

Fizyczne metody i aparatura do pomiaru obiektów biomedycznych

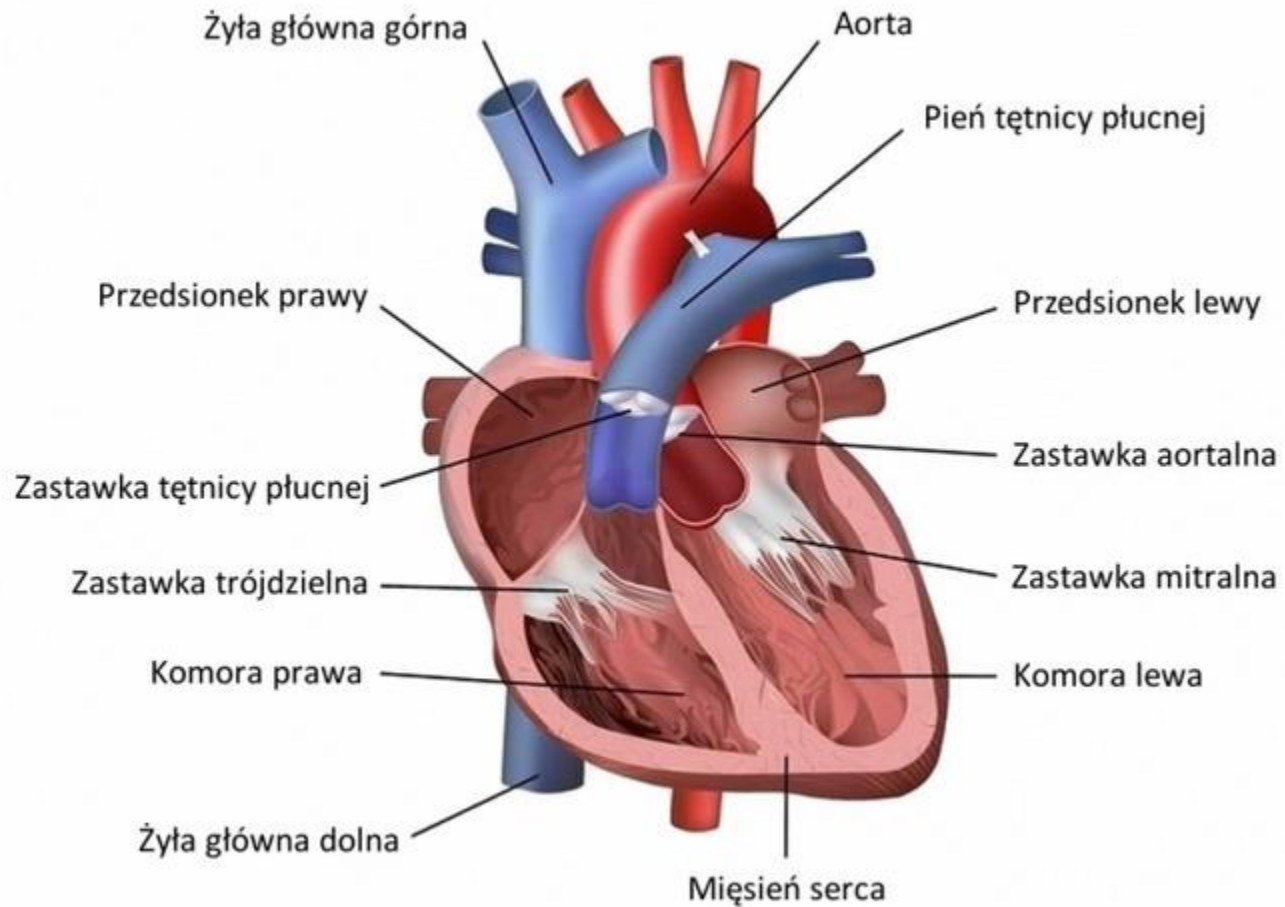
15.04.2020 r

Wykład

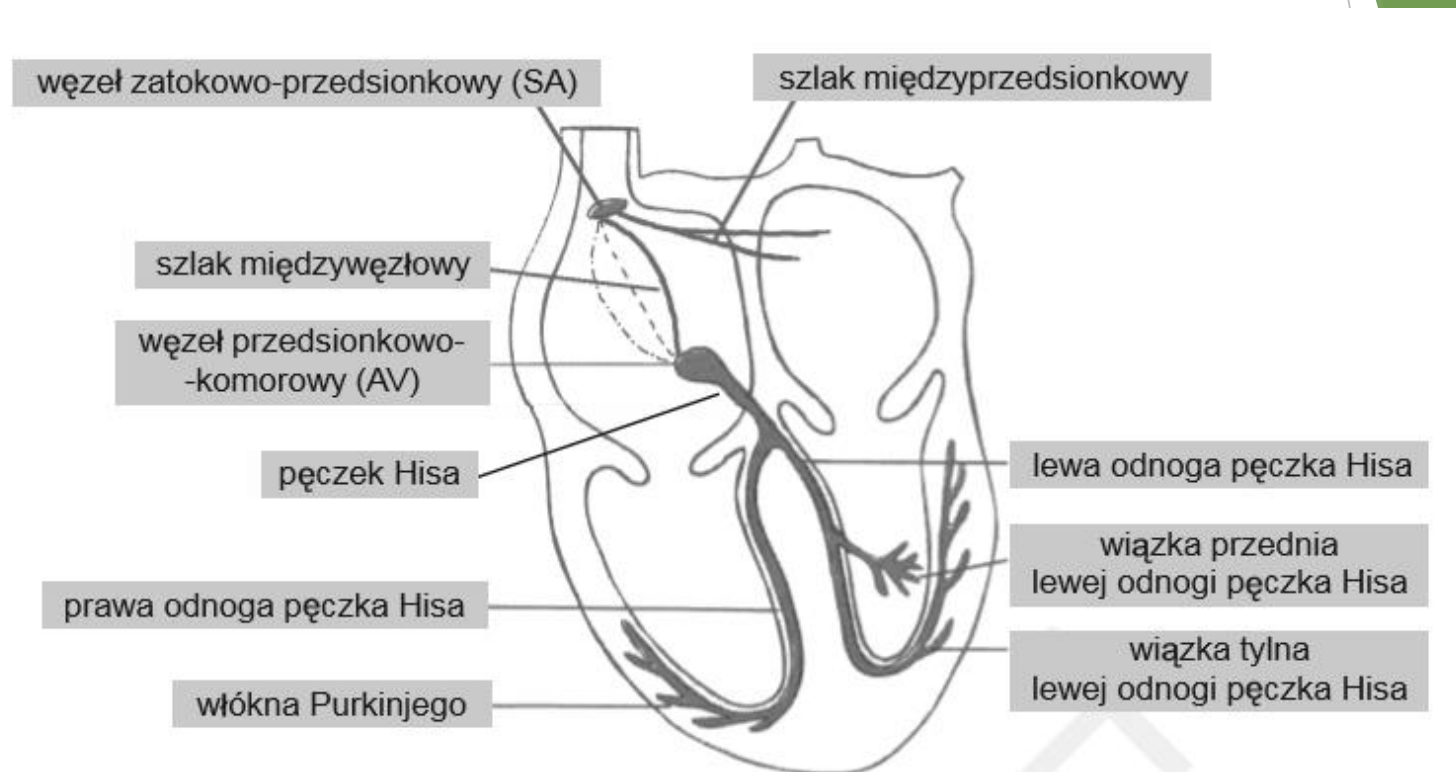
Aktywność elektryczna serca

dr inż. Elżbieta Szul-Pietrzak

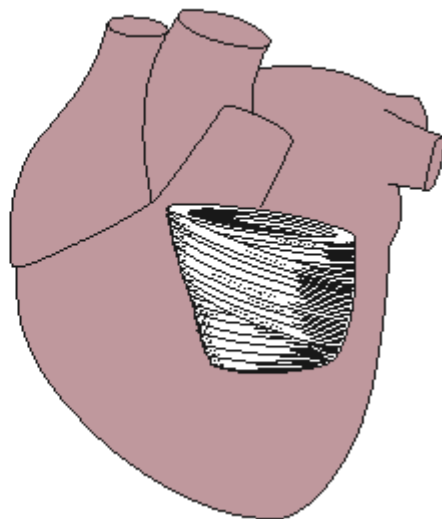
