

Wspólną cechą układów opisywanych w dziale "Miniprojekty" jest łatwość ich praktycznej realizacji. Zmontowanie układu nie zabiera zwykle więcej niż dwa, trzy kwadranse, a z jego uruchomieniem można poradzić sobie w ciągu kilkunastu minut. "Miniprojekty" mogą być układami stosunkowo skomplikowanymi funkcjonalnie, lecz prostymi w montażu i uruchamianiu, gdyż ich złożoność i inteligencja jest zawarta w układach scalonych. Wszystkie projekty opisywane w tej rubryce są wykonywane i badane w laboratorium AVT. Większość z nich wchodzi do oferty kitów AVT jako wyodrębniona seria "Miniprojekty" o numeracji zaczynającej się od 1000.

## Stopień wejściowy pseudo-EKG

Proponuję Czytelnikom EP budowę urządzenia, które umożliwi przeprowadzenie niezwykle interesujących eksperymentów i przyjrzenie się pracy jednego z najdoskonalszych urządzeń „technicznych“, jakie kiedykolwiek zostały stworzone. Mam tu na myśli pompę, której okres bezawaryjnej i bezobsługowej pracy powinien wynosić co najmniej 70..80 lat i której zadaniem jest ustawiczne, bez jakiegokolwiek przerwy, przetaczanie wielkiej ilości płynów. Jakakolwiek przerwa w działaniu tego urządzenia może skończyć się tragicznie dla jego posiadacza, a jego remont, aczkolwiek w obecnych czasach całkowicie możliwy, jest niezwykle skomplikowany i kosztowny.

Mam nadzieję, że domyśliście się już o jakim urządzeniu mowa: o ludzkim sercu, drugim obok mózgu organie niezbędnym do utrzymania organizmu człowieka przy życiu. Sądzę nawet, że jest w rzeczywistości organem najważniejszym.

Choroby serca są jedną z najliczniejszych przyczyn przedwczesnych zgonów ludzi i nic w tym dziwnego, że medycyna od początku swego istnienia poszukuje coraz doskonalszych sposobów diagnostyki tego organu. Jedną z najpopularniejszych w grupie metod nieinwazyjnych jest elektrokardiografia, w skrócie zwana EKG. Nie ma chyba człowieka, któremu nigdy nie założono w różnych punktach ciała elektrod i nie przeprowadzono tego rutynowego badania. Aparaty EKG oddały medycynie nieocenione usługi i pomimo rozpowszechnienia się nowych metod diagnostycznych, nieinwazyjnych i inwazyjnych, ich rola nadal jest niezwykle ważna.

Samodzielna budowa aparatu EKG w warunkach amatorskich, a nawet dobrze wyposażonego laboratorium elektronicznego, jest bardzo

trudna, a przy tym pozbawiona większego sensu. Nawet gdyby komuś udało się zbudować takie urządzenie, to i tak nie mogłoby ono zostać użyte do diagnostyki medycznej bez przeprowadzenia długotrwałych i bardzo kosztownych testów. Tak więc zadowolimy się czymś znacznie skromniejszym: prostym urządzeniem umożliwiającym zobrazowanie na ekranie oscyloskopu obrazu zsumowanych przebiegów prądów czynnościowych serca. Zamiast oscyloskopu możemy podłączyć do wyjścia układu mały głośniczek lub wzmacniacz akustyczny i zamiast obserwować pracę serca, będziemy mogli ją usłyszeć.

### Opis działania

Schemat elektryczny proponowanego układu pokazano na rys. 1. Niewiele jest tu do skomentowania: sygnały pobierane za pomocą trzech elektrod z ciała człowieka kierowane są do wzmacniacza, zbudowanego na układzie IC1A. Wzmacniacz różnicowy dość skutecznie tłumi zakłócające sygnały zewnętrzne, wzmacniając jedynie słabe napięcia pochodzące z pracującego mięśnia ser-

### WYKAZ ELEMENTÓW

#### Rezystory

- PR1: potencjometr montażowy miniaturowy 500kΩ
- R1, R2: 33kΩ
- R3, R4, R14, R15: 1MΩ
- R5: 470kΩ
- R6: 560Ω
- R7, R9: 1kΩ
- R8, R10, R13: 10kΩ
- R11, R12, R16, R17: 180kΩ
- R18, R19: 22kΩ
- R20: 4,7kΩ

#### Kondensatory

- C1...C3: 470nF
- C4: 100μF/16V
- C5: 100nF

#### Półprzewodniki

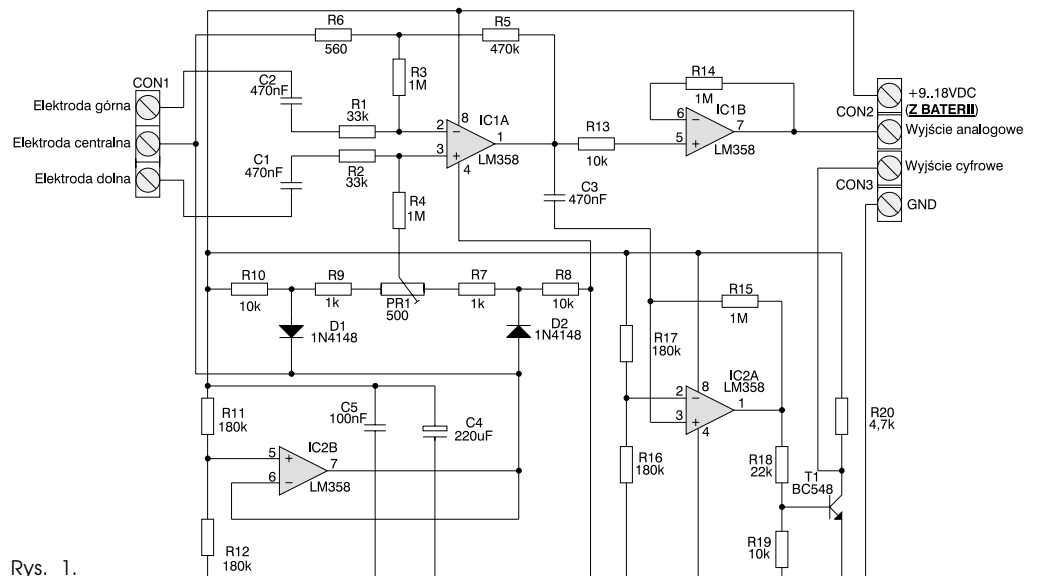
- D1, D2: 1N4148
- IC1, IC2: LM358
- T1: BC548

