

|                      |   |                |
|----------------------|---|----------------|
| Wersja1              | <b>DOKUMENTACJA TECHNICZNO - OBSŁUGOWA</b>                          |                |
| KRAKÓW<br>15.01.2005 | Uniwersalne układy wyzwiania spadochronu<br>UUWS 4 i UUWS 4 – IIst. | Strona<br>1/18 |

## 1. OPIS URZĄDZEŃ

1.1. Uniwersalny układ wyzwiania spadochronu UUWS 4 jest elektronicznym urządzeniem przeznaczonym do raket amatorskich, w celu wyzwiania urządzeń hamujących (jak np. spadochron) podczas powrotu modelu z wysokości pułapu. Układ UUWS 4 posiada możliwość wyrzucania dwóch spadochronów (tzw. pilota i spadochronu głównego). Spadochron pierwszy jest wyrzucany w momencie zmiany kierunku lotu modelu, który następuje na wysokości bliskiej pułapu. Spadochron drugi jest wyrzucany po upływie pewnego czasu, od zadziałania mechanizmu wyrzucenia spadochronu pierwszego. Czas ten można regulować. Mechanizm wyzwiania wykorzystuje czujnik pola magnetycznego ziemi i reaguje na zmianę położenia czujnika względem tego pola.

UWAGA – układ UUWS 4 powstaje przez połączenie członu wykonawczego (schemat nr 3 w załączniku nr1) z członem czujnika magnetycznego (schemat nr 1 w załączniku nr1). Całość stanowi pojedynczą płytkę drukowaną.

Uniwersalny układ wyzwiania spadochronu UUWS 4 – IIst jest elektronicznym urządzeniem przeznaczonym do raket amatorskich, w celu odpalania drugiego stopnia rakiety po ustaniu pracy pierwszego stopnia, z wykorzystaniem czujnika bezwładnościowego. Układ umożliwia też, po upływie pewnego (możliwego do regulacji) opóźnienia, wyrzucenie spadochronu celem bezpiecznego powrotu na ziemię stopnia pierwszego. Jako czujnik bezwładnościowy może pracować zarówno czujnik rtęciowy, jak i czujnik z wykorzystaniem fotokomórki i przesuwającej się swobodnie masy.

UWAGA – układ UUWS 4 – IIst powstaje przez połączenie członu wykonawczego (schemat nr 3 w załączniku nr1) z członem czujnika bezwładnościowego (schemat nr 2 w załączniku nr1). Całość stanowi pojedynczą płytkę drukowaną.

## 2. OPIS DZIAŁANIA

2.1. CZĘŚĆ PIERWSZA – dotyczy członu komparatora i opóźniacza czasowego (schemat nr3 w załączniku nr1)

Sygnał pochodzący z czujnika w formie dwóch napięć dochodzi do wejścia odwracającego i nieodwracającego wzmacniacza operacyjnego WO1 działającego jako komparator. Sygnał na wyjściu uzyskuje jedno z dwóch stanów: stan wysoki (bliski napięciu zasilania) lub stan niski (bliski zeru) w zależności od różnicy napięć na wejściach. Stanem początkowym na wyjściu WO1 powinno być napięcie bliskie zeru, co występuje przy takim wyregulowaniu czujników, by przy braku stanu wyzwiałającego czujnik, napięcie na wejściu odwracającym było wyższe, niż na wejściu nieodwracającym

|                      |   |                |
|----------------------|---|----------------|
| Wersja1              | <b>DOKUMENTACJA TECHNICZNO - OBSŁUGOWA</b>                          |                |
| KRAKÓW<br>15.01.2005 | Uniwersalne układy wyzwiania spadochronu<br>UUWS 4 i UUWS 4 – IIst. | Strona<br>2/18 |

komparatora WO1. Gdy na skutek reakcji czujnika na bodziec dochodzi do zmiany stanów napięć na wejściach komparatora, następuje przerzut WO1 do stanu wysokiego napięcia na wyjściu WO1. Wtedy też, to wysokie napięcie poprzez rezystor R3 i diodę D1 wysterowuje wejście nieodwracające, co powoduje „zatrzaśnięcie” się komparatora WO1 na stanie wysokiego napięcia na wyjściu. Jest to konieczne, by uniezależnić stan wyjścia WO1 od następnych, często zmiennych sygnałów dochodzących z czujnika. Sygnał wyjściowy z WO1 steruje pierwszym członem wykonawczym złożonym z tranzystora T1 i zapalnika Z1. Jednocześnie wysoki stan wyjścia WO1 poprzez rezystor R4 i rezystor nastawny (tzw. podkówkę) RN2 ładuje kondensator C3. Napięcie na tym kondensatorze jest porównywane przez drugi komparator zbudowany na wzmacniaczu operacyjnym WO2, z napięciem dzielnika napięcia zbudowanym na rezystorach R9 i R10. W sytuacji gdy napięcie na kondensatorze C3 (czyli na wejściu nieodwracającym komparatora WO2) przekroczy wartość napięcia dzielnika rezystancyjnego (czyli napięcia na wejściu odwracającym komparatora WO2) następuje skokowa zmiana napięcia wyjściowego na wyjściu WO2 ze stanu niskiego do stanu wysokiego. Napięcie to wysterowuje człon wykonawczy drugi oparty na tranzystorze T2 i zapalniku Z2. Czas upływający od uzyskania wysokiego napięcia na wyjściu WO1, do uzyskania wysokiego napięcia na wyjściu WO2 jest zależny od stałej czasowej R4, RN2, C3 i wartości napięcia ustalonej dzielnikiem R9, R10. Czas ten można regulować zmianą wartości oporu rezystora nastawnego RN2, a w szerszym zakresie poprzez wymianę kondensatora C3 na element o innej pojemności. Do prawidłowego działania istotne jest, by napięcie na wejściu odwracającym WO2 ustalone dzielnikiem R9, R10 było większe niż  $\frac{1}{2}$  napięcia zasilania, najlepiej aby wynosiło około 75% wartości tego napięcia (nie więcej niż  $U_z - 1,5 \text{ V}$ ). Umożliwia to uzyskanie dłuższych czasów opóźnienia przy mniejszych pojemnościach C3.

## 2.2. CZĘŚĆ DRUGA – dotyczy członów wykonawczych i testera baterii (schemat nr3 w załączniku nr1)

Wysokie napięcia z wyjść WO1 i WO2 sterują członami wykonawczymi, identycznymi dla obydwu zapalników. Człony te składają się z przełączników P1, P2, przycisków testowania K2, K3, członów sygnalizacji R5, R6, LED1, LED2, tranzystorów wykonawczych T1, T2, Rezystorów zabezpieczających R11, R12, zapalników Z1, Z2, kondensatorów zasilających C4, C5 i rezystorów zasilających R7, R8. Napięcie z wyjścia komparatora dostaje się najpierw na środkową końcówkę przełącznika. Przy ustawieniu przełącznika w pozycji „test”, napięcie to jest podawane na człon sygnalizatora złożonego z diody elektroluminescencyjnej i rezystora ograniczającego prąd diody. W takiej pozycji przełącznika można testować skuteczność działania czujników, czas opóźnienia, układ zapewnia całkowitą funkcjonalność, z tym, że zamiast sterować zapalnikami, steruje diodami LED. Po przetestowaniu układu należy go zresetować chwilowym wyłączeniem napięcia. Nie należy jednak włączać zasilania (a już tym bardziej przełączać przełączników P1, P2 w pozycję

|                      |   |                |
|----------------------|---|----------------|
| Wersja1              | <b>DOKUMENTACJA TECHNICZNO - OBSŁUGOWA</b>                          |                |
| KRAKÓW<br>15.01.2005 | Uniwersalne układy wyzwiania spadochronu<br>UUWS 4 i UUWS 4 – IIst. | Strona<br>3/18 |

„uzbrojony”) przed upływem czasu około 15 sekund, ponieważ nawet w stanie wyłączonym diody LED świecą, gdyż układ jest zasilany energią zmagazynowaną w kondensatorach C4, C5. Dopiero po ich zgaśnięciu można włączyć zasilanie przełącznikiem P3 i dopiero wtedy można przełączniki P1, P2 ustawić w pozycji „uzbrojony”.