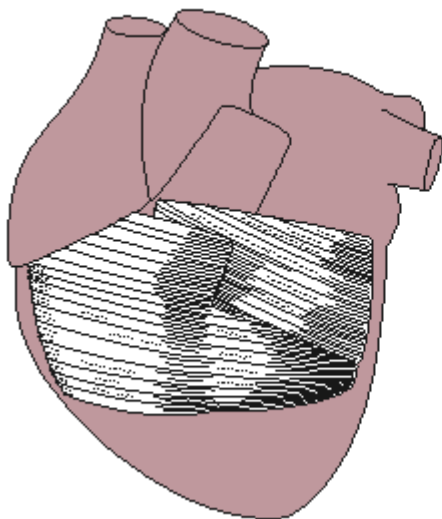
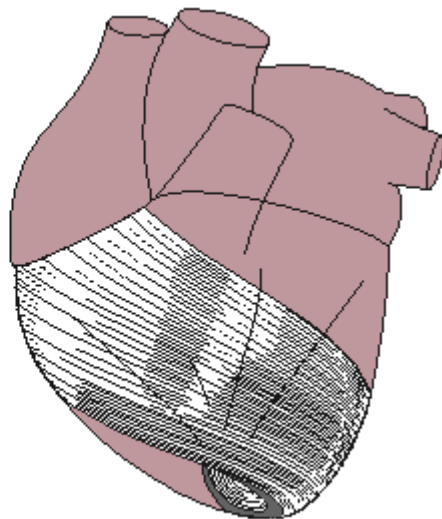
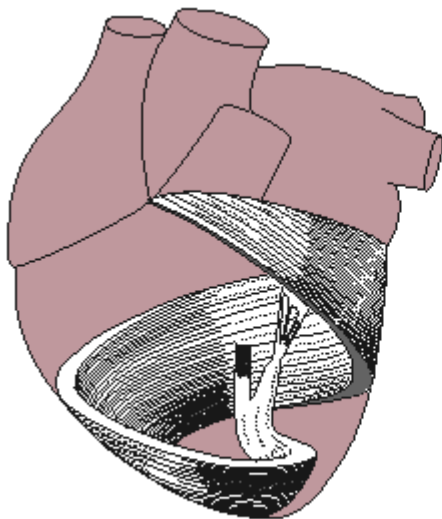
Budowa serca



Układ bodźcotwórczo - bodźcoprzewodzący serca

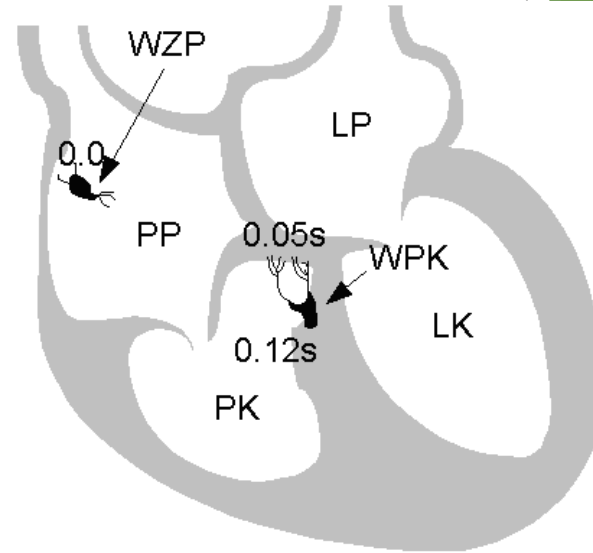
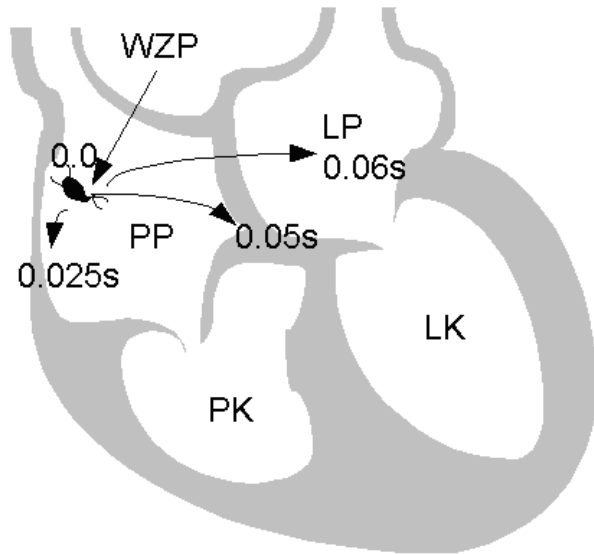


