

POLITECHNIKA LUBELSKA  
Wydział Elektrotechniki i Informatyki  
Katedra Automatyki i Metrologii

## Układ zasilania aparatu Epsteina do rozdziału strat metodą częstotliwościową



## Instrukcja obsługi

**Dyplomant:**  
Krzysztof Osuch  
**Nr albumu:** 15457/Z

**Promotor:**  
dr inż. Eligiusz Pawłowski

Lublin 2008

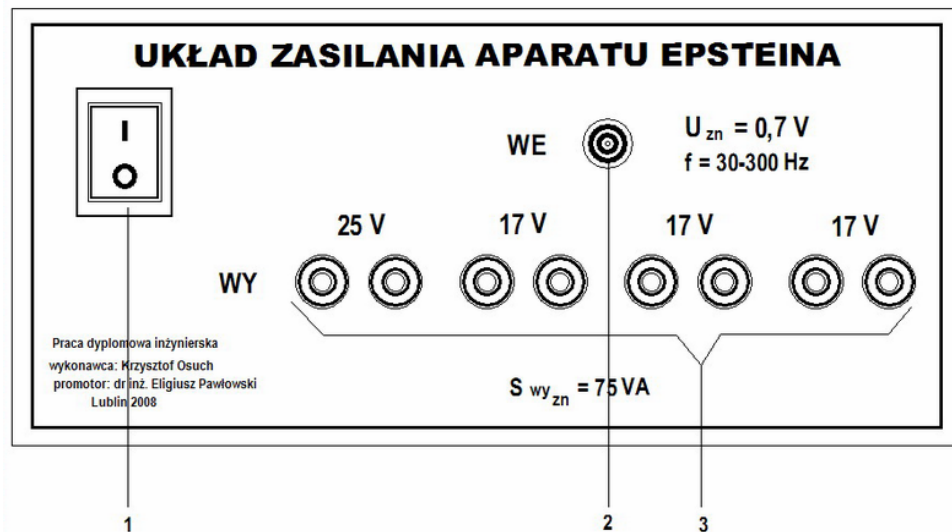
## Spis treści

1. Zalecenia ogólne .....	3
2. Opis płyty czołowej .....	4
3. Opis płyty tylnej .....	4
4. Obsługa urządzenia .....	5
5. Zastosowanie do zasilania aparatu Epsteina .....	6
6. Dane techniczne .....	10
7. Schematy i rysunki .....	11

## 1. Zalecenia ogólne

- Przed włączeniem urządzenia pod napięcie należy zapoznać się z instrukcją obsługi.
- Urządzenie zasilac napięciem 230V / 50 Hz z gniazda sieciowego z bolcem ochronnym.
- Do zasilania używać trzyżyłowego przewodu będącego na wyposażeniu urządzenia.
- Urządzenie stosować zgodnie z jego przeznaczeniem.
- Nie eksploatować urządzenia w warunkach zwiększonej wilgotności, w ekstremalnych temperaturach i w atmosferze zagrażającej wybuchem.
- Nie powodować zwarć na zaciskach wyjściowych urządzenia, grozi to jego uszkodzeniem.
- Podczas pracy urządzenia nie zasłaniać otworów wentylacyjnych w obudowie.
- W przypadku potrzeby manipulacji zworkami przy zaciskach wyjściowych należy urządzenie wyłączyć wyłącznikiem lub odłączyć zasilanie, wyjmując wtyk z gniazda sieciowego
- Stosować bezpieczniki o wartościach zgodnych z opisami.
- Napraw, oraz wszelkich manipulacji wewnątrz urządzenia mogą dokonywać tylko osoby posiadające odpowiednie kwalifikacje.
- Należy pamiętać, że w układzie występują napięcia, które mogą utrzymywać się nawet po wyłączeniu zasilania (podtrzymywane przez kondensatory elektrolityczne o znacznej pojemności). Dopóki nie ma pewności, że kondensatory są rozładowane należy przestrzegać wszelkich reguł bezpieczeństwa przy prowadzeniu prac naprawczych.
- **Przed zdjęciem obudowy należy bezwzględnie odłączyć zasilanie urządzenia wyjmując wtyk z gniazda sieciowego!**

