

Przedsiębiorstwo Badawczo-Produkcyjne

**OPTEL** Sp. z o.o.

ul. Otwarta 10a

PL-50-212 Wrocław

tel.: +48 (071) 329 68 54

fax.: +48 (071) 329 68 52

e-mail: [optel@optel.pl](mailto:optel@optel.pl)

<http://www.optel.pl>

---

Ultradźwiękowy generator mocy

MARP wersja 1.3

02.02.2007

## **Dokumentacja techniczno-ruchowa**

---

Spółka zarejestrowana w Rejestrze Przedsiębiorców przez Sąd Rejonowy dla Wrocławia Fabrycznej VI Wydział

Gospodarczy Krajowego Rejestru Sądowego

pod nr KRS 0000124439. NIP: PL8981047033 REGON: 008375538.

Wysokość kapitału zakładowego 364.500 PLN (trzysta sześćdziesiąt cztery tysiące pięćset złotych).

## Spis treści

1. Opis techniczny
  - 1.1 Przeznaczenie
  - 1.2 Budowa
  - 1.3 Dane techniczne
  - 1.4 Schemat blokowy – zasada działania
2. Instalacja, obsługa, eksploatacja
  - 2.1 Opis wyprowadzeń
  - 2.2 Uruchomienie i serwisowanie
  - 2.3 Obsługa – protokół komunikacji
3. Spis załączników

## 1. Opis techniczny

### 1.1 Przeznaczenie

Generator jest częścią urządzenia do terapii ultradźwiękowej i przeznaczony jest do zamontowania w obudowie, ograniczającej bezpośredni do niego dostęp.

### 1.2 Budowa

Generator wykonany jest w formie modułu, w skład którego wchodzi: płytka pcb sterowania A+C, płytka pcb Mocy oraz radiator ekranujący. Całość modułu w zabudowie kanapkowej.

### 1.3 Dane techniczne

**Częstości pracy:** 1 i 3MHz, przełączane;

**Maksymalna moc** ciągła na wyjściu: 30W;

**Dwa zamienne wyjścia** zasilające dwie głowice

**Dopasowanie impedancyjne** do dwuczęstotliwościowych (1 i 3MHz) głowic ultradźwiękowych 1cm<sup>2</sup>, 4 - 5cm<sup>2</sup> i 10 - 12cm<sup>2</sup>;

**Tryb pracy ciągłej**

**Tryb pracy impulsowej** o regulowanej częstotliwości powtarzania impulsu w zakresie: 10-150Hz; z krokiem 10Hz.

**Regulowany skokowo współczynnik wypełnienia impulsu:** 5%, 10%, 20%, 25%, 50%, 100%; z krokiem 5%.

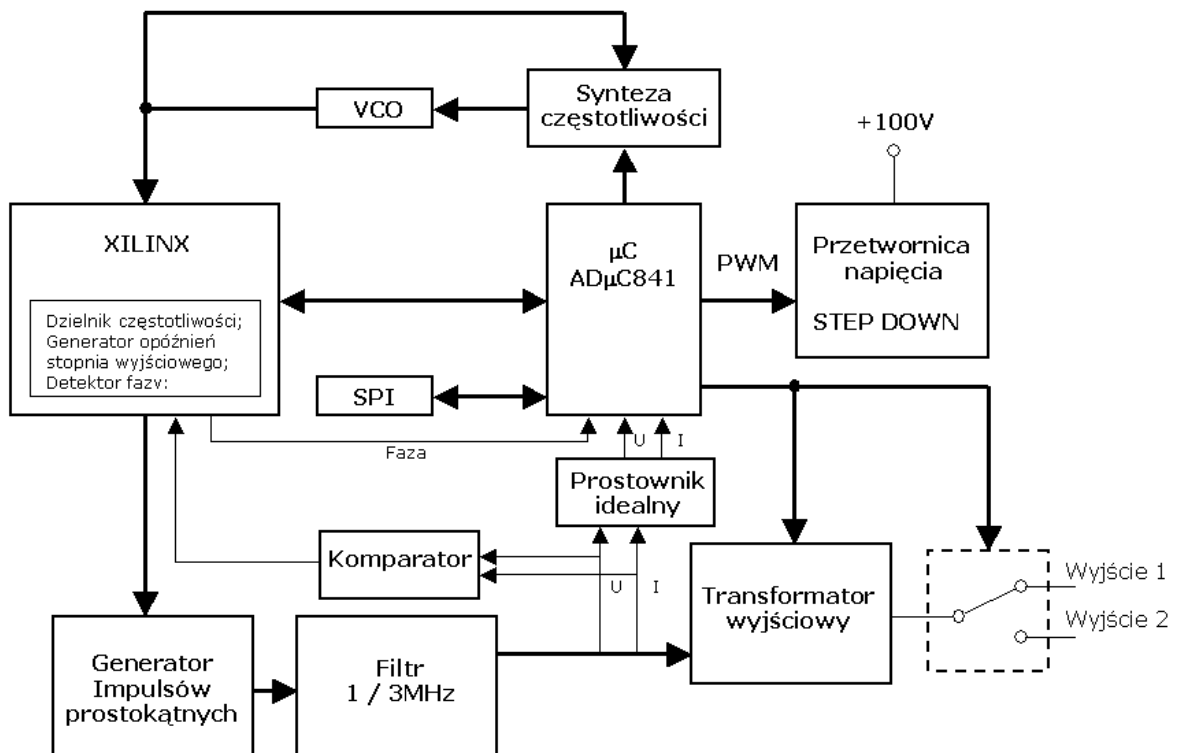
**Moc wyjściowa** regulowana w zakresie: 5-100%;