Układ włókien mięśniowych w sercu



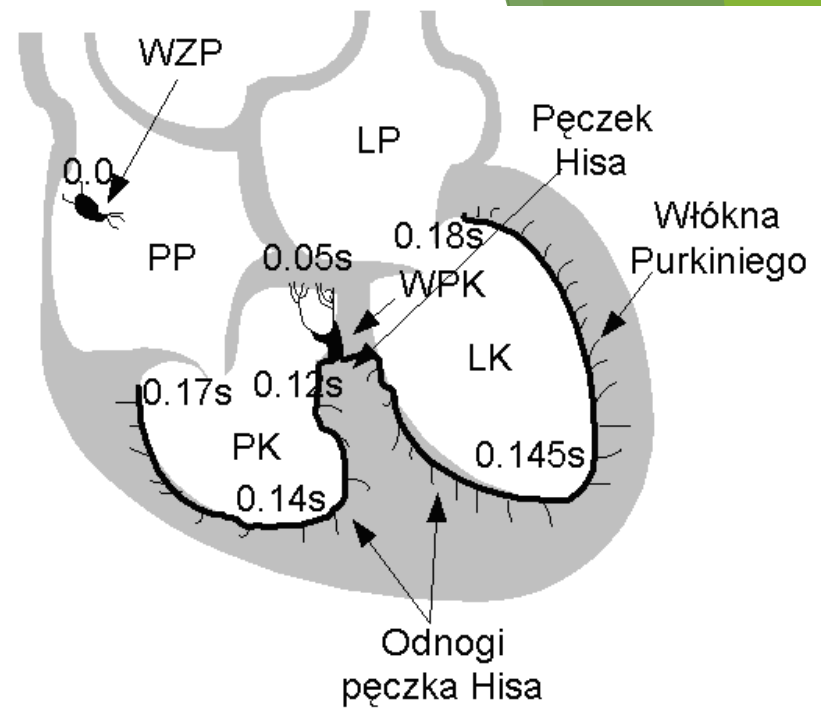
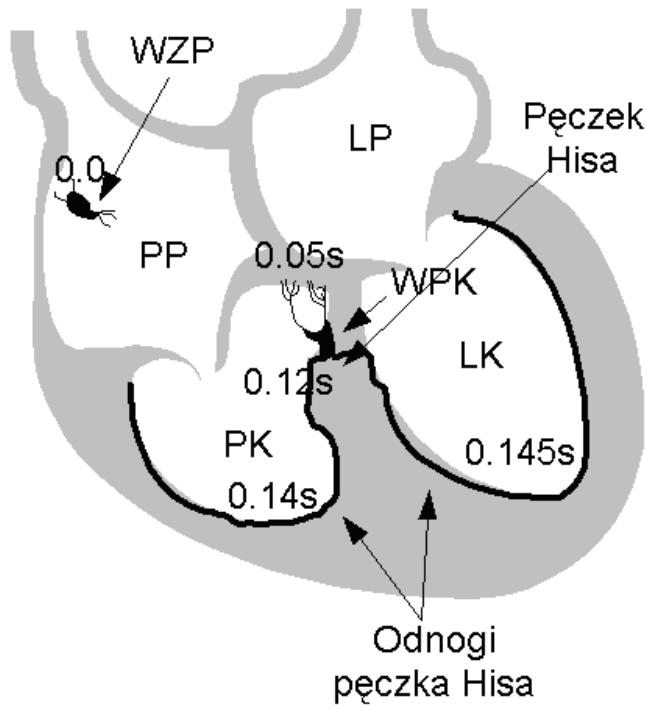
Rozchodzenie się fali depolaryzacyjnej w przedsionkach

PP-prawy przedsionek, LP-lewy przedsionek, PK-prawa komora, LK-lewa komora, WZP-węzeł zatokowo-przedsionkowy, WPK-węzeł przedsionkowo-komorowy.



Komórki WPK charakteryzującą się, relatywnie do innych komórek, **wolnym przewodnictwem** fali depolaryzacyjnej.

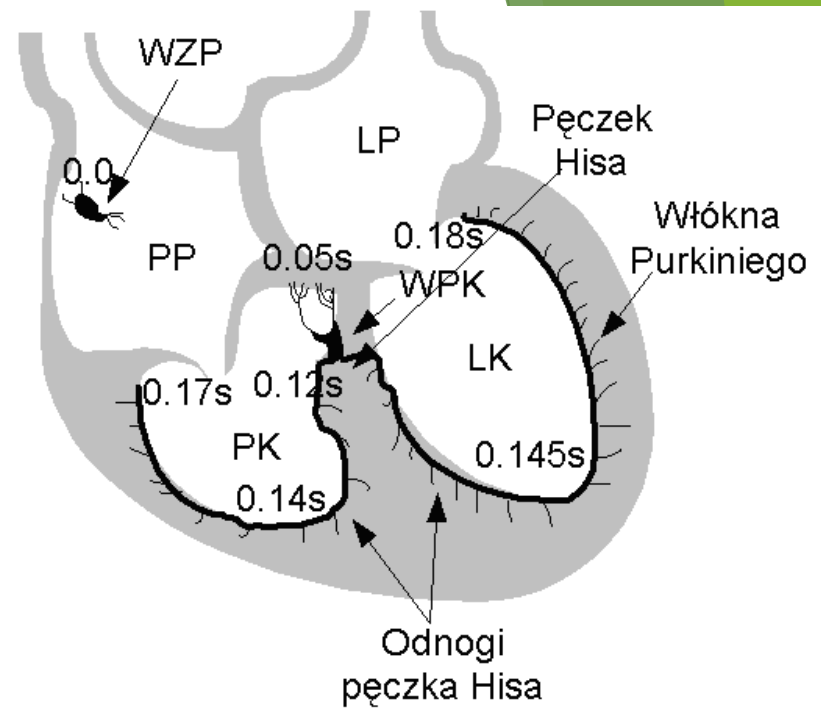
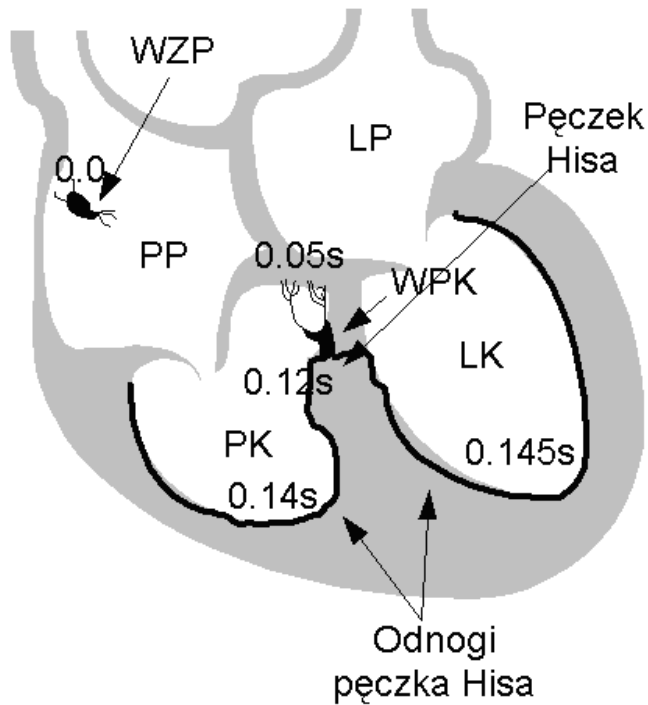
Czas transmisji fali przez WPK wynosi około 70 milisekund.