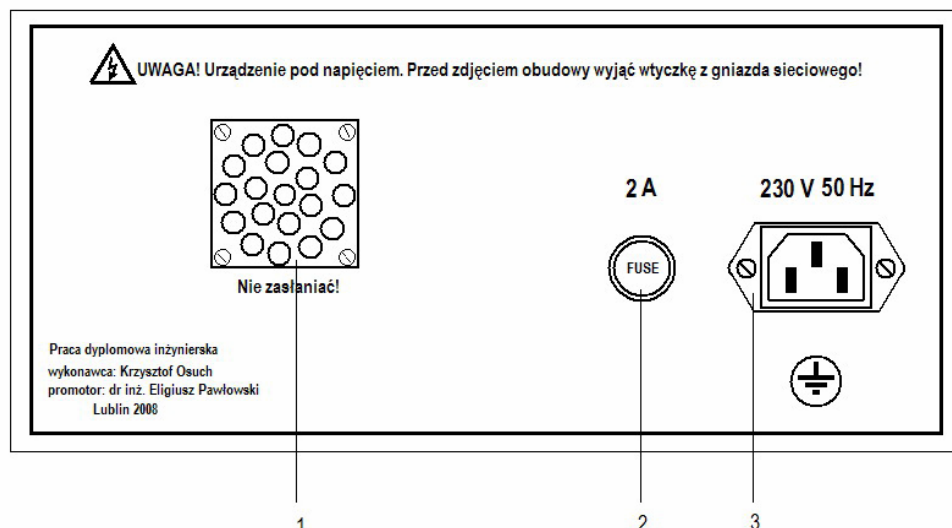
## 2. Opis płyty czołowej



Rys. 2.1. Widok płyty czołowej

1. wyłącznik zasilania z optyczną sygnalizacją stanu załączenia wyłącznika
2. gniazdo wejściowe koncentryczne, typu BNC 50
3. zaciski wyjściowe urządzenia, będące wyprowadzeniami uzwojeń wtórnych transformatora. Początki uzwojeń – zaciski koloru czerwonego, końce uzwojeń - zaciski koloru czarnego

## 3. Opis płyty tylnej

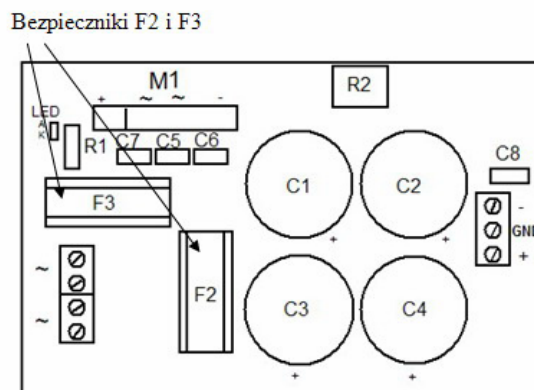


Rys. 3.1. Widok płyty tylnej

1. wentylator
2. bezpiecznik z wkładką topikową o wartości prądu 2A
3. gniazdo sieciowe męskie ze stykiem ochronnym