**MOŻNA TO ZROBIĆ TYLKO W SYTUACJI, GDY W POZYCJI „TEST” NIE ŚWIECI ŻADNA Z DIOD ELEKTROLUMINESCENCYJNYCH.**

Od tej chwili układ przy zadziałaniu czujnika podaje impuls napięcia na zapalniki, stąd polecana jest wysoka ostrożność przy pracy z układem i modelem rakiety. Przy pozycji przełączników „uzbrojony”, można poprzez chwilowe wciśnięcie przycisków K2, K3 przetestować zapalniki pod kątem braku przerw w ich obwodzie. Gdy zapalniki są prawidłowo wpięte i nie posiadają przerw, nastąpi zaświecenie diod LED1, LED2. Elementami aktywnymi członów wykonawczych są tranzystory T1, T2 pracujące jako półprzewodnikowe przekaźniki. Przy podaniu wysokiego napięcia z układów WO1, WO2 na bramki sterujące tych tranzystorów, następuje ich włączenie i podanie impulsu napięcia z kondensatorów C4, C5 na zapalniki Z1, Z2. Kondensatory te wcześniej naładowane zostają poprzez rezystory R7, R8 do wartości napięcia zasilania. Zastosowanie kondensatorów uniezależnia obwody zapalników Z1 od obwodów zapalnika Z2, oraz uniezależnia zasilanie całości elektroniki od działania członów wykonawczych. Dodatkowo energia zmagazynowana w kondensatorach umożliwia uzyskanie dużo większych prądów w stanie zwarcia, co pozwala na zastosowanie do zasilania elektroniki baterii o niższej wydajności prądowej, a co za tym idzie, mniejszych i lżejszych źródeł zasilania. W związku z tym, że naładowanie kondensatorów do odpowiedniego napięcia wymaga pewnego czasu określonego stałą czasową R7, C4 i R8, C5

**NIE NALEŻY STARTOWAĆ ZANIM NIE UPŁYNIĘ CZAS WYMAGANY DO NAŁADOWANIA SIĘ KONDENSATORÓW.**

Rezystory R11, R12 stanowią zabezpieczenie bramek tranzystorów przed pojawianiem się napięć pochodzących np. z ładunków elektrostatycznych. Jest to konieczne ze względu na fakt, że tranzystory wykonawcze posiadają układ izolowanej bramki i bardzo dużą impedancję wejściową. Sprawą istotną jest wcześniejsze przetestowanie posiadanych zapalników, celem przekonania się, czy układ kondensatora jest w stanie odpalić zapalnik. W razie niepowodzenia, można dołączyć równolegle dodatkowe kondensatory, celem zwiększenia zmagazynowanej w nich energii. Jednocześnie zapalniki te nie powinny odpalać przy prądach poniżej około 50 mA, gdyż odpalały by podczas ich testowania z układem rezystor R5, R6 i diodami LED1, LED2.

Całość układu jest zasilana z baterii poprzez włączenie zasilania przełącznikiem P3. Gdy przełącznik ten jest ustawiony w pozycji „test”, elektronika jest pozbawiona napięcia zasilającego, a poprzez przyciśnięcie przycisku P3 można dokonać testu źródła zasilania. Po przyciśnięciu tego przycisku, napięcie dochodzi na układ dzielnika napięcia z rezystorami R13, R14. Proporcja wartości tych oporów powinna być dobrana tak, by przy wydajnej i dobrej baterii zasilającej, uzyskać na diodzie LED3 napięcie wystarczające do jej zaświecenia się. Jednocześnie suma wartości R13 i R14 powinna być taka, by pobierać z

|                      |   |                |
|----------------------|---|----------------|
| Wersja1              | <b>DOKUMENTACJA TECHNICZNO - OBSŁUGOWA</b>                          |                |
| KRAKÓW<br>15.01.2005 | Uniwersalne układy wyzwiania spadochronu<br>UUWS 4 i UUWS 4 – IIst. | Strona<br>4/18 |

baterii w momencie testu dość znaczny prąd. Istotne jest to zwłaszcza dla testowania zwykłych baterii cynkowo węglowych, ze względu na ich znaczny opór wewnętrzny.

### 2.3. CZĘŚĆ TRZECIA – dotyczy członu czujnika pola magnetycznego (schemat nr1 w załączniku nr1)

Dla układu UUWS 4 do wejść wzmacniacza operacyjnego WO1 jest podawany sygnał zależny od kierunku działania pola magnetycznego ziemi, by umożliwić odpalenie układu przy zmianie kierunku lotu modelu. Czujnik pracuje z wykorzystaniem układu scalonego typu KMZ51, będącego gotowym elementem pracującym w układzie mostka. Ze względu na wymagane napięcie zasilania układu KMZ51 rzędu około 5V, zasilanie do nóżki nr.2 układu jest podawane poprzez rezystor RZ1, którego wartość jest zależna od prądu pobieranego przez układ i napięcia zasilania. Napięcie poprzez rezystor R1 ładuje kondensator C1, którego energia po naciśnięciu przycisku K1 służy do resetowania czujnika, poprzez wywołanie przepływu prądu w cewce, która jest integralną częścią układu scalonego KMZ51. Sygnał wyjściowy z mostka jest podawany do wejść wzmacniacza operacyjnego WO1. Do końcówki 7 układu KMZ51 i jednocześnie do wejścia nieodwracającego WO1 jest dodatkowo podawane regulowane w rezystorze nastawnym RN1 napięcie, które poprzez R2 zaburza równowagę mostka. Ten układ (RN1 + R2) służy do regulowania progu zadziałania układu KMZ51, a dokładniej, to umożliwia regulację kąta odchylenia płaszczyzny płytki z elektroniką przy której następuje przerzut stanu napięć na wyjściu WO1, czyli kąta, przy którym następuje odpalenie zapalnika Z1. Należy pamiętać, że ze względu na odchylenie płaszczyzny pola magnetycznego ziemi na terenie Polski o około 20 stopni, kąt przy którym zadziała Z1 jest zależny nie tylko od nastawy progu zadziałania, ale też od kierunku względem bieguna magnetycznego, w którym to odchylenie następuje. Dlatego też przy nastawianiu progu zadziałania należy sprawdzać kąt, przy którym następuje zaświecenie diody LED1 (przy przełącznikach P1, P2 w pozycji „test”), odchylając płytkę w różnych kierunkach światła i wybierając takie ustawienie RN1, przy którym występuje zadowalający zakres kąta wyzwiania. Optymalnym wydaje się być ustawienie, dla którego zadziałanie czujnika następuje w pozycji bliskiej poziomemu.

**SPRAWĄ WAŻNĄ, JEST TAKI ZAPAS STABILNOŚCI MODELU RAKIETY, ABY PO WYPALENIU PALIWA I LOCIE NA PUŁAP, NASTĄPIŁO PRZY OPADANIU SKIEROWANIE MODELU GŁOWICĄ W KIERUNKU POWIERZCHNI ZIEMI.**

Tylko wtedy bowiem następuje wystarczająca do zadziałania elektroniki zmiana kierunku lotu modelu.

|                      |   |                |
|----------------------|---|----------------|
| Wersja1              | <b>DOKUMENTACJA TECHNICZNO - OBSŁUGOWA</b>                          |                |
| KRAKÓW<br>15.01.2005 | Uniwersalne układy wyzwiania spadochronu<br>UUWS 4 i UUWS 4 – IIst. | Strona<br>5/18 |