W rezultacie fala depolaryzacyjna może "wyjść" z tego węzła po około 120 milisekundach od momentu wygenerowania pobudzenia w WZP.

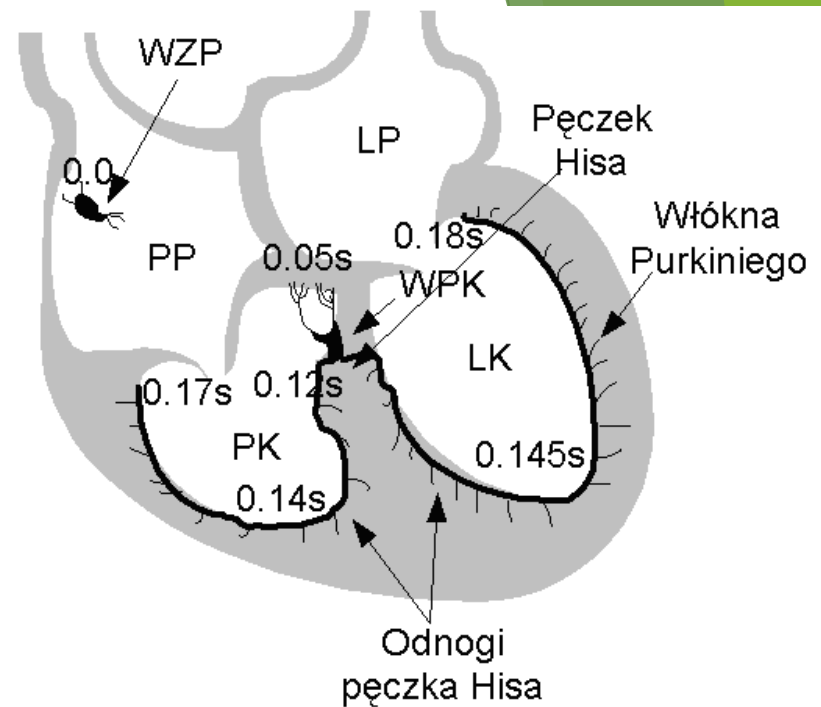
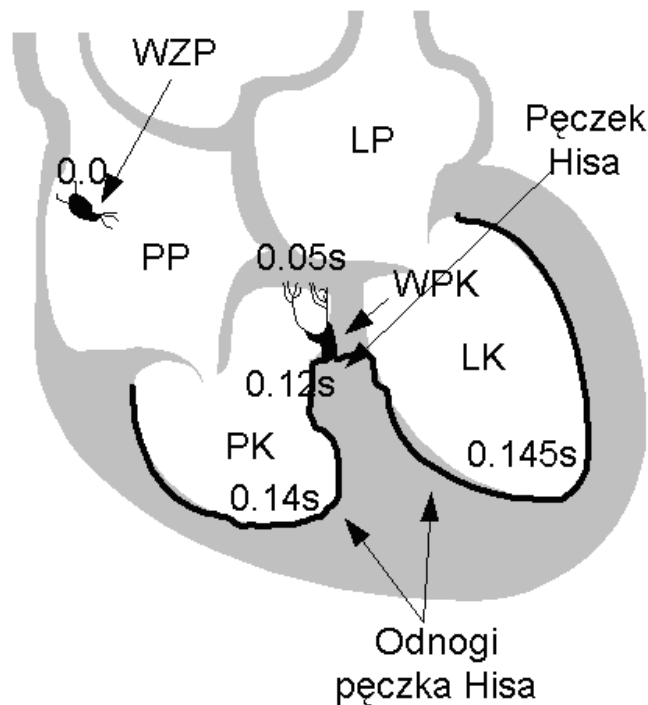
Jest to czas wystarczający na to by przedsionki zakończyły skurcz przed rozpoczęciem skurczu komór.

WPK "zabezpiecza,, serce przed jednoczesnym skurczem przedsionków i komór. Następnie, pobudzenie z WPK_ę przemieszcza się do pęczka Hisa.



Czas opóźnienia pomiędzy pobudzeniem pęczka Hisa i jego odnóg jest znikomy (około $0.02s=20ms$). Wiąże się to z b. szybkim przewodnictwem pobudzenia w pęczku Hisa i jego odnogach.

