciski wyjściowe.

W tym momencie nadszedł czas na wlutowanie diody Zenera D4 pełniące wraz z bezpiecznikiem F1 rolę zabezpieczenia nadnapięciowego.

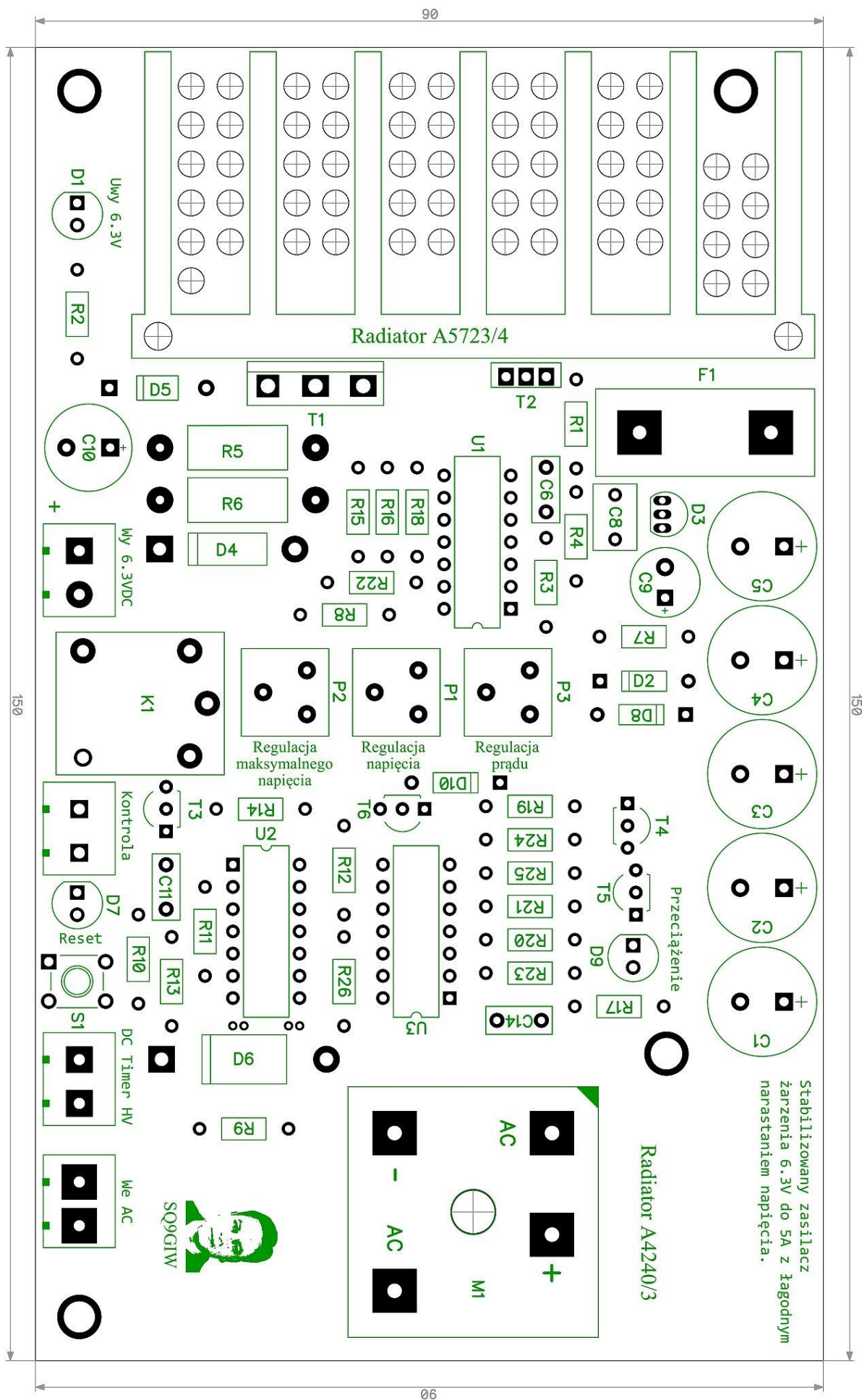
SQ9GIW.

Spr.	Sztuk	Identyfikator	Wartość	Nazwa
	1	PCB	PCB	Płytką drukowaną
	5	C1, C2, C3, C4, C5	4700uF/16V	Kondensator elektrolityczny
	2	C6, C11	100nF	Kondensator
	3	C7, C12, C13	100nF	Kondensator SMD 1206
	1	C8	1uF	Kondensator
	1	C9	330uF/16V	Kondensator elektrolityczny
	1	C10	1000uF/16V	Kondensator elektrolityczny
	1	C14	10nF	Kondensator
	1	D1	LED	Dioda LED 5mm Zielona
	1	D2	BAT48	Dioda Schottky
	1	D3	LM4040BIZ2.5	Źródło napięcia odniesienia
	1	D4	1N5343B	Dioda Zenera 7,5V/5W
	1	D5	1N4007	Dioda prostownicza
	1	D6	1N5350	Dioda Zenera 13V/5W
	1	D7	LED	Dioda LED 5mm Żółta
	1	D9	LED	Dioda LED 5mm Czerwona
	2	D8, D10	1N4148	Dioda przełączająca
	1	F1	5A	Bezpiecznik 5x20mm
	1	F1'	Gniazdo bezpiecznika	Gniazdo bezpiecznika do druku
	4	J1, J2, J3, J4	ARK	Złącze śrubowe
	1	Radiator	A4240/3	Radiator - A4240/3
	1	Radiator	A5723/4	Radiator - A5723/4
	1	K1	RM50-3011-85-1006	Przełącznik
	1	M1	KBPC1000WP	Mostek prostowniczy
	1	P1	1k	Potencjometr montażowy
	2	P2, P3	10k	Potencjometr montażowy
	2	R1, R3	100	Rezystor 1%
	1	R2	390	Rezystor 1%
	3	R4, R14, R19	5k1	Rezystor 1%
	2	R5, R6	0,1/2W	Rezystor Moc 2W 5%
	1	R7	18k	Rezystor 1%
	3	R8, R13, R20	10k	Rezystor 1%
	1	R9	22	Rezystor 1%
	2	R10, R17	1k	Rezystor 1%
	5	R11, R18, R22, R23, R24	100k	Rezystor 1%
	2	R25, R26	33k	Rezystor 1%
	2	R12, R21	11k	Rezystor 1%
	2	R15, R16	12k	Rezystor 1%
	1	S1	Reset	Mikroprzełącznik
	1	T1	TIP2955	Tranzystor PNP
	1	T2	BD139-16	Tranzystor NPN
	1	T2'	WK/32	Podkładka termoprzewodząca
	4	T3, T4, T5, T6	BC547B	Tranzystor NPN
	1	U1	LM324N	Wzmacniacz operacyjny
	1	U2	CD4047BE	CMOS
	1	U3	CD4071BE	CMOS
	3	U'	DIP14	Podstawa precyzyjna
	2	PASTA-SILH-05	PASTA SILIKONOWA H	AG TERMOPASTY
	1	Śruby, Wkręty	Śruby, Wkręty	Śruby, Wkręty

Stabilizowany zasilacz żarzenia 6,3V/do 5A z łagodnym narastaniem napięcia.



SQ9GIW



sq9giw@gmail.com