**Obwód sprzężenia zwrotnego** umożliwiający stwierdzenie niedostatecznego kontaktu głowicy ze skórą pacjenta;

**Wyjścia z transformatorowym odizolowaniem** galwanicznym pozwalające na podłączenie napięcia stałego do jednej elektrody przetwornika.

**Wszystkie parametry zmienne** są regulowane przy pomocy linii cyfrowych o standardzie 3,3 V.

## 1.4 Schemat blokowy – zasada działania



Rys. 1 Schemat ideowy generatora

## 2. Instalacja, obsługa, eksploatacja

### 2.1 Opis wyprowadzeń

**Zasilanie** - złącze J9; Typ KK 3,93mm

pin 1: +100VDC  
pin 2: GND  
pin 3: NC  
pin 4: +12VDC  
pin 5: GND  
pin 6: -12VDC  
pin 7: GND  
pin 8: +5VDC

**Wyjścia do przetworników** – złącze wyjście 1 - J2,  
wyjście 2 - J1, Typ Wago

pin 1: sygnał

pin 2: GND

**SPI** - złącze J1; Typ KK raster 2,54

pin 1: SCK

pin 2: SS

pin 3: MOSI

pin 4: MISO

**RS232** (złącze dla programatora  $\mu$ C) – złącze J7; Typ Goldpin

pin 1: RX

pin 2: GND

pin 3: TX

**JTAG** (złącze dla programatora Xilinx) - J13; Typ Goldpin

pin 1: +5V

pin 2: GND

pin 3: TDO

pin 4: TDI

pin 5: TCK

pin 6: TMS

Adnotacja:

Wyprowadzenia numerowane są począwszy od góry i lewej strony.

## 2.2 Uruchomienie i serwisowanie

Po zmontowaniu generatora należy uruchamiać jego fragmenty sekwencyjnie według przepisu:

1. Podłączyć wyłącznie zasilanie +5V
2. Sprawdzić pobór prądu na linii +5V; Prawidłowo 400mA
3. Sprawdzić napięcie zasilania +5V układów scalonych:

### **Płytki A+C:**

U1 – nóżka numer: 16

U2 - nóżka numer: 14

U4 - nóżki numer: 5,20,34,48

U5 - nóżka numer: 14

U6 - nóżka numer: 14

U7 - nóżka numer: 16

U8 - nóżka numer: 14

U13 - nóżka numer: 15,16  
U14 - nóżka numer: 3  
U17 - nóżka numer: 21,32,41

**Płytki Mocy:**

U1 - nóżka numer: 14  
U2 - nóżka numer: 9

4. Wyłączyć zasilanie, zewrzeć zworkę J3 i ponownie włączyć zasilanie aby wejść do trybu programowania mikrokontrolera U4.
5. Zaprogramować mikrokontroler U4 poprzez złącze J7 (RS232)
6. Zaprogramować układ J5 poprzez złącze J13 (JTAG)
7. Dołączyć zasilania +12 i -12V
8. Sprawdzić pobór prądu na liniach +12 i -12V
9. Sprawdzić napięcie zasilania +12V układów scalonych:

**Płytki A+C:**

U3 - nóżka numer: 2  
U9 - nóżka numer: 8  
U10 - nóżka numer: 8  
U11 - nóżka numer: 8  
U12 - nóżka numer: 8  
U14 - nóżka numer: 16

**Płytki Mocy:**

U2 - nóżka numer: 3

10. Sprawdzić napięcie zasilania -12V układów scalonych:

**Płytki A+C:**

U9 - nóżka numer: 4  
U10 - nóżka numer: 4  
U11 - nóżka numer: 4  
U12 - nóżka numer: 4