#### 2.4. CZĘŚĆ CZWARTA – dotyczy czujnika bezwładnościowego (schemat nr2 w załączniku nr1)

Układ UUWS 4 – IIst. jest wersją przeznaczoną do odpalania silnika raketowego drugiego stopnia rakiety amatorskiej, oraz do wyrzucenia spadochronu umożliwiającego bezpieczny powrót na ziemię stopnia pierwszego rakiety. Do wykrycia momentu zakończenia pracy silnika stopnia pierwszego, a co za tym idzie do odpalenia stopnia drugiego jest wykorzystywany czujnik bezwładnościowy, wykrywający moment ujemnego przyspieszenia, pojawiającego się w modelu po ustaniu pracy silnika raketowego i wywołanego przez opór powietrza hamującego model rakiety. Część elektroniczna składa się z mostka rezystancyjnego. Na wejście odwracające układu WO1 jest podawane napięcie z rezystora nastawnego RN 3, a na wejście nieodwracające jest podawane napięcie z dzielnika składającego się z rezystora nastawnego RN 4 i fotoopornika FR. Fotoopornik FR wraz z diodą elektroluminescencyjną LED4 stanowi rodzaj fotokomórki. W stanie spoczynku i podczas działania silnika I stopnia, FR powinien być zasłonięty przed światłem diody LED4 jakąś masą, która ma możliwość swobodnego przesuwania się do góry. W tym stanie napięcie na końcówce A czujnika jest niższe niż napięcie na końcówce B, co nie powoduje wyzwolenia wysokiego napięcia na wyjściu WO1, czyli nie powoduje odpalenia stopnia drugiego rakiety. Po ustaniu pracy silnika I stopnia, następuje przesunięcie się siłą bezwładności masy czujnika do góry, czyli odsłonięcie światła diody. Fotorezystor reagując na to światło zmniejsza znacznie swój opór, napięcie na wyjściu A czujnika przewyższa napięcie na wyjściu B, co powoduje przerzut komparatora WO1 do stanu wysokiego napięcia, zatrzaśnięcie się tego komparatora w tym stanie napięć, wyzwolenie tranzystora T1 i co za tym idzie, odpalenie Z1, czyli zapalnika silnika raketowego stopnia drugiego. Istnieje możliwość wykorzystania jako czujnika bezwładnościowego, klasycznego czujnika rtęciowego. Należy go wtedy wpiąć w miejsca w płytce, przeznaczone na fotorezystor, zastępując go w układzie czujnikiem rtęciowym. Czujnik ten, w stanie spoczynku i podczas pracy silnika I stopnia ma mieć styki ROZWARTE. Dla wykorzystania układu fotokomórki, ważne jest odpowiednie wyregulowanie rezystorów nastawnych RN 3, RN 4. Wartość ich nastaw jest uzależniona od zastosowanego typu fotorezystora i jasności diody LED4. Jako diodę LED4 poleca się diodę hiperjasną. Wartość RN 4 należy tak nastawić, by wartość napięcia na końcówce A czujnika przyjmowała dla oświetlonego FR wartość jak najwyższą, przy jednoczesnej jak najniższej wartości tego napięcia dla nieoświetlonego FR. Dla niektórych typów FR może być potrzebna zmiana wartości oporu elementu RN 4 z 10K na np. 100k. Po ustaleniu zakresu napięć na końcówce A, należy tak wyregulować RN 3, by wartość napięcia na końcówce B czujnika była wartością środkową, pomiędzy napięciem max, a napięciem min. występującym na końcówce A. Przy prawidłowym wyregulowaniu czujnika, po ustaniu pracy silnika I stopnia, następuje zapłon silnika II stopnia poprzez zadziałanie zapalnika Z1. Po pewnym czasie następuje zadziałanie zapalnika Z2, czyli wyrzucenie spadochronu, umożliwiającego swobodny i bezpieczny powrót stopnia pierwszego na powierzchnię ziemi.

|                      |   |                |
|----------------------|---|----------------|
| Wersja1              | <b>DOKUMENTACJA TECHNICZNO - OBSŁUGOWA</b>                          |                |
| KRAKÓW<br>15.01.2005 | Uniwersalne układy wyzwiania spadochronu<br>UUWS 4 i UUWS 4 – IIst. | Strona<br>6/18 |

### 3. DANE ELEMENTÓW I WYPROWADZENIA KOŃCÓWEK

#### 3.1 TABELE ELEMENTÓW (dla napięcia zasilania 9V)

| REZYSTORY 0,125 W |                |                      |
|-------------------|----------------|----------------------|
| R1                | 1 k $\Omega$   | Zasilanie C1         |
| R2                | 390 k $\Omega$ | Ukł. reg. progu      |
| R3                | 100 k $\Omega$ | Sprzężenie zwrotne   |
| R4                | 2,2 k $\Omega$ | Wyjście WO1          |
| R5                | 680 $\Omega$   | Zasilanie LED1       |
| R6                | 680 $\Omega$   | Zasilanie LED2       |
| R9                | 33 k $\Omega$  | Polaryzacja WO2      |
| R10               | 68 k $\Omega$  | Polaryzacja WO2      |
| R11               | 1 M $\Omega$   | Zabezpieczenie T1    |
| R12               | 1 M $\Omega$   | Zabezpieczenie T2    |
| R14*              | 22 $\Omega$    | Tester baterii       |
| R16               | 1 k $\Omega$   | Zasilanie cz. bezwł. |
| RZ1*              | 2,2k $\Omega$  | Zasilanie KMZ51      |

| REZYSTORY 0,25 W |              |                |
|------------------|--------------|----------------|
| R7*              | 470 $\Omega$ | Zasilanie C4   |
| R8*              | 470 $\Omega$ | Zasilanie C5   |
| R13*             | 56 $\Omega$  | Tester baterii |
| R15*             | 220 $\Omega$ | Zasilanie LED4 |

| UKŁADY SCALONE |  |
|----------------|--|
| LM 358         | Wzmacniacze operacyjne<br>WO1 oraz WO2 |
| KMZ 51         | Czujnik pola magnetycznego             |

| KONDENSATORY |             |          |                 |
|--------------|-------------|----------|-----------------|
| C1           | 1 $\mu$ F   | min6,3 V | ceramiczny      |
| C2           | 100 $\mu$ F | min6,3 V | elektrolityczny |
| C3*          | 10 $\mu$ F  | min16 V  | elektrolityczny |
| C4*          | 10 mF       | min16 V  | elektrolityczny |
| C5*          | 10 mF       | min16 V  | elektrolityczny |

| DIODY |                    |
|-------|--------------------|
| D1    | Krzemowa impulsowa |
| D2    | Krzemowa impulsowa |
| LED1  | Sygnalizacyjna     |
| LED2  | Sygnalizacyjna     |
| LED3  | Sygnalizacyjna     |
| LED4  | Biała, hiper jasna |

| TRANZYSTORY |         |               |
|-------------|---------|---------------|
| T1          | IFRZ 44 | Sterowanie Z1 |
| T2          | IFRZ 44 | Sterowanie Z2 |

| FOTOREZYSTOR |        |                 |
|--------------|--------|-----------------|
| FR           | RPP130 | Czujnik światła |

| REZYSTORY NASTAWNE (**) |                |                                       |
|-------------------------|----------------|---------------------------------------|
| RN1                     | 220 k $\Omega$ | Próg wyzwiania                        |
| RN2                     | 470 k $\Omega$ | Czas opóźnienia                       |
| RN3                     | 47 k $\Omega$  | Nastawy czujnika<br>bezwładnościowego |
| RN4                     | 10 k $\Omega$  |                                       |

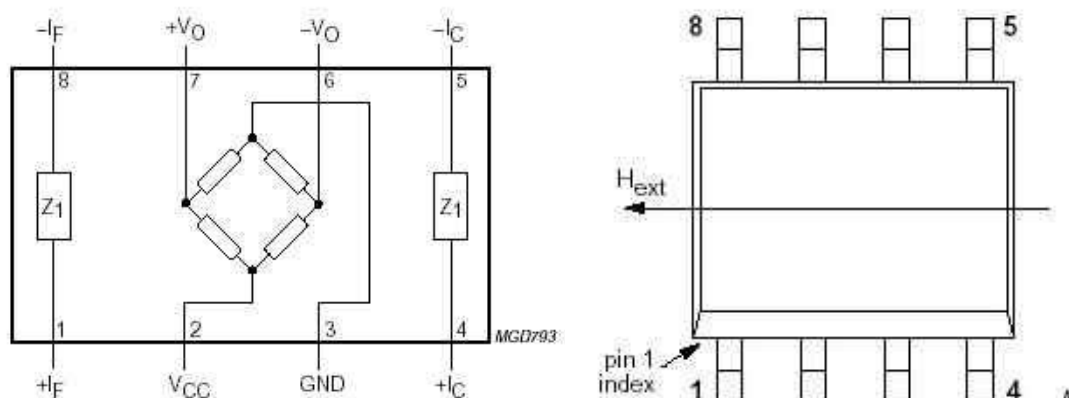
\* elementy dobierane  
(patrz punkt 3.3)