## 4. Obsługa urządzenia

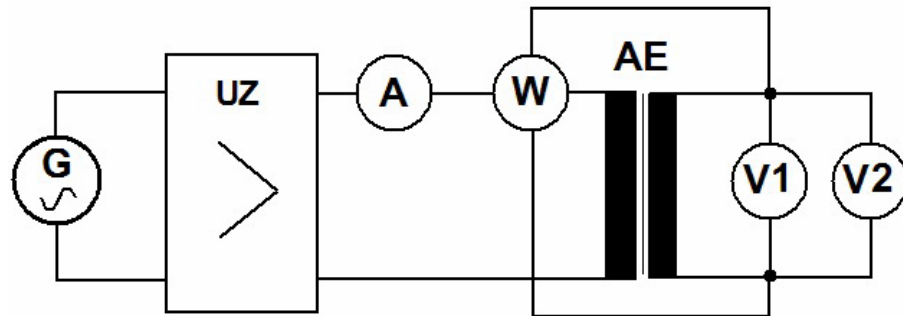
- Urządzenie przyłącza się do sieci zasilającej łącząc przewodem zasilającym gniazdo (3) na płycie tylnej z gniazdem sieci zasilającej 230V/ 50Hz.
- Urządzenie załącza się wyłącznikiem (1) na płycie czołowej. Podświetlenie wyłącznika oznacza stan załączenia.
- Generator łączy się z urządzeniem przewodem koncentrycznym poprzez gniazdo (2) „WE” na płycie czołowej.
- W czasie pracy z urządzeniem należy zwracać uwagę na to, by wartość skuteczna napięcia na wejściu wzmacniacza nie przekraczała wartości znamionowej (0,7 V). W razie potrzeby, krótkotrwale dopuszcza się podwyższenie napięcia lecz nie więcej niż do 1V (wartości skutecznej).
- Połączeń uzwojeń wtórnych transformatora wyjściowego innych od standardowych można dokonać przy użyciu giętkich przewodów z odpowiednimi końcówkami, po uprzednim wyłączeniu zasilania i zdemontowaniu zworek.
- Wymiana bezpieczników. Bezpiecznik F1 (rys. 3.1 – poz. 2) zabezpiecza uzwojenie pierwotne transformatora sieciowego. W celu wymiany wkładki należy odkręcić wierzchnią część oprawy i wymienić uszkodzoną wkładkę na nową o tych samych parametrach. Parametry wkładki: 2A/250V, rozmiar  $\Phi 5 \times 20$ , zwłoczna. Bezpieczniki F2 i F3 zabezpieczają symetryczne części uzwojenia wtórnego transformatora sieciowego. Bezpieczniki te znajdują się na płycie zasilacza (patrz rys. 4.1). W celu wymiany wkładek, należy po odłączeniu urządzenia od sieci zasilającej, zdjąć górną część obudowy urządzenia, następnie podważając wierzch oprawki, wyjąć i wymienić wkładkę. Parametry wkładek: 6,3A/250V, rozmiar  $\Phi 5 \times 20$ , zwłoczne.



Rys. 4.1. Usytuowanie bezpieczników na płycie zasilacza

## 5. Zastosowanie do zasilania aparatu Epsteina

W celu zastosowania zbudowanego urządzenia do zasilania aparatu Epsteina i wykonania pomiarów magnetycznych należy zmontować układ pomiarowy wg schematu z rys. 5.1.



Rys. 5.1. Układ do pomiaru stratności magnetycznej

G – generator, UZ – układ zasilania, AE – aparat Epsteina, A – amperomierz, W – watomierz, V1 – woltomierz mierzący wartość średnią napięcia, V2 – woltomierz mierzący wartość skuteczną napięcia

Użyty do współpracy z urządzeniem generator powinien generować sygnał sinusoidalny o regulowanej częstotliwości i amplitudzie. W czasie pomiaru mocy amperomierz w obwodzie pierwotnym powinien być zwarty. Współczynnik kształtu napięcia wtórnego powinien wynosić  $1,111 \pm 1\%$ .

Wymagane wartości napięć wtórnych aparatu Epsteina potrzebnych do uzyskania wymaganych wartości indukcji magnetycznej w badanej próbce, należy obliczyć korzystając z poniższych wzorów oraz danych technicznych zawartych w instrukcji: Wyznaczanie stratności magnetycznej oraz krzywych magnesowania aparatem Epsteina 25 cm – instrukcja do ćwiczenia nr 17, Laboratorium Metrologii PL [15].

$$\bar{U}_2 = 4fN_2 \left( \frac{R_i}{R_i + R_t} \right) A \hat{B}$$

$$A = \frac{m}{4l\gamma}$$

$$\gamma = 7865 - 65M$$

$$m = m_b(1 - 0,01i)$$

$$R_i = \frac{R_{Wn}R_V}{R_{Wn} + R_V}$$

w których:

$\bar{U}_2$  - średnia wartość wyprostowanego napięcia wtórnego, w V;

$A$  - powierzchnia przekroju poprzecznego badanej próbki, w m<sup>2</sup>;

$\hat{B}$  - wartość szczytowa indukcji magnetycznej, w T;

$f$  - częstotliwość, w Hz;

$\gamma$  - gęstość badanego materiału, w kg/m<sup>3</sup>;

$i$  - udział wagowy izolacji w próbce, w %;

$l$  - długość paska badanej próbki, w m;

$m$  - masa (netto) badanej próbki, w kg;

$m_b$  - masa brutto próbki, w kg;

$M$  - zawartość krzemu w próbce, w %;

$N_2$  - liczba zwojów uzwojenia wtórnego aparatu Epsteina;

$R_i$  - łączna rezystancja przyrządów w obwodzie wtórnym, w  $\Omega$ ;

$R_t$  - szeregową rezystancja uzwojeń ( $i$  cewki indukcyjności wzajemnej jeżeli jest stosowana), w  $\Omega$ ;

$R_V$  - rezystancja woltomierza wartości średniej napięcia, w V;

$R_{Wn}$  - rezystancja cewki napięciowej watomierza, w  $\Omega$ .

Dane do obliczeń (na podstawie instrukcji [15]):

$$m_b = 1,97 \text{ kg,}$$

$$i = 0,5 \text{ \%,}$$

$$l = 0,28 \text{ m,}$$

$$M = 3 \text{ \%,}$$

$$N_2 = 700,$$

$$R_V = 75000 \ \Omega,$$

$$R_{Wn} = 15000 \ \Omega,$$

$$R_2 = 2,13 \ \Omega.$$

Do obliczeń można zastosować arkusz kalkulacyjny Microsoft Excel. Plik o nazwie „Obliczanie napięcia” z odpowiednimi formułami znajduje się na płycie CD dołączonej do pracy dyplomowej. Wpisując w kolumnach A i B odpowiednio zadane wartości indukcji i częstotliwości, otrzymamy w kolumnach C i D odpowiadające im wymagane wartości średnie i skuteczne napięcia wtórnego aparatu Epsteina. W komórkach G3 do G11 zamieszczone są dane do obliczeń, można je zmieniać jeśli w rzeczywistości są inne niż zamieszczone. Rys. 5.2 przedstawia widok arkusza kalkulacyjnego z formułami do obliczania napięcia, a tabela 5.1 obliczone wartości napięć.

Tabela 5.1. Obliczone wartości napięć dla zadanych wartości indukcji i częstotliwości

$B$	$f$	$\bar{U}_2$	$\tilde{U}_2$	$B$	$f$	$\bar{U}_2$	$\tilde{U}_2$
0,8	20	10,22	11,36	0,8	50	25,55	28,39
1,0	20	12,78	14,19	1,0	50	31,94	35,48
1,5	20	19,16	21,29	1,5	50	47,91	53,23
1,7	20	21,72	24,13	1,7	50	54,30	60,32
0,8	25	12,78	14,19	0,8	55	28,11	31,23
1,0	25	15,97	17,74	1,0	55	35,13	39,03
1,5	25	23,95	26,61	1,5	55	52,70	58,55
1,7	25	27,15	30,16	1,7	55	59,73	66,36
0,8	30	15,33	17,03	0,8	60	30,66	34,07
1,0	30	19,16	21,29	1,0	60	38,33	42,58
1,5	30	28,75	31,94	1,5	60	57,49	63,87
1,7	30	32,58	36,19	1,7	60	65,16	72,39
0,8	35	17,89	19,87	0,8	65	33,22	36,90
1,0	35	22,36	24,84	1,0	65	41,52	46,13
1,5	35	33,54	37,26	1,5	65	62,28	69,20
1,7	35	38,01	42,23	1,7	65	70,59	78,42
0,8	40	20,44	22,71	0,8	70	35,77	39,74
1,0	40	25,55	28,39	1,0	70	44,72	49,68
1,5	40	38,33	42,58	1,5	70	67,07	74,52
1,7	40	43,44	48,26	1,7	70	76,02	84,45
0,8	45	23,00	25,55				
1,0	45	28,75	31,94				
1,5	45	43,12	47,90				
1,7	45	48,87	54,29				