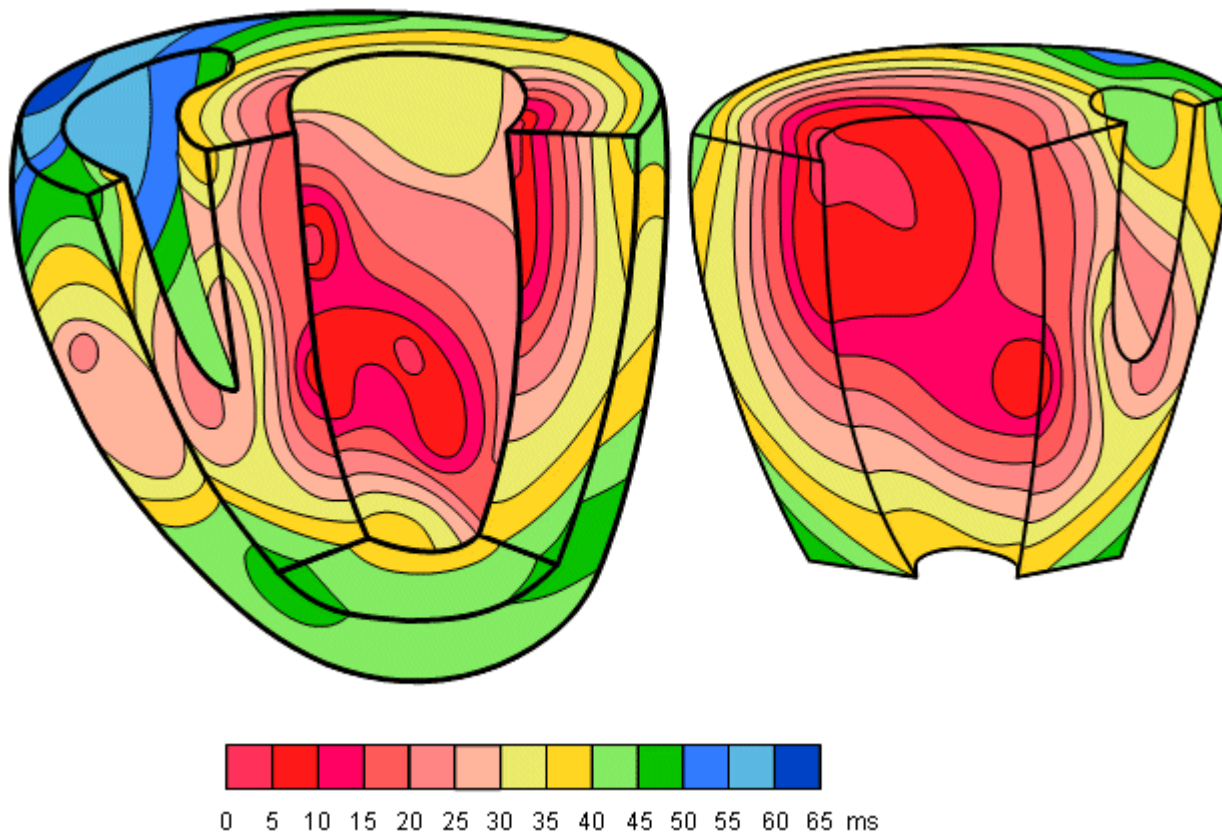
Następnie pobudzenie rozprzestrzenia się siecią włókien Purkiniego, która pokrywa wewnętrzną (endokardialną) część obydwu komór. Z włókien Purkiniego pobudzenie, poprzez płytkę motoryczną, dociera do komórek roboczych (mięśniowych) komór.



Zatem u podstaw elektrycznej czynności serca leży **sekwencja wielu zdarzeń**, zarówno na poziomie komórkowym jak i większych struktur. Z elektrycznego punktu widzenia mięsień serca jest strukturą niejednorodną. Znajdują się w nim komórki, których zadania i aktywność różnią się od siebie.

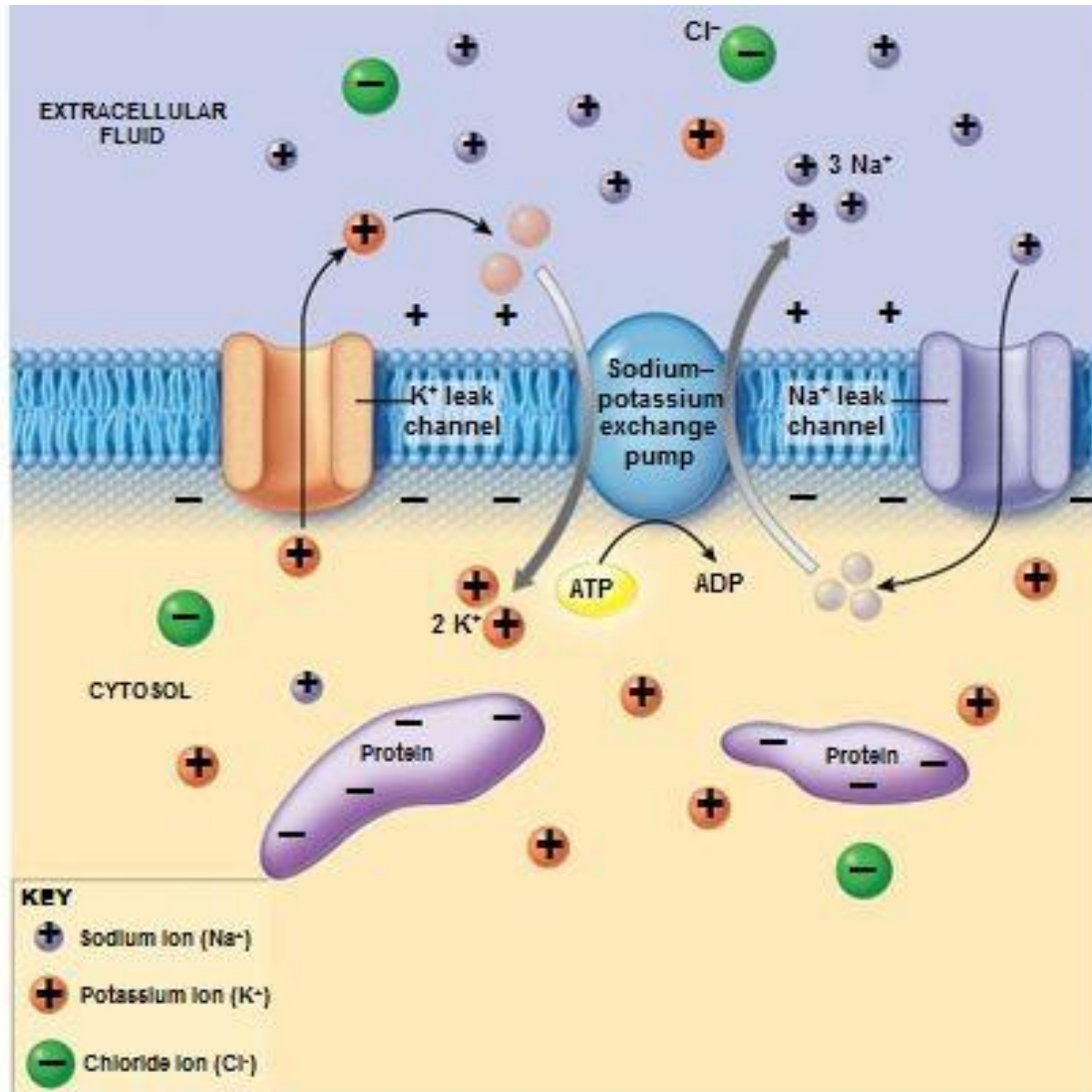
Te różnice są szczególnie widoczne w rodzaju potencjału czynnościowego.