\*\*elementy regulowane  
(patrz punkt 3.4)

|                      |   |                |
|----------------------|---|----------------|
| Wersja1              | <b>DOKUMENTACJA TECHNICZNO - OBSŁUGOWA</b>                          |                |
| KRAKÓW<br>15.01.2005 | Uniwersalne układy wyzwiania spadochronu<br>UUWS 4 i UUWS 4 – IIst. | Strona<br>7/18 |

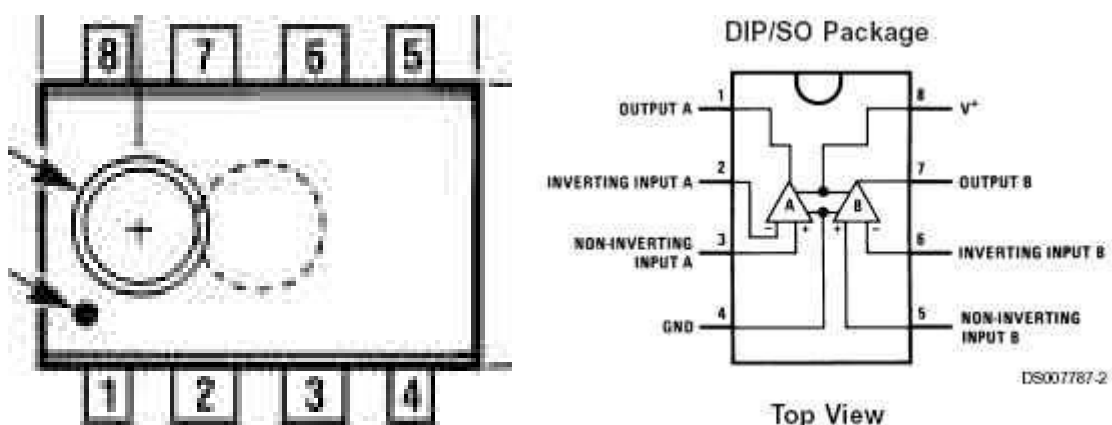
### 3.2 WYPROWADZENIE KOŃCÓWEK

#### ➤ Układ scalony KMZ 51



| parametr                                      | min | typ | max | { } |
|---|-----|-----|-----|-----|
| Napięcie zasilania                            | -   | 5   | 8   | V   |
| Rezystancja mostka między końcówkami 2 i 3    | 1   | -   | 3   | kΩ  |
| Rezystancja cewki resetu między końców. 1 i 8 | 1   | 3   | 5   | Ω   |
| Rekomendowany prąd resetu                     | 0,8 | 1   | 1,2 | A   |
| Czas resetu                                   | 1   | 3   | 100 | μs  |

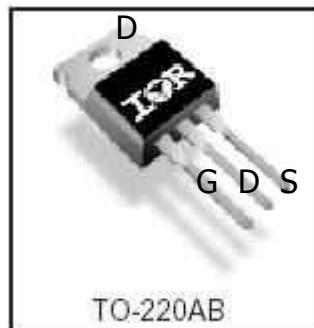
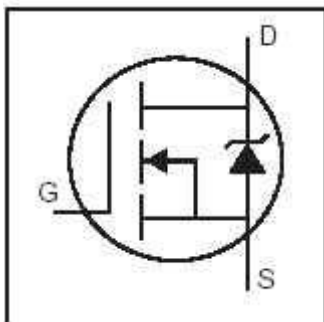
#### ➤ Układ scalony LM358



| PARAMETR                           | min   | typ | max    | { } |
|------------------------------------|-------|-----|--------|-----|
| Napięcie zasilania (Uz)            | 3     | -   | 32     | V   |
| Napięcia wejściowe (Uwe)           | - 0,3 | -   | Uz     | V   |
| Napięcia wejściowe różnicowe       | -     | -   | Uz     | V   |
| Napięcie wyjściowe (Uwy)           | 0     | -   | Uz-1,5 | V   |
| Prąd wyjściowy (Uwy) Uz=15V Uwy=2V | 20    | 40  | -      | mA  |

|                      |   |                |
|----------------------|---|----------------|
| Wersja1              | <b>DOKUMENTACJA TECHNICZNO - OBSŁUGOWA</b>                          |                |
| KRAKÓW<br>15.01.2005 | Uniwersalne układy wyzwiania spadochronu<br>UUWS 4 i UUWS 4 – IIst. | Strona<br>8/18 |

➤ Tranzystor IFRZ44



G – bramka  
D – dren  
S – źródło

| PARAMETR                              | min  | typ | max  | { } |
|---------------------------------------|------|-----|------|-----|
| Napięcie zasilania (Uz) dren - źródło | -    | -   | 55   | V   |
| Napięcia bramki (Ug) bramka - źródło  | - 20 | -   | 20   | V   |
| Opór w stanie włączonym Rd-s          | -    | -   | 16,5 | mΩ  |
| Prąd drenu                            | -    | -   | 49   | A   |
| Prąd drenu w impulsie                 | -    | -   | 160  | A   |
| Napięcie bramki dla Id = 250 μA       | 2    | -   | 4    | V   |
| Napięcie bramki dla Id = 10 A         | -    | 5   | -    | V   |
| Napięcie bramki dla Id = 50 A         | -    | 5,8 | -    | V   |

➤ Pozostałe elementy

Wyprowadzenie pozostałych elementów są standardowe, zależne od producenta. Kondensatory elektrolityczne mają oznakowaną biegunowość poprzez nadruk na obudowie. Wyprowadzenie końcówek diod elektroluminescencyjnych zależne od zastosowanego typu, przy czym najczęściej jedna z nóżek (anoda, czyli część przyłączana do „+” zasilania) jest końcówką dłuższą. W razie wątpliwości można diody przetestować w układzie bateria 4,5 V i opornik około 220 om.



|                      |   |                |
|----------------------|---|----------------|
| Wersja1              | <b>DOKUMENTACJA TECHNICZNO - OBSŁUGOWA</b>                          |                |
| KRAKÓW<br>15.01.2005 | Uniwersalne układy wyzwiania spadochronu<br>UUWS 4 i UUWS 4 – IIst. | Strona<br>9/18 |

### 3.3 ELEMENTY DOBIERANE

W układach elektronicznych UUWS 4 i UUWS 4 – IIst część elementów ma wartości dobierane w zależności od napięcia zasilania, parametrów diod LED, właściwości zapalników itp. Elementy dobierane są zaznaczone gwiazdką w tabeli elementów. Wartości elementów podanych w tabeli odnoszą się do napięcia zasilania równego 9V (najczęściej jest to klasyczna bateria 6F22).

#### ➤ Rezystory R7 i R8

Rezystory te zapewniają ograniczenie prądu potrzebnego do ładowania kondensatorów C4, C5. Ich wartość jest zależna od wydajności baterii, czyli od dopuszczalnej wartości pobieranego z niej prądu, która jeszcze nie powoduje na niej zbyt znaczącego spadku napięcia ( $I_{dop}$ ), oraz od napięcia tej baterii ( $U_z$ ). Minimalną wartość tego oporu możemy wyliczyć wg. wzoru:

$$R = \frac{2 * U_z}{I_{dop}}$$

Dla  $U_z$  w V i  $I_{dop}$  w mA, wartość oporu jest w k $\Omega$ . Wyliczona wartość oporu, jest wartością pojedynczego opornika, czyli R7 lub R8. Wartość tego oporu wpływa bezpośrednio na czas, jaki jest wymagany do pełnego naładowania się kondensatorów (stała czasowa). Wartość tego czasu można obliczyć wg wzoru:

$$t = R * C$$

Dla pojemności w mF i rezystancji w k $\Omega$ , wyliczony czas podany jest w sekundach. Dla zapewnienia pewności prawidłowego działania układów, proponuje się zwiększenie wyliczonych wartości rezystorów R7, R8, o około 30%, oraz ponad dwukrotne przedłużenie wyliczonego czasu, potrzebnego do naładowania się kondensatorów.