Microsoft Excel - Obliczanie napięcia

Plik Edycja Widok Wstaw Format Narzędzia Dane Okno Pomoc Adobe PDF

Arial 10 B I U

C2 
$$f = ((\$G\$4 - \$G\$4 * \$G\$5 * 0,01) * \$G\$10 * \$G\$9 * \$G\$8 * A2 * B2) / ((7865 - 65 * \$G\$7) * \$G\$6 * (\$G\$11 * (\$G\$10 + \$G\$9) + \$G\$10 * \$G\$9))$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	<b>B</b>	<b>f</b>	<b><math>U_{2sr}</math></b>	<b><math>U_{2sk}</math></b>								
2	0,8	20	10,22	11,36								
3	1,0	20	12,78	14,19								
4	1,5	20	19,16	21,29		$m [kg]$	1,97					
5	1,7	20	21,72	24,13		$i [%]$	0,5					
6	0,8	25	12,78	14,19		$l [m]$	0,28					
7	1,0	25	15,97	17,74		$M [%]$	3					
8	1,5	25	23,95	26,61		$N 2$	700					
9	1,7	25	27,15	30,16		$R_V [\Omega]$	75000					
10	0,8	30	15,33	17,03		$R_{Wn} [\Omega]$	15000					
11	1,0	30	19,16	21,29		$R_2 [\Omega]$	2,13					
12	1,5	30	28,75	31,94								
13	1,7	30	32,58	36,19								
14	0,8	35	17,89	19,87		$m$ - masa brutto próbki, w kg						
15	1,0	35	22,36	24,84		$i$ - udział wagowy izolacji, w %						
16	1,5	35	33,54	37,26		$l$ - długość paska blachy, w m						
17	1,7	35	38,01	42,23		$M$ - zawartość krzemu w próbce, w %						
18	0,8	40	20,44	22,71		$N 2$ - liczba zwojów uzw. wtórnego aparatu Epsteina						
19	1,0	40	25,55	28,39		$R_V$ - rezystancja woltomierza wartości średniej, w $\Omega$						
20	1,5	40	38,33	42,58		$R_{Wn}$ - rezystancja cewki napięciowej watomierza, w $\Omega$						
21	1,7	40	43,44	48,26		$f$ - częstotliwość, w Hz						

Rys. 5.2. Widok arkusza kalkulacyjnego do obliczania napięcia (z pliku „Obliczanie napięcia”)