#### Różne

- CON1: ARK3 3,5mm
- CON2, CON3: ARK2 3,5mm

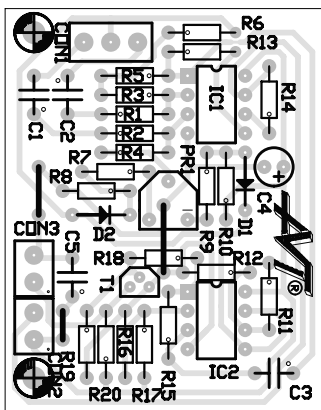
Płytką drukowaną wraz z kompletem elementów jest dostępna w AVT - oznaczenie AVT-1291.

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep-com.pl/pcb.html> oraz na płycie CD-EP12/2000 w katalogu PCB.



Rys. 1.

**Uwaga!**  
Proponowany układ jest jedynie zabawką dydaktyczną i ciekawostką techniczną. W żadnym wypadku nie może służyć jako narzędzie diagnostyki medycznej! Układ może być zasilany WYŁĄCZNIE z baterii!!!



Rys. 2.

owego. Czułość układu możemy w pewnym stopniu regulować za pomocą potencjometru montażowego PR1. Do wyjścia IC1B możemy dołączyć oscyloskop, głośniczek o dużej oporności lub wzmacniacz akustyczny.

Układ wyposażony został także w wyjście cyfrowe, na którym uzyskujemy przebieg prostokątny o częstotliwości równej aktualnemu tętnu osoby poddanej eksperymentom i amplitudzie równej napięciu zasilania.

**Montaż i uruchomienie**

Na rys. 2 pokazano rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej, wykonanej na laminacie jednostronnym. Montaż wykonujemy typowo, rozpoczynając od wlotowania w płytkę trzech zwoerek, następnie rezystorów, a kończąc na elementach o większych gabarytach.

O ile sam montaż układu był banalnie prosty, to jego uruchomienie może nastęczyć pewne trudności. Nie chodzi tu jednak o część elektroniczną urządzenia, ale o wykonanie i rozmieszczenie elektrod pomiarowych. Oczywiście, najlepszym rozwiązaniem byłoby zastosowanie gotowych, jednorazowych elektrod, stosowanych w profesjonalnej aparaturze diagnostycznej. Jednak takie elektrody są dość trudne do nabycia w ilościach detalicznych i będziemy je musieli wykonać we własnym zakresie. W układzie modelowym jako elektrody wykorzystałem uszkodzone blaszki piezo, które zostały połączone z układem za pomocą ekranowanych przewo-

dów o długości ok. 1,5m. Przed umieszczeniem elektrod na powierzchni ciała należy je zwilżyć słabym wodnym roztworem soli kuchennej, a jeszcze lepiej umieścić pod nimi małe kawałki waty zmoczonej tymże roztworem.

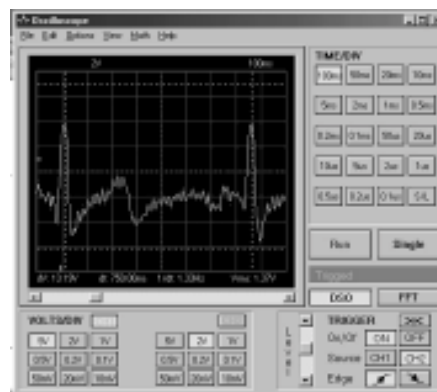
Sposób rozmieszczenia elektrod także może być przedmiotem licznych eksperymentów. Elektroda środkowa zawsze powinna być zlokalizowana w okolicy serca, a dwie pozostałe np. na prawej ręce i lewej nodze. Środkowa elektroda powinna zostać dodatkowo uziemiona, wyłącznie do instalacji wodociągowej!

Na rys. 3 jest widoczny przykładowy wykres pracy serca, zarejestrowany podczas prób wykonywanych z opisanym układem. Nie odpowiada on nawet w najmniejszym stopniu wykresom otrzymanym z profesjonalnego aparatu EKG, ale

z pewnością jest uproszczoną rejestracją prądów czynnościowych serca.

Na zakończenie chciałbym jeszcze raz zaapelować do rozważenia naszych Czytelników: zasilanie układu ze źródeł innych niż baterie jest absolutnie niedopuszczalne, szczególnie w przypadku uziemienia środkowej elektrody. Nawet słaby prąd przepływający pomiędzy elektrodami mógłby spowodować tragiczne następstwa!

**Andrzej Gawryluk, AVT**



Rys. 3.