#### ➤ Kondensatory C4 oraz C5

Energia zmagazynowana w tych kondensatorach służy do odpalania zapalników Z1 i Z2. Wartość tych pojemności jest uzależniona od właściwości zastosowanych zapalników, oraz od napięcia do jakiego ładują się kondensatory. Bywają zapalniki (np. fabryczne o oporze 3,3  $\Omega$ ), które ulegają zapaleniu się już od kondensatorów 4,7 mF naładowanych do napięcia 6V. Generalnie energia zmagazynowana w kondensatorze:

$$E = U^2 * C$$

|                      |   |                 |
|----------------------|---|-----------------|
| Wersja1              | <b>DOKUMENTACJA TECHNICZNO - OBSŁUGOWA</b>                          |                 |
| KRAKÓW<br>15.01.2005 | Uniwersalne układy wyzwiania spadochronu<br>UUWS 4 i UUWS 4 – IIst. | Strona<br>10/18 |

Jeśli więc napotyka się trudności z odpaleniem zapalnika, większy efekt da zwiększenie napięcia zasilania, niż zwiększenie pojemności. Pojemności tych kondensatorów należy dobrać eksperymentalnie, aż do uzyskania efektu odpalenia zapalnika, przy zasilaniu z przewidzianego do zastosowania źródła zasilania. Podane w tabeli elementów wartości C4, C5 umożliwiają odpalenie większości zapalników przy zasilaniu z baterii 9V. Ważną sprawą jest wprowadzenie do procedury przedstartowej czasu potrzebnego do naładowania się kondensatorów do maksymalnego napięcia. Wartość tego czasu jest zależna od pojemności kondensatorów i wartości rezystancji R7, R8

### **WYLICZENIE CZASU JEST W OPISIE DOBORU ELEMENTÓW R7, R8**

#### ➤ Rezystory R13, R14

Rezystory R13 i R14 służą w połączeniu z diodą LED3 i przyciskiem K4 do testowania stanu baterii. Rezystory te stanowią dzielnik napięcia, z którego napięcie zasila diodę LED. Dla właściwego działania wymagane jest spełnienie dwóch warunków: sumaryczny opór (R13 + R14) ma być na tyle mały, aby obciążać źródło zasilania prądem bliskim maksymalnego, dopuszczalnego ( $I_{dop}$ ) dla danej baterii, oraz proporcja wartości rezystancji R13 do R14 ma być taka, by przy właściwym stanie baterii uzyskać na diodzie LED3 wartość napięcia wystarczającą do jej zaświecenia się. Sumę oporów można wyliczyć z wzoru:

$$R_{sum} = R14 + R13 = \frac{U_z}{I_{dop}}$$

a wartości poszczególnych oporników w/g wzoru:

$$R14 = \frac{R_{sum} * U_D}{U_z}$$

$$R13 = R_{sum} - R14$$

gdzie  $U_D$  jest wartością napięcia okładającego się na diodzie LED w czasie jej świecenia się i zależy od jej typu, a głównie od koloru światła emitowanego przez diodę. Wartość tego napięcia jest podawana w katalogach. Pewnym problemem może być znalezienie wartości dopuszczalnego pobieranego prądu dla danego źródła zasilania. W praktyce można przyjąć taki prąd, który podczas obciążania baterii wywołuje na niej spadek napięcia bliski, ale nie większy niż 10%. Można to sprawdzić obciążając baterię rezystorami o coraz niższej wartości mierząc jednocześnie wartość napięcia na baterii. Gdy znajdziemy już taką wartość oporu, że spadek napięcia na baterii jest bliski 10%, wartość tej rezystancji jest wartością  $R_{sum}$ .

|                      |   |                 |
|----------------------|---|-----------------|
| Wersja1              | <b>DOKUMENTACJA TECHNICZNO - OBSŁUGOWA</b>                          |                 |
| KRAKÓW<br>15.01.2005 | Uniwersalne układy wyzwiania spadochronu<br>UUWS 4 i UUWS 4 – IIst. | Strona<br>11/18 |

➤ Elementy R4, RN2, C3

Elementy te mają wpływ na wartość uzyskiwanych opóźnień pomiędzy zadziałaniem zapalnika Z1, a zadziałaniem zapalnika Z2. Wartość R4 jest podyktowana wydajnością prądową wyjścia WO1 i w pewnej mierze zależy też od napięcia zasilania. Wartość 2,2 kΩ można uznać za wartość wystarczającą i niezmienną. Na czas opóźnienia i zakres jego regulacji najbardziej wpływają wartości RN2 i C3 oraz wartość napięcia dzielnika R9, R10 polaryzującego wejście odwracające WO2. Dla zasilania 9V i wartości RN2 równej 470 kΩ oraz dla wartości C3 równej 10 μF zakres czasów wynosi od około 0,5 s do 8 sekund. Zmiana wartości pojemności C3 z 10 μF na 22 μF daje nam zakres regulacji czasu do 18 sekund. Jako że czas opóźnienia zależy jest od wielu czynników, najprościej zakres jego regulacji określić eksperymentalnie, podczas testowania układu. Oryginalnie układ opiera się na wartościach RN2 = 470 kΩ oraz C3 = 10 μF. W razie potrzeby uzyskania dłuższych czasów należy wymienić C3 na kondensator 22 μF lub nawet więcej.

➤ Rezystor RZ1

Rezystor RZ1 jest oporem, którego zadaniem jest zmniejszenie napięcia zasilania układu scalonego czujnika pola magnetycznego KMZ51, względem napięcia baterii zasilającej. Z parametrów KMZ51 wynika tylko, że nie należy przekraczać na nim napięcia zasilania 8V, a najczęściej stosowanym napięciem jest napięcie 5V. W układzie UUWS 4 lepiej, aby napięcie zasilania układu KMZ wynosiło od 3 do 4V. Dzięki temu szybciej następuje zadziałanie dodatniego sprzężenia zwrotnego na R3, D1. Przy niższym napięciu zasilania spada nieznacznie czułość KMZ51, co poniekąd wydaje się być korzystne ze względu na mniejszą podatność na zakłócenia. Wartość oporu RZ1 jest uzależniona od napięcia zasilania i sumarycznej rezystancji mostka wewnątrz układu KMZ51. Wartość rezystancji RZ1 można wyliczyć ze wzoru:

$$RZ1 = R_{KMZ} * \frac{U_z - U_{KMZ}}{U_{KMZ}}$$

gdzie  $R_{KMZ}$  to rezystancja mostka układu KMZ51 między nóżkami 2 a 3,  $U_{KMZ}$  to wymagane napięcie zasilania układu KMZ51. Dla średniej wartości  $R_{KMZ} = 2 \text{ k}\Omega$ , napięcia baterii = 9V i napięcia zasilania układu KMZ51 ( $U_{KMZ}$ ) = 4V, wartość RZ1 wynosi około 2.2 kΩ.

|                      |   |                 |
|----------------------|---|-----------------|
| Wersja1              | <b>DOKUMENTACJA TECHNICZNO - OBSŁUGOWA</b>                          |                 |
| KRAKÓW<br>15.01.2005 | Uniwersalne układy wyzwiania spadochronu<br>UUWS 4 i UUWS 4 – IIst. | Strona<br>12/18 |

➤ Rezystor R15

Wartość tej rezystancji jest uzależniona od napięcia zasilania I dopuszczalnego dla ciągłej pracy prądu zasilania diody LED4. Wartość oporu można wyliczyć ze wzoru:

$$R15 = \frac{U_Z - U_{LED4}}{I_{LED4}}$$

gdzie  $I_{LED4}$  jest wartością prądu diody LED4, a  $U_{LED4}$  jest wartością spadku napięcia na tej diodzie, przy zasilaniu jej prądem  $I_{LED4}$ . Dla wartości prądu w mA, wartość rezystancji w  $k\Omega$ . Jako  $U_{LED4}$  można przyjąć około 3,5V. Wartość tego napięcia można odczytać z danych katalogowych konkretnego zastosowanego typu diody. Należy tutaj zwrócić uwagę na fakt, że nie zawsze jest potrzebne zasilanie diody prądem zbliżonym do maksymalnego. Należy ten prąd (a co za tym idzie, jasność świecenia LED4) dobrać tak, by całość czujnika bezwładnościowego pracowała prawidłowo. Parametr prądu zasilania LED4 jest więc w bezpośrednim powiązaniu z właściwościami zastosowanego fotoopornika FR. Jednakże w praktyce przyjęcie prądu zasilania LED4 równego 20 mA wydaje się być rozsądnym kompromisem.