## 6. Dane techniczne

Zasilanie: 230V / 50Hz

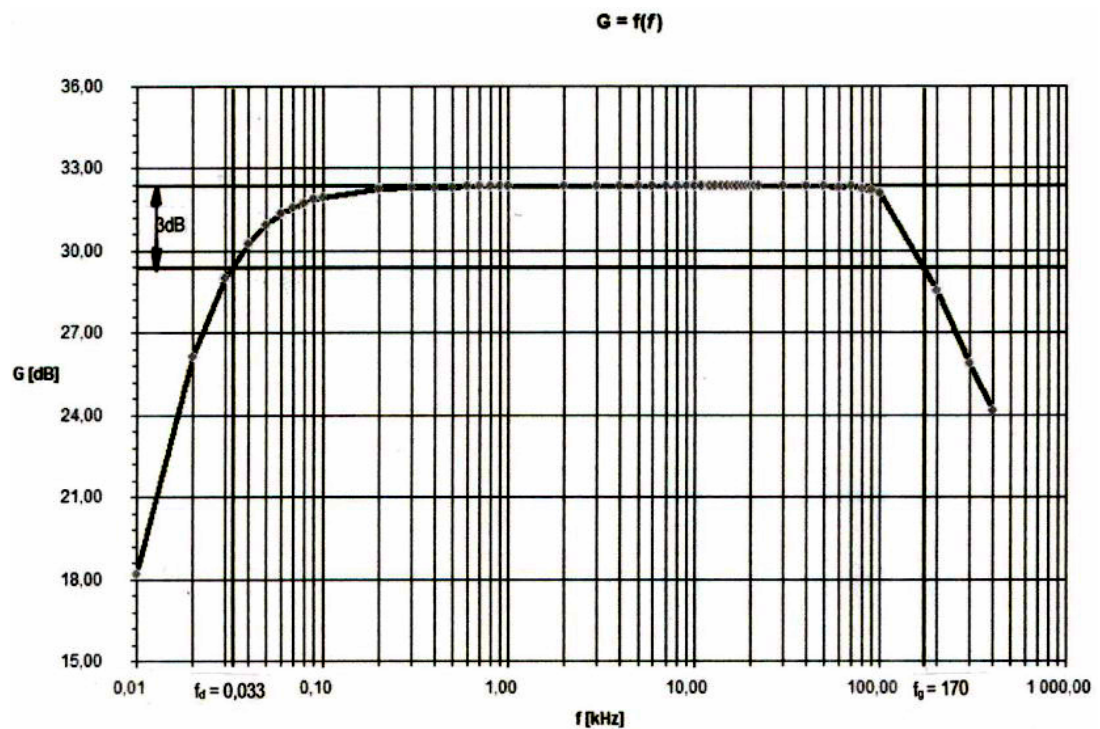
Pobór mocy: 150 VA

Moc wyjściowa znamionowa: 75 VA

Pasma przenoszenia 33 Hz – 170 kHz

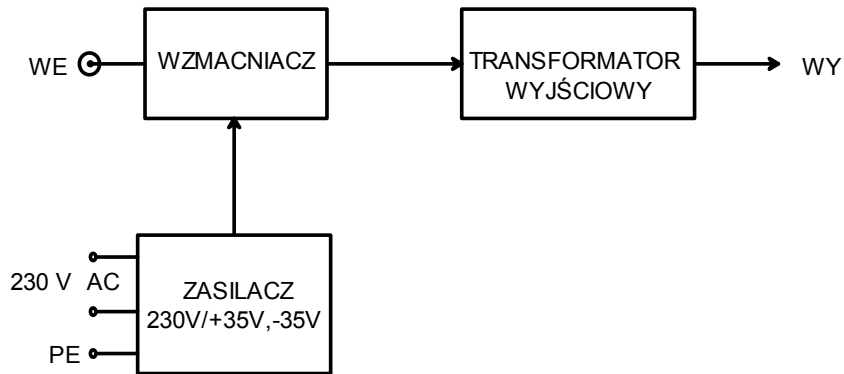
Wymiary: 260×127×275 mm (szerokość × wysokość × głębokość)

Masa: 6 kg

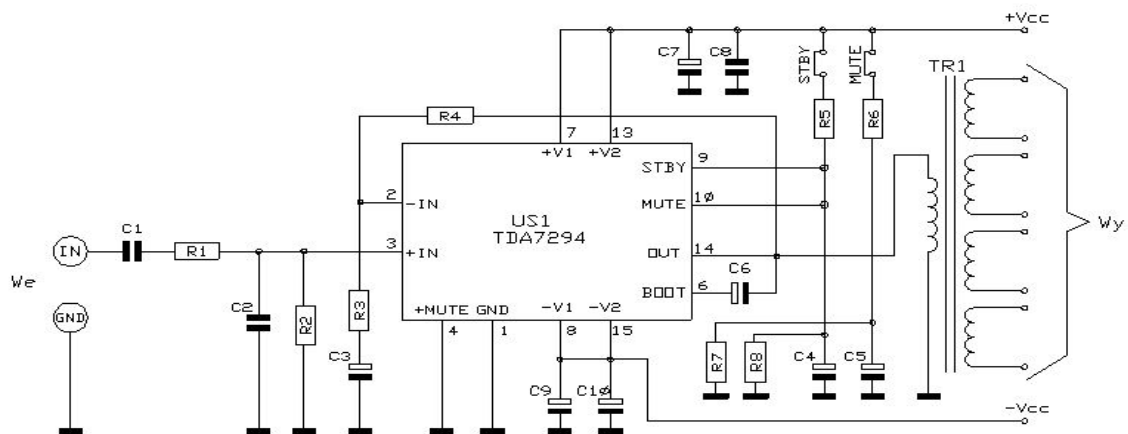


Rys. 6.9. Charakterystyka częstotliwościowa – pasmo przenoszenia wzmacniacza

## 7. Schematy i rysunki



Rys. 7.1. Schemat blokowy układu

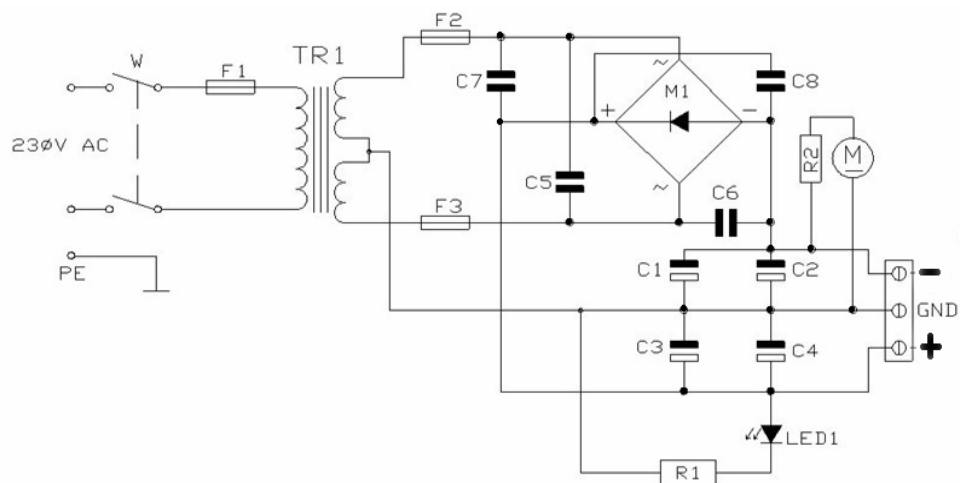


Rys. 7.2. Schemat ideowy wzmacniacza z transformatorem wyjściowym

Wykaz elementów:

R1	- 150 $\Omega$
R2, R4, R5, R6	- 22 k $\Omega$
R3	- 1 k $\Omega$
R7, R8	- 47 k $\Omega$
C1	- 2,2 $\mu$ F
C2	- 1 nF
C3, C4, C5	- 10 $\mu$ F/50 V

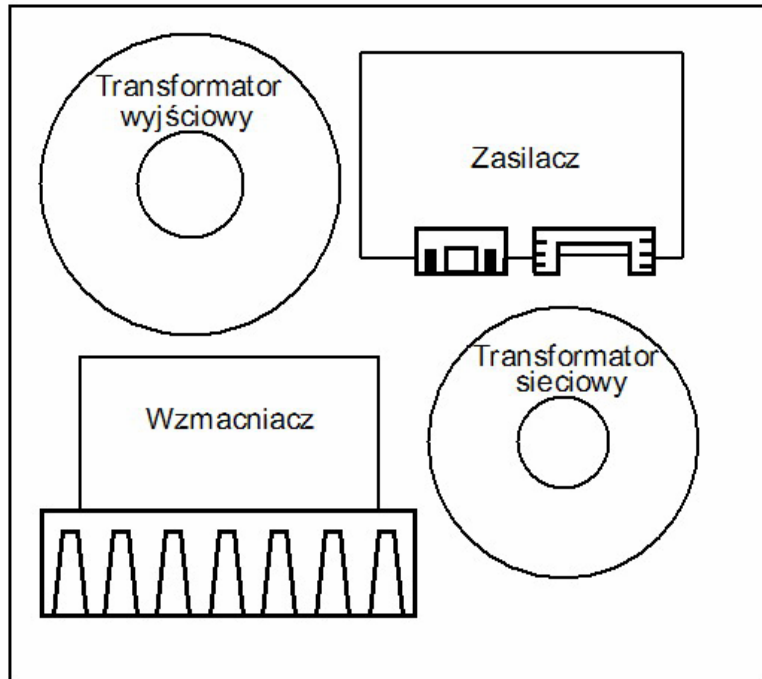
C6	- 22 $\mu$ F/50 V
C7, C9	- 1000 $\mu$ F/50 V
C8, C10	- 470 nF/50 V
US1	- TDA7294
TR1	- transformator wyjściowy 100VA 17/25/17/17/17V-5/5/5/5/4A