11. Sprawdzić napięcie zasilania +3.3V i -3.3V układu U16:

**Płytki A+C:**

U16 - nóżka numer: 10

12. Sprawdzić napięcie odniesienia przetwornika A/C +5V REF

**Płytki A+C:**

U3 - k.6

13. Sprawdzić poprawność komunikacji z generatorem poprzez interfejs SPI – patrz punkt 2.3 DTR

14. Wpisać następujące ustawienia i włączyć generator:

częstotliwość: 1000kHz  
tryb pracy: ciągła  
rodzaj przetwornika: 10cm<sup>2</sup>  
moc: 1W  
wyjście: nr 1

15. Sprawdzić impulsy sterujące przetwornicą napięcia:

**Płytki A+C:**

Złącze J12  
pin 7 - przebieg prostokątny o poziomach TTL,  
f = 50kHz, wypełnienie około 2%  
pin 9 - przebieg prostokątny o poziomach TTL,  
f = 50kHz, wypełnienie około 90%

**Płytki Mocy:**

bramka tranzystora Q13 - przebieg prostokątny,  
AP-P = 10V, f = 50kHz, wypełnienie około 2%  
bramka tranzystora Q14 - przebieg prostokątny,  
AP-P = 10V, f = 50kHz, wypełnienie około 90%

16. Sprawdzić impulsy sterujące tranzystorami stopnia wyjściowego generatora

**Płytki A+C:**

Złącze J12  
pin 3 - przebieg prostokątny o poziomach TTL, f =  
częstotliwość pracy generatora, wypełnienie 50%  
pin 5 - przebieg prostokątny o poziomach TTL, f =  
częstotliwość pracy generatora, wypełnienie 50%.  
Przebiegi te powinny być względem siebie zanegowane

**Płytki Mocy:**

bramka tranzystora Q3 - przebieg prostokątny,  
AP-P = 17V, f = częstotliwość pracy generatora,  
wypełnienie 50%  
bramka tranzystora Q4 - przebieg prostokątny,  
AP-P = 17V, f = częstotliwość pracy generatora,  
wypełnienie 50%.  
Przebiegi te powinny być względem siebie zanegowane

17. Powtórzyć punkt 16 dla różnych częstotliwości pracy generatora (900kHz, 1000kHz, 1100kHz, 3000kHz, 3100kHz i 3200kHz)

18. Wyłączyć zasilanie generatora

19. Podłączyć przetwornik 10cm<sup>2</sup>
20. Dołączyć napięcie zasilania +100V
21. Włączyć generator i sprawdzić poprawną pracę wszystkich funkcji (zmieniając nastawy, tryb pracy, częstotliwość i wypełnienie impulsów; moc wyjściową, etc.) generatora obserwując przebieg napięcia wyjściowego na ekranie oscyloskopu.

### 2.3 Protokół komunikacji

Specyfikacja komunikacji pomiędzy urządzeniem nadrzędnym (MASTER) i ultradźwiękowym generatorem mocy (SLAVE)

1. Transmisja odbywa się przy pomocy magistrali SPI.
2. Parametry transmisji: częstotliwość: do 100kHz,  
CPOL: 0 (stan spoczynku - niski);  
CPHA: 1 (strob zboczem opadającym).
3. Formaty ramek wysyłanych do generatora:
  - a. Zapisz nastawy parametrów w generatorze (rozmiar: 10B) – komenda ta może być wykonana przez generator tylko w momencie gdy generator jest wyłączony. Generator powinien być zabezpieczony przed zapisem nastaw parametrów w stanie pracy:

Kod komendy	Częstotliwość	Rodzaj przetwornika	Rodzaj pracy	Parametry pracy	Moc	Wyjście
0x01	2B	1B	1B	2B	2B	1B

- ) Częstotliwość (2B) [kHz] – np. wartość 972 dziesiętnie oznacza 972kHz
- ) Rodzaj przetwornika (1B): 1 - > 1cm<sup>2</sup>, 2 - > 5cm<sup>2</sup>, 3 - > 10cm<sup>2</sup>
- ) Rodzaj pracy (1B): 1 -> praca ciągła, 2 -> praca impulsowa
- ) Parametry pracy (2B) (dotyczy tylko pracy impulsowej; w przypadku pracy ciągłej wartości w tym parametrze będą zerowe): pierwszy bajt – wypełnienie: 5 – 95% z krokiem co 5%; drugi bajt – częstotliwość burstu: 10 – 150Hz z krokiem co 10Hz
- ) Moc (2B) – podawana w dziesiętnych częściach Wata
- ) Wyjście (1B) – 1 – wyjście mocy nr 1, 2 – wyjście mocy nr2

b. Odczytaj nastawy:

Kod komendy
0x02

W odpowiedzi generator wysyła ramkę (rozmiar: 10B):

Kod komendy	Częstotliwość	Rodzaj przetwornika	Rodzaj pracy	Parametry pracy	Moc	Wyjście
0x02	2B	1B	1B	2B	2B	1B

c. Odczytaj nastawy:

Kod komendy
0x03

W odpowiedzi generator wysyła ramkę (rozmiar: 4B):

Kod komendy	Moc	Dopasowanie
0x03	2B	1B

bajt 0 - aktualna moc (bajt wysoki)

bajt 1 - aktualna moc (bajt niski)

bajt 2 - dopasowanie (0x00h - brak, 0x01 - jest)

sygnał /CS jak podczas każdej innej transmisji powinien być ustawiony w stan niski przez Mastera.

d. Włącz generator (zawsze przed pierwszym włączeniem generatora konieczne jest wysłanie ramki z parametrami):

Kod komendy
0x04

e. Wyłącz generator

Kod komendy
0x05

f. Parametry dopasowania

Kod komendy	Impedancja w stanie niedopasowania	Impedancja w stanie dopasowania	[%] dopasowania	[%] niedopasowania
0x06	2B	2B	1B	1B

- ) Impedancja w formacie: dla 12,22Ohm wysyłamy 2B = 1222 (np.: 12,22 \* 100)
- ) [%] dopasowania 1B = 10; to znaczy : Imp dopasowania  $\pm 10\%$
- ) [%] niedopasowania 1B = 10; to znaczy: : Imp niedopasowania  $\pm 10\%$

#### 4. Poprawność przesłania ramki potwierdza się rozkazem z **mastera 0x00**.

Slave odpowiada:

(ack = 0x61h, error = 0x65h)

Jeśli transmisja ramki nie powiodła się w całości, wówczas ramka jest odrzucona.

Przykład protokołu:

Wysłanie ramki:

1. master ustawia sygnał CS w stan niski
2. master nadaje ramkę rozkazu (czyli jeden bajt)
3. jeśli ramka nie odczytuje niczego z generatora to skok do punktu 5
4. slave wysyła dane w takt zegara dyktowanego przez master
5. slave wysyła bajt potwierdzenia (ack = 0x61h, error = 0x65h)  
w takt sygnału zegarowego z mastera
6. master ustawia sygnał CS w stan wysoki

Dodatkowe informacje:

Bajt 0x00 jest bajtem neutralnym, tzn. jest wysyłany przez mastera gdy chcemy odczytać coś ze slave'a. Transmisja SPI od slave'a do mastera jest możliwa tylko w przypadku gdy master coś wysyła, ponieważ to on nadaje sygnał zegarowy. W związku z czym najlepiej jest wysyłać bajt 0x00 ponieważ mamy pewność, że ten bajt nie zostanie błędnie zinterpretowany przez slave'a jako nowa komenda. Generator MARP potwierdza każdą odebraną ramkę bajtem potwierdzenia (ramka poprawna = 0x61, ramka błędna = 0x65 - np podane wartości częstotliwości są poza dozwolonym zakresem), jednakże aby był w stanie nadać ten bajt to master musi wysłać bajt 0x00.

Podsumowując:

- każda ramka wysyłana przez mastera zaczyna się od bajtu komendy

- następnie wysyłane są bajty zawarte w ramce, w przypadku gdy ustawienia są przesyłane do generatora, on w tym samym momencie wysyła bajt 0x00, gdy dane są odczytywane z generatora - master wysyła bajt 0x00.
- na koniec ramki master wysyła jeszcze jeden bajt = 0x00 aby odczytać bajt potwierdzenia z generatora.

### 3. Lista załączników

1. Spis elementów – lista elementów.xls
2. Schematy ideowe części cyfrowej – C+A.sch – format protel
3. Schematy ideowe części cyfrowej – C+A.pdf
4. Schemat ideowy części mocy – Power.sch – format protel
5. Schemat ideowy części mocy – Power.pdf
6. Projekt płytki pcb części cyfrowej – C+A.pcb
7. Projekt płytki pcb części mocy – Power.pcb
8. Rysunek radiatora – Radiator.pcb
9. Schemat montażowy – rozmieszczenie elementów - części cyfrowej (bottom) – Bottom Layer C+ A.pdf
10. Schemat montażowy – rozmieszczenie elementów - części cyfrowej (top) – Top Layer C+ A.pdf
11. Schemat montażowy – rozmieszczenie elementów - części mocy (bottom) – Bottom Layer Power .pdf
12. Schemat montażowy – rozmieszczenie elementów - części cyfrowej (top) – Top Layer Power.pdf