### 3.4 ELEMENTY REGULOWANE

➤ RN1

Rezystorem nastawnym RN1 można wyregulować kąt odchylenia płytki drukowanej od pionu, przy którym nastąpi przerzut stanu wyjścia WO1 z niskiego na wysoki, czyli przy którym nastąpi zadziałanie zapalnika Z1.

➤ RN2

Rezystor ten służy do nastawienia wymaganego dla określonych potrzeb czasu opóźnienia pomiędzy zadziałaniem Z1, a Z2. Patrz punkt 3.3

➤ RN3

Wyregulowanie tego opornika nastawnego jest jednym z warunków poprawnego działania czujnika bezwładnościowego. Ustawione na suwaku RN3 napięcie (a co za tym idzie napięcie na wyprowadzeniu „B” czujnika bezwładnościowego) powinno stanowić wartość środkową napięć pojawiających się na wyprowadzeniu „A” czujnika dla stanów oświetlonego i nieoświetlonego fotorezystora FR. Przykładowo: jeśli dla oświetlonego FR napięcia na wyprowadzeniu „A” wynosi 7,5V, a dla nieoświetlonego wynosi 0,5V, to wartość napięcia na wyprowadzeniu „B” (wyregulowana RN3) powinna wynosić:  $7,5 - 0,5 = 7V$ ,  $7V/2 = 3,5V$ ,  $3,5V + 0,5V = 4V$ . I przydatny wzór:

|                      |  |                 |
|----------------------|--|-----------------|
| Wersja1              | <b>DOKUMENTACJA TECHNICZNO - OBSŁUGOWA</b>                         |                 |
| KRAKÓW<br>15.01.2005 | Uniwersalne układy wyzwalań spadochronu<br>UUWS 4 i UUWS 4 – IIst. | Strona<br>13/18 |

$$U_B = U_{A-L} + \frac{U_{A-H} - U_{A-L}}{2}$$

gdzie  $U_B$  to wartość potrzebna do nastawienia za pomocą RN3 napięcia na wyprowadzeniu „B” czujnika bezwładnościowego,  $U_{A-L}$  to wartość napięcia na wyprowadzeniu „A” dla stanu niskiego (FR nieoświetlony),  $U_{A-H}$  to wartość napięcia na wyprowadzeniu „A” dla stanu wysokiego (FR oświetlony)

➤ RN4

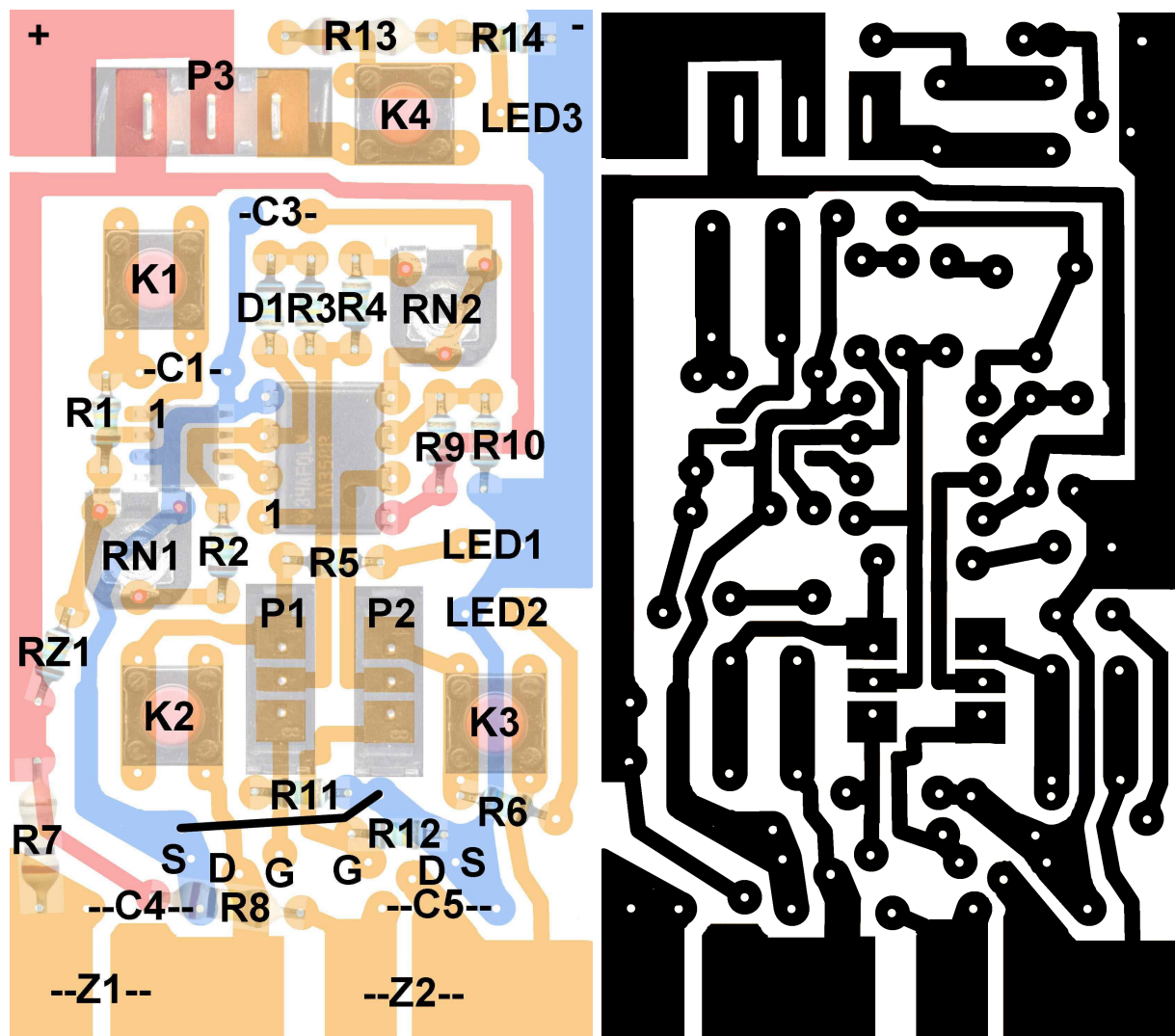
Ten rezystor nastawny służy do takiego wyregulowania napięć na wyprowadzeniu „A” czujnika bezwładnościowego, by w zależności od stanu FR (oświetlony lub nieoświetlony) uzyskać najszerszy zakres napięć wyjściowych. Dla jednego zastosowanego typu FR można nawet zrezygnować z zastosowania tego rezystora nastawnego, wstawiając w jego miejsce rezystor o stałej wartości.