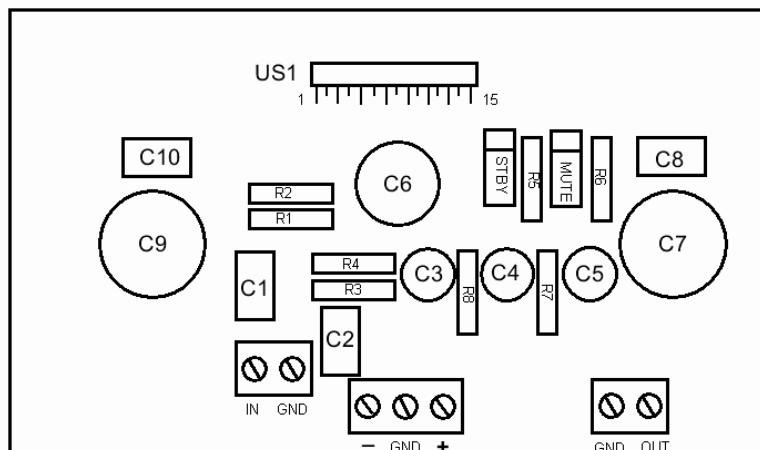
Rys. 7.3. Schemat ideowy zasilacza

Wykaz elementów:

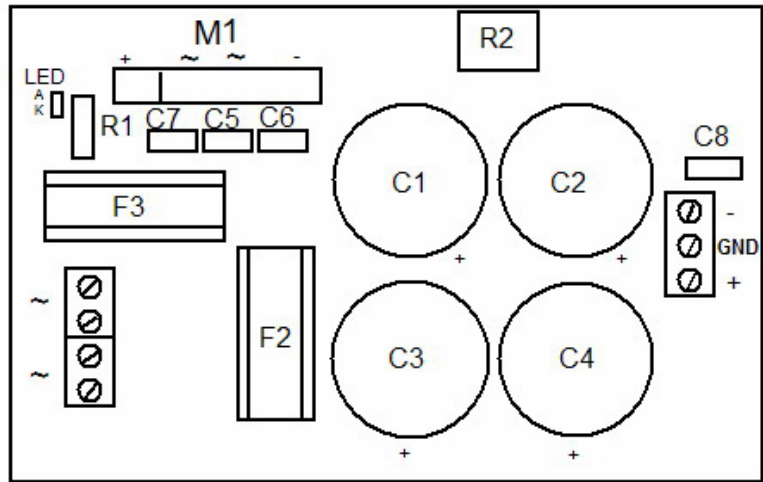
R1	- 3,3 k $\Omega$
R2	- 220 $\Omega$ /10W
C1 – C4	- 4700 $\mu$ F/63 V
C5 – C8	- 100 nF/160 V
M1	- mostek prostowniczy GBJ 1510
F1	- bezpiecznik 2 A
F2, F3	- bezpiecznik 6,3 A
M	- silnik wentylatora - 12 V DC
TR1	- transformator sieciowy TTS 150/Z 230/24/24V



Rys. 7.4. Płyta główna - usytuowanie elementów



Rys. 7.5. Płytki wzmacniacza – usytuowanie elementów



Rys. 7.6. Płytki zasilacza – usytuowanie elementów