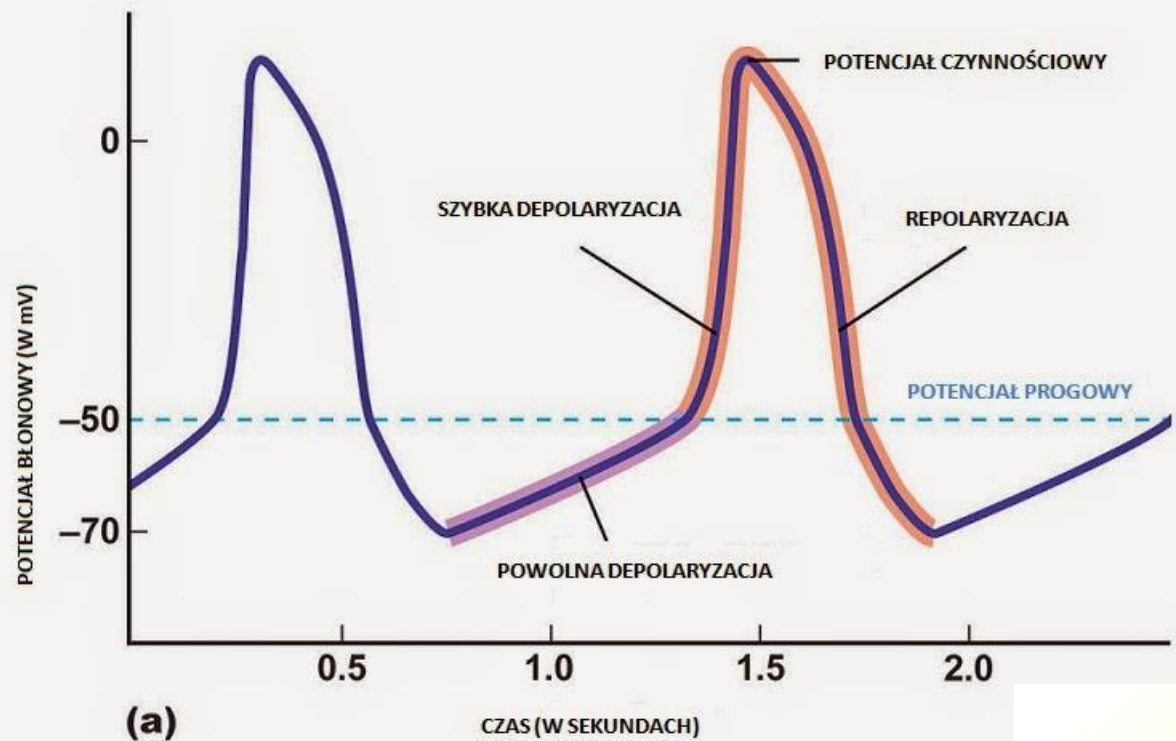
Mapa powierzchniowa aktywacji komór serca



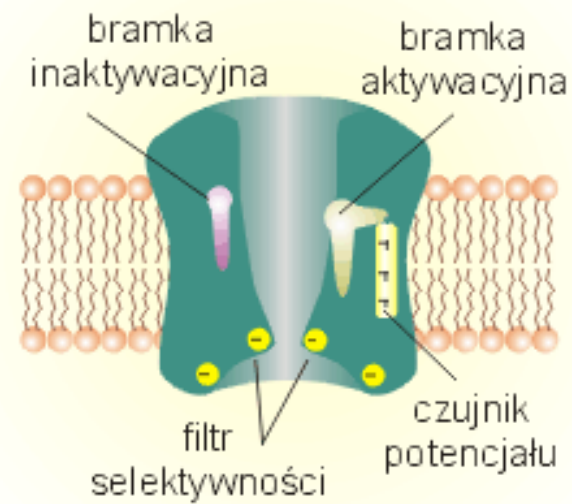
Podstawy fizyczne

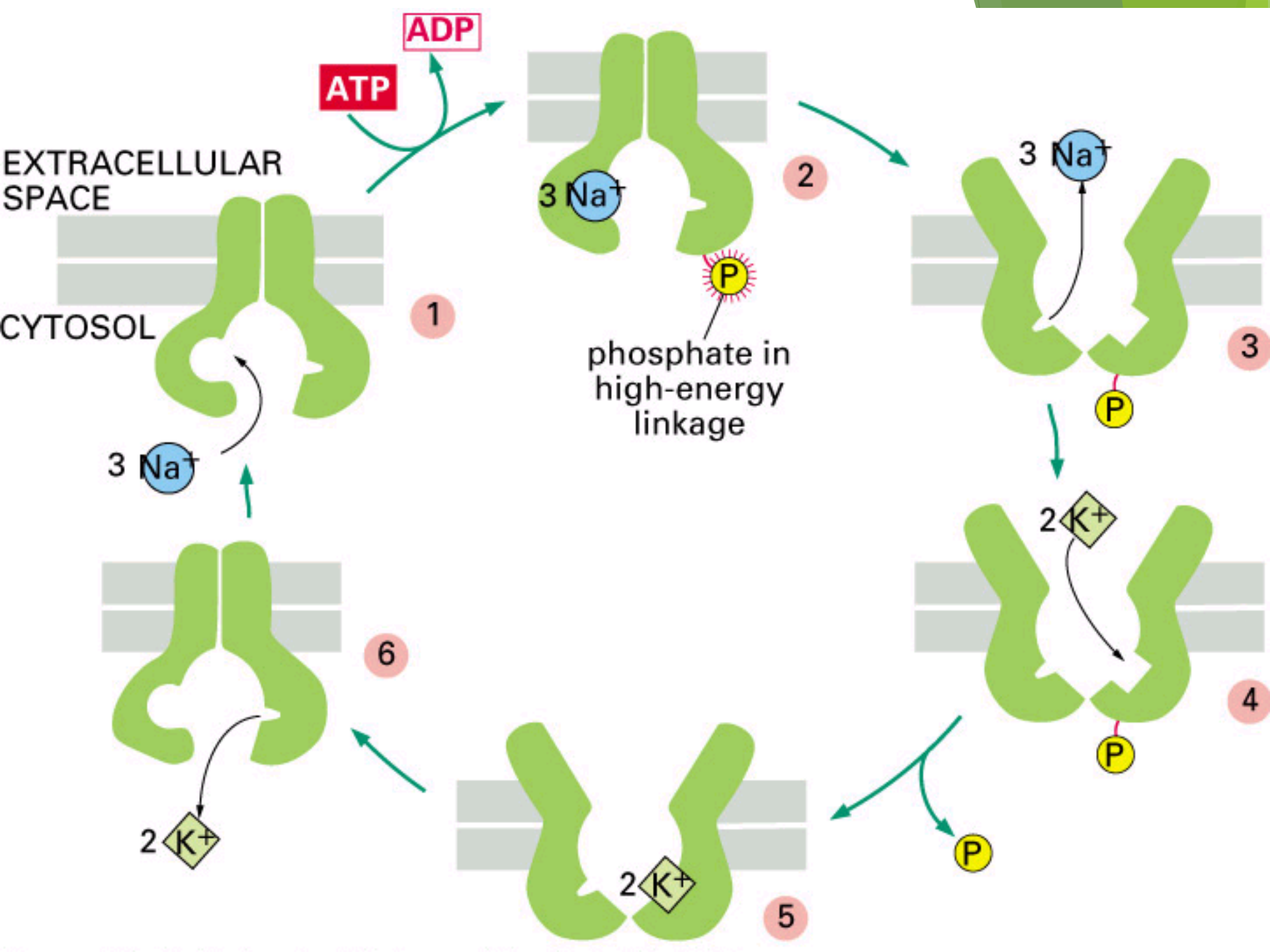
Potencjał błonowy



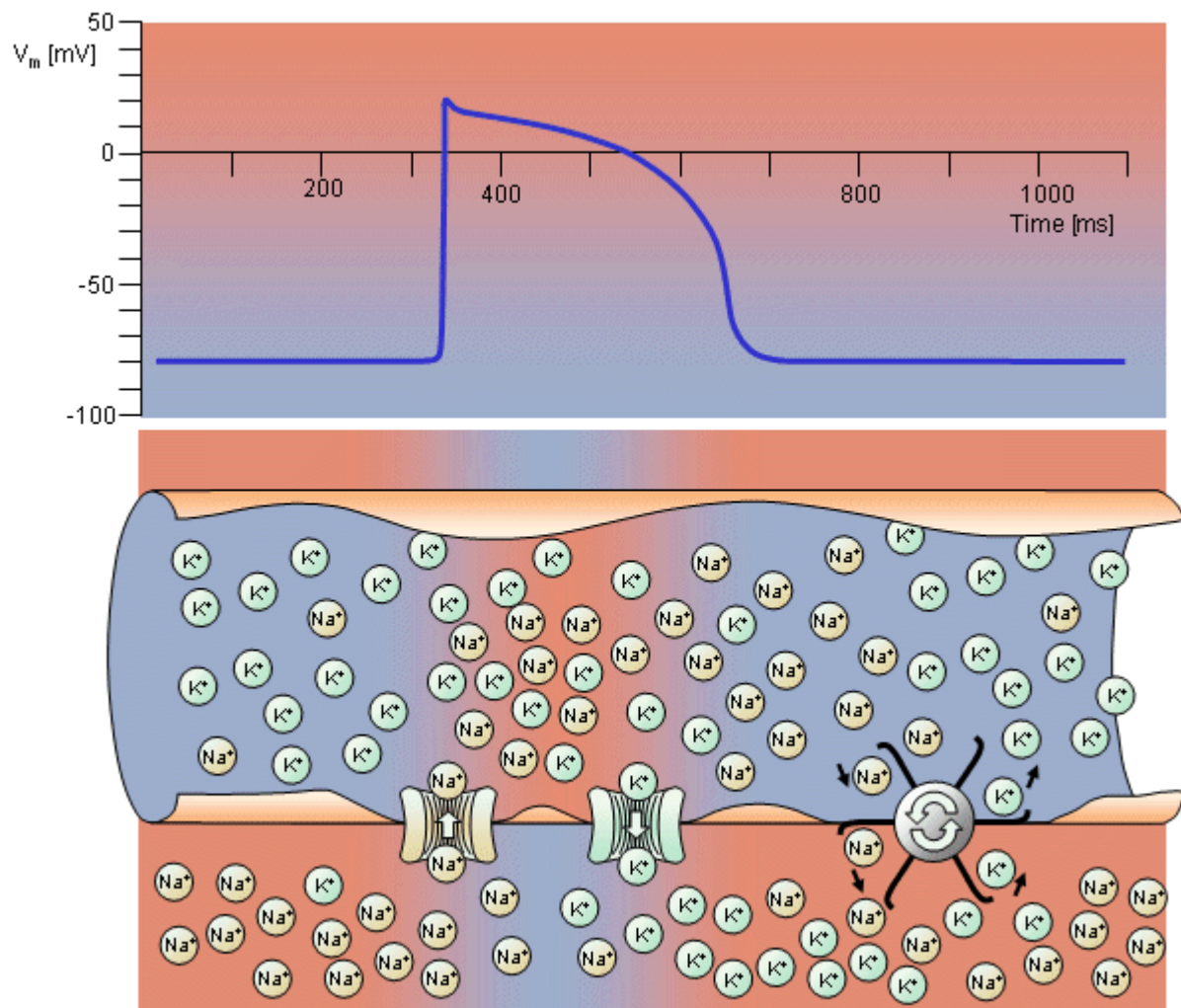


© 2011 Pearson Education, Inc.

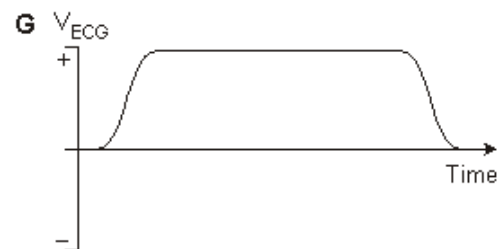
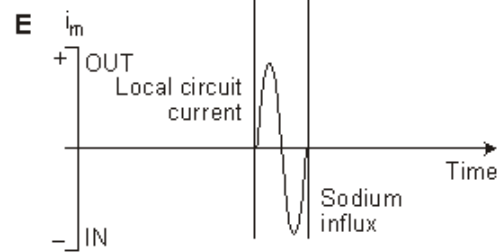
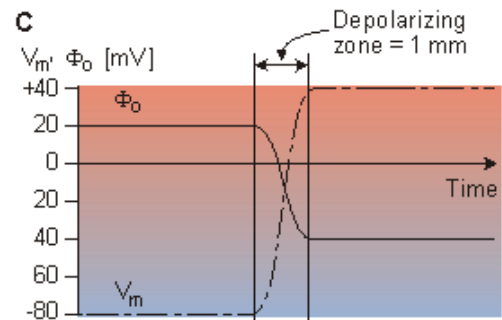
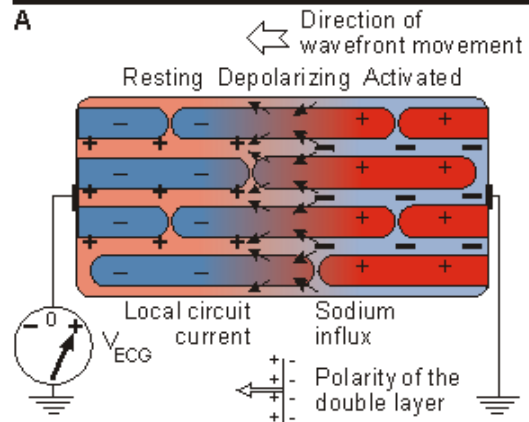




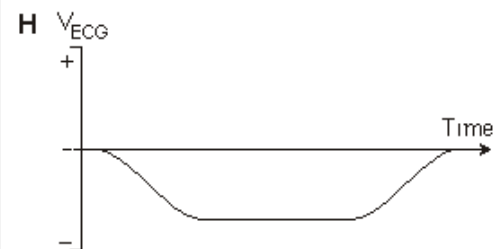
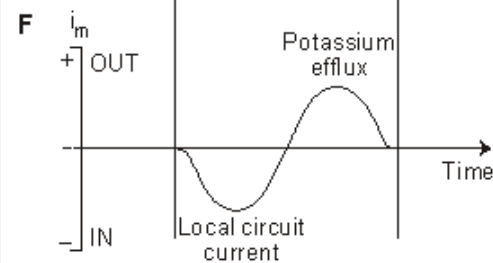
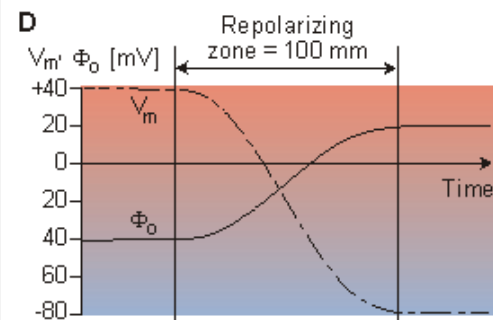
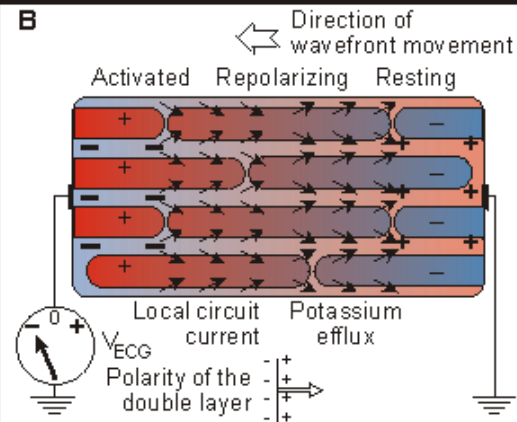
Potencjał czynnościowy



DEPOLARIZATION



REPOLARIZATION



Potencjał błonowy - napięcie Nersta

Walther Hermann Nernst (1888)


$$V_k = -\frac{RT}{Z_k} \ln \frac{c_{i,k}}{c_{o,k}}$$

V_k - równowagowa różnica potencjałów k-tego jonu na błonie komórkowej $\Phi_i - \Phi_o$

R - stała gazowa [8,314 J/(mol*K)]

T - temperatura [K]

Z_k - wartościowość k - tego jonu

F - stała Faradaya [9,649 * 10⁴ C/mol]

$c_{i,k}$ - wewnątrzkomórkowa koncentracja k - tego jonu

$c_{o,k}$ - zewnątrzkomórkowa koncentracja k - tego jonu

Stan równowagi

$$I_i + I_o = 0$$

I_i, I_o – wzdluzny prad komorkowy [mA]

$$\frac{\partial \Phi_i}{\partial x} = -I_i r_i \quad \frac{\partial \Phi_o}{\partial x} = -I_o r_o$$

Φ_i, Φ_o - potencjal wewnatrz/na zewnatrz blony komorkowej [mV]

r_i, r_o – opór osiowy [$k\Omega/cm$]

i – wewnatrzkomorkowy, o – zewnatrzkomorkowy

Stan równowagi

►
$$\frac{\partial \Phi_i}{\partial x} = I_0 r_i \quad \frac{\partial \Phi_0}{\partial x} = -I_0 r_0$$

po scałkowaniu $x = -\infty$ do $x = x$

$$\Phi_i = r_i \int I_0 dx \quad \Phi_0 = -r_0 \int I_0 dx$$

Po odjęciu równań stronami i wstawieniu zależności