#### 4. PŁYTKA DRUKOWANA

Układy UUWS 4 i UUWS 4 IIst. są montowane na płytkach szklano-epoksydowych jednostronnie laminowanych miedzią, po wcześniejszym wytrawieniu na nich ścieżek metodą fotochemiczną. Główna część płytki posiada rozmiary 3,6 cm / 6,3 cm. Końcówki do baterii i zapalników wyprowadzono na przewodach. Kondensatory C4, C5 są lutowane i montowane po stronie ścieżek. Dla wygody tranzystory T1, T2 zamontowano po wcześniejszym obcięciu radiatorów. Szczegółowy układ ścieżek wraz w miejscem montażu poszczególnych elementów przedstawiają rysunki. Dla ułatwienia zrozumienia przebiegu ścieżek zaznaczono kolorem błękitnym ścieżki masy, a kolorem różowym ścieżki zasilania (+). Na każdej płytce znajduje się jedno połączenie mostkowe, wykonane izolowanym przewodem, łączące ścieżki masy. Układ scalony czujnika pola magnetycznego KMZ 51 jest lutowany bezpośrednio do ścieżek miedzianych (jest to układ do montażu powierzchniowego, czyli SMD). Końcówki 4 i 5 tego układu scalonego pozostawiono w stanie swobodnym. Ze względu na sposób montażu układów KMZ51, płytka jest przeznaczona do montażu PIONOWEGO w modelach raket, w sposób taki, że podłączenie baterii oraz przełącznik zasilania znajdują się na górze (skierowane w stronę głowicy), a wyjścia zapalników stanowią dół płytki (która ma być w modelu skierowana w stronę silnika).

|                      |  |                 |
|----------------------|--|-----------------|
| Wersja1              | <b>DOKUMENTACJA TECHNICZNO - OBSŁUGOWA</b>                           |                 |
| KRAKÓW<br>15.01.2005 | Uniwersalne układy wyzwalania spadochronu<br>UUWS 4 i UUWS 4 – IIst. | Strona<br>14/18 |

#### 4.1 UUWS 4 – rysunki płytki z rozmieszczeniem na niej elementów



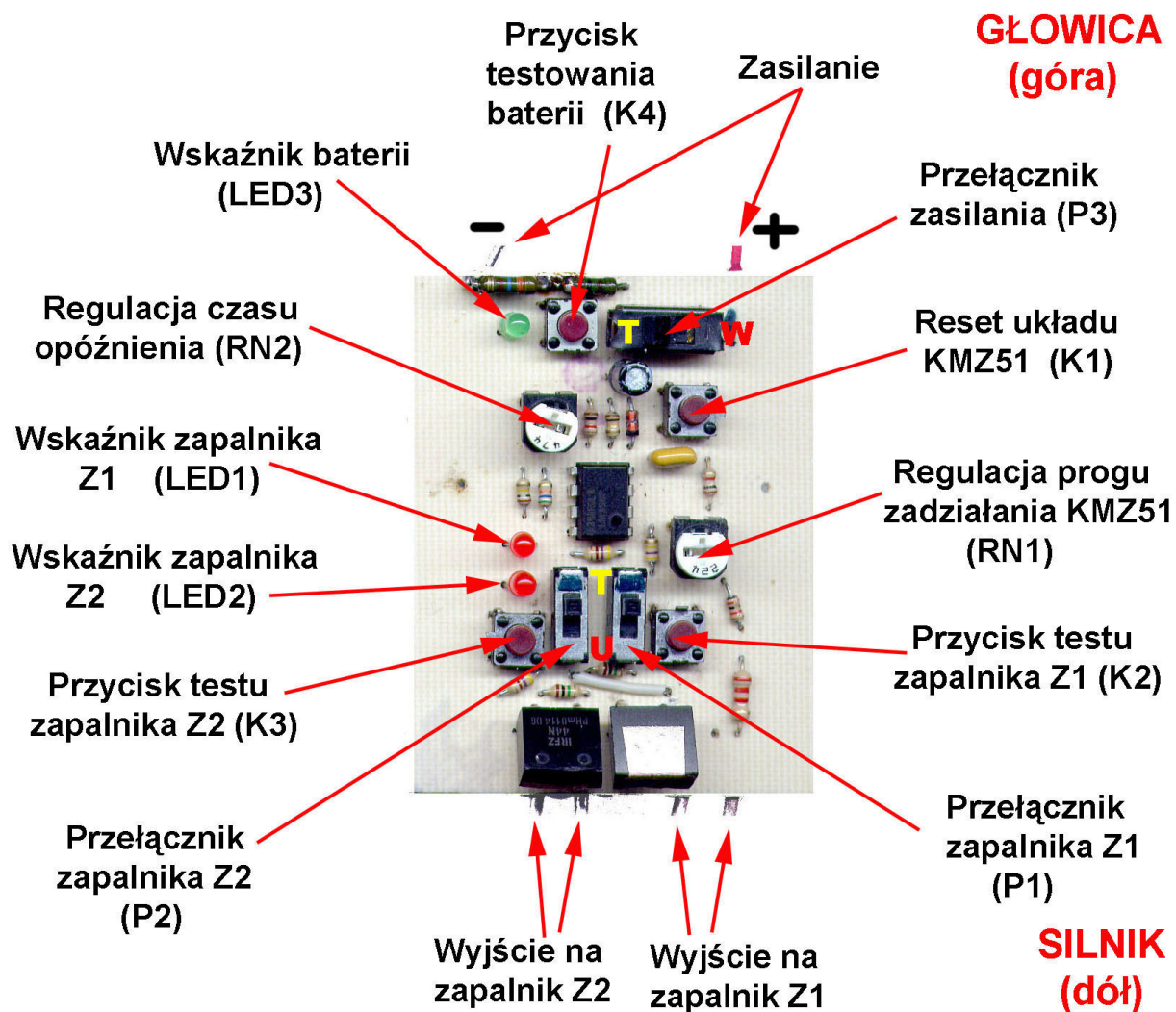
Rysunek płytki drukowanej oraz rozmieszczenie elementów (uwaga! Widok elementów od strony ścieżek)

Układ ścieżek drukowanych (rozmiar rzeczywisty płytki to 6,3 cm / 3,6 cm)

Płytki wykonano z laminatu szklano-epoksydowego jednostronnie miedziowanego. Ścieżki wykonano metodą fotochemiczną. Jedynymi elementami montowanymi od strony ścieżek jest układ KMZ51 i kondensatory C4, C5.

|                      |   |                 |
|----------------------|---|-----------------|
| Wersja1              | <b>DOKUMENTACJA TECHNICZNO - OBSŁUGOWA</b>                          |                 |
| KRAKÓW<br>15.01.2005 | Uniwersalne układy wyzwiania spadochronu<br>UUWS 4 i UUWS 4 – IIst. | Strona<br>15/18 |

#### 4.2 Zdjęcie gotowego układu UUWS 4 z opisem elementów regulacji i obsługi

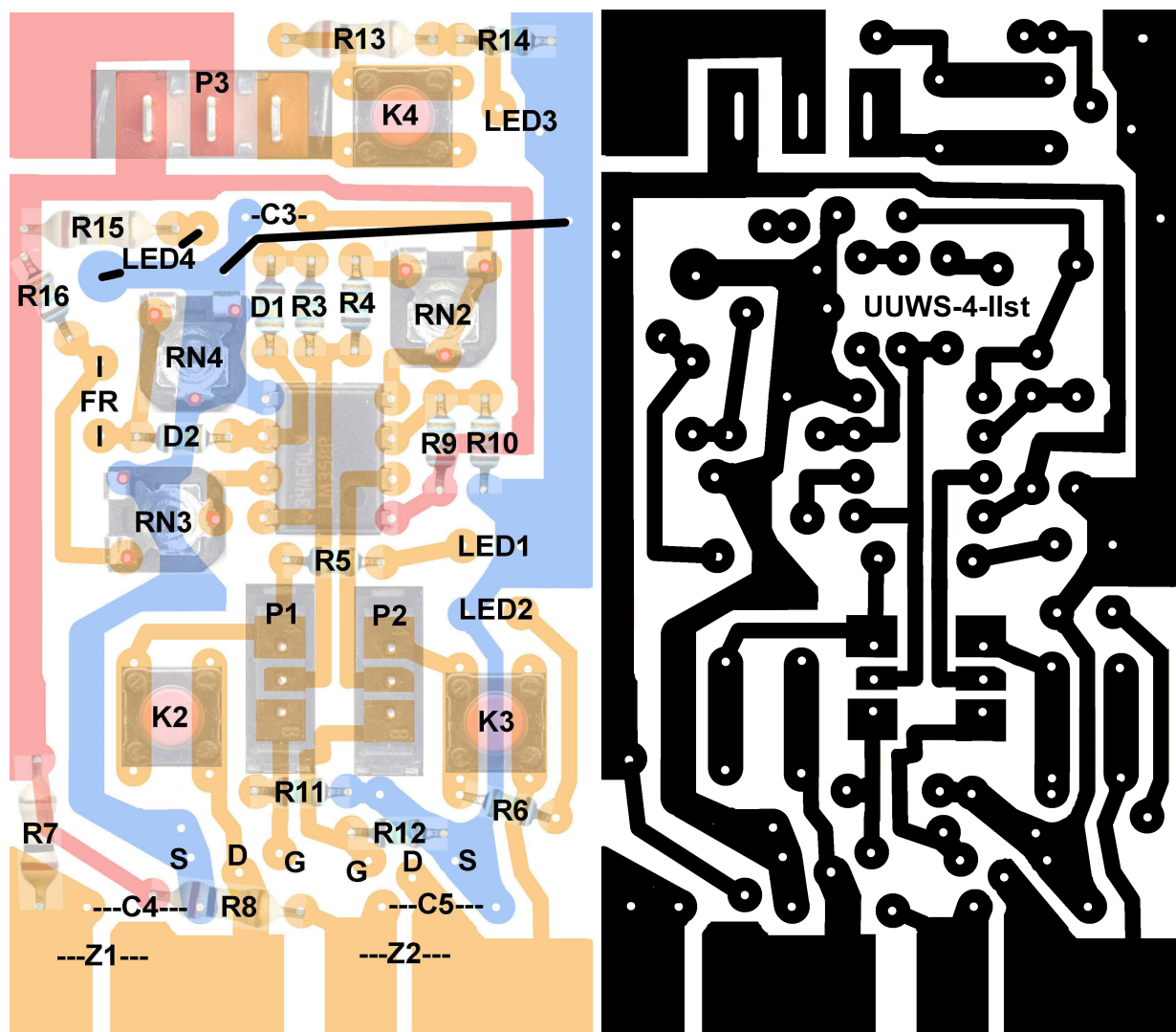


Zdjęcie przedstawia gotową płytkę układu UUWS 4, z opisem elementów regulacji i obsługi. Sprawą BARDZO ważną jest montowanie płytki układu UUWS 4 w modelu w sposób opisany na rysunku, czyli wyprowadzenie na baterię mają się znajdować na górze, a wyprowadzenie zapalników na dole pionowo zamontowanej w modelu płytki. Jest to istotne dla działania układu, gdyż układ czujnika pola magnetycznego musi być odpowiednio zorientowany w przestrzeni. Żółtymi literami „T” oznaczono pozycje przełączników w trakcie testowania baterii lub układu. Czerwoną literą „U” oznaczono położenie przełączników P1, P2 dla uzbrojonych zapalników (czyli również testowania tych zapalników). Czerwoną literą „W” oznaczono pozycję przełącznika zasilania – „Włączono”.



|                      |  |                 |
|----------------------|--|-----------------|
| Wersja1              | <b>DOKUMENTACJA TECHNICZNO - OBSŁUGOWA</b>                           |                 |
| KRAKÓW<br>15.01.2005 | Uniwersalne układy wyzwalania spadochronu<br>UUWS 4 i UUWS 4 – IIst. | Strona<br>16/18 |

### 4.3 UUWS 4 IIst.



Rysunek płytki drukowanej oraz rozmieszczenie elementów (uwaga! Widok elementów od strony ścieżek)

Układ ścieżek drukowanych (rozmiar rzeczywisty płytki to 6,3 cm / 3,6 cm)

Płytki wykonano z laminatu szklano-epoksydowego jednostronnie miedzianego. Ścieżki wykonano metodą fotochemiczną. Jedynymi elementami montowanymi od strony ścieżek są kondensatory C4, C5.



|                      |  |                 |
|----------------------|--|-----------------|
| Wersja1              | <b>DOKUMENTACJA TECHNICZNO - OBSŁUGOWA</b>                         |                 |
| KRAKÓW<br>15.01.2005 | Uniwersalne układy wyzwalań spadochronu<br>UUWS 4 i UUWS 4 – IIst. | Strona<br>17/18 |

## 5. ZASADY BEZPIECZNEGO UŻYTKOWANIA

### 5.1 UUWS 4

- Nie zbliżać do płytki dużych elementów z ferromagnetyków bądź magnesów.
- Podczas testowania układów elektronicznych (przełącznik P1 w pozycji „test”) NIE WCISKAĆ przycisku testu zapalnika Z1 (przycisk K2). Jego przypadkowe bądź celowe wciśnięcie spowoduje poprzez podanie wysokiego napięcia z drenu tranzystora T1 na rezystor R3 i diodę D1, co spowoduje wysterowanie WO1 i jego „zatrzaśnięcie” się na wysokim napięciu na wyjściu. Gdyby przełącznik P2 był w pozycji „uzbrojony”, nastąpiło by (po upływie czasu opóźnienia) odpalenie zapalnika Z2. Również przełączenie dowolnego przełącznika zapalników (P1, P2) z pozycji „test” na pozycję „uzbrojony”, spowodowało by odpalenie zapalników. Jednocześnie wciśnięcie przycisku K3 w pozycji „test” przełącznika P2, może spowodować uszkodzenie wzmacniacza operacyjnego WO2.
- Przestrzegać w użytkowaniu procedury przedstartowej, stanowiącej załącznik nr. 2
- Wszelkie regulacje i obsługę wykonywać ostrożnie. Dotyczy to sytuacji, gdy przełączniki P1, P2 są w pozycji „uzbrojony” i gdy zapalniki są już podpięte do układu.
- Nie stosować zapalników wyzwalań prądem poniżej 50 mA, gdyż testowanie tych zapalników w układzie (K2, K3, R5, R6, LED1, LED2) może spowodować ich odpalenie.
- Nie zmieniać pozycji przełączników zapalników Z1, Z2 (przełączniki P1, P2) ze stanu „test” na „uzbrojony” w czasie, gdy w pozycji „test” tych przełączników świeciła którakolwiek z diod LED1 lub LED2.
- Po testach (przełączniki P1, P2 w pozycji „test”) należy wykasować układ poprzez wyłączenie zasilania. W tym stanie diody LED1, LED2 świecą w dalszym ciągu, gdyż są zasilane (jak i cały układ) z energii zmagazynowanej w kondensatorach C4, C5. Należy poczekać na zgaszenie się diod (czyli około 15 sekund) i dopiero wtedy można włączyć zasilanie. Włączenie zasilania przed upływem tego czasu nie powoduje wyzerowania się stanu układu elektronicznego, czyli wygaszenia się diod LED symulujących odpalenie zapalników.
- Okresowo testować układy wykonawcze podpinając zamiast zapalników przewody z dolutowaną żaróweczką.

|                      |   |                 |
|----------------------|---|-----------------|
| Wersja1              | <b>DOKUMENTACJA TECHNICZNO - OBSŁUGOWA</b>                          |                 |
| KRAKÓW<br>15.01.2005 | Uniwersalne układy wyzwiania spadochronu<br>UUWS 4 i UUWS 4 – IIst. | Strona<br>18/18 |

## 6. PARAMETRY URZĄDZENIA UUWS 4 ORAZ UUWS 4 IIst

### 6.1 UUWS 4

|   |               |
|---|---------------|
| napięcie zasilania.....                               | 9V            |
| prąd zasilania statyczny.....                         | 3mA           |
| prąd testu baterii.....                               | 65mA          |
| prąd zasilania początkowy.....                        | 85mA          |
| prąd zasilania (świeci LED1).....                     | 14mA          |
| prąd zasilania (świeci LED1,2).....                   | 25mA          |
| temperatury stosowania.....                           | -18 do +40 °C |
| zakres czasów opóźnienia (C3 = 10µF).....             | 0,5 – 8 s     |
| zakres regulacji kąta wyzwiania (względem pionu)..... | 0 – 180 °     |
| masa (bez zapalników i baterii).....                  | 47 g          |
| rozmiar płytki.....                                   | 36 / 63 mm    |
| położenie środka ciężkości (od góry płytki).....      | ok. 37 mm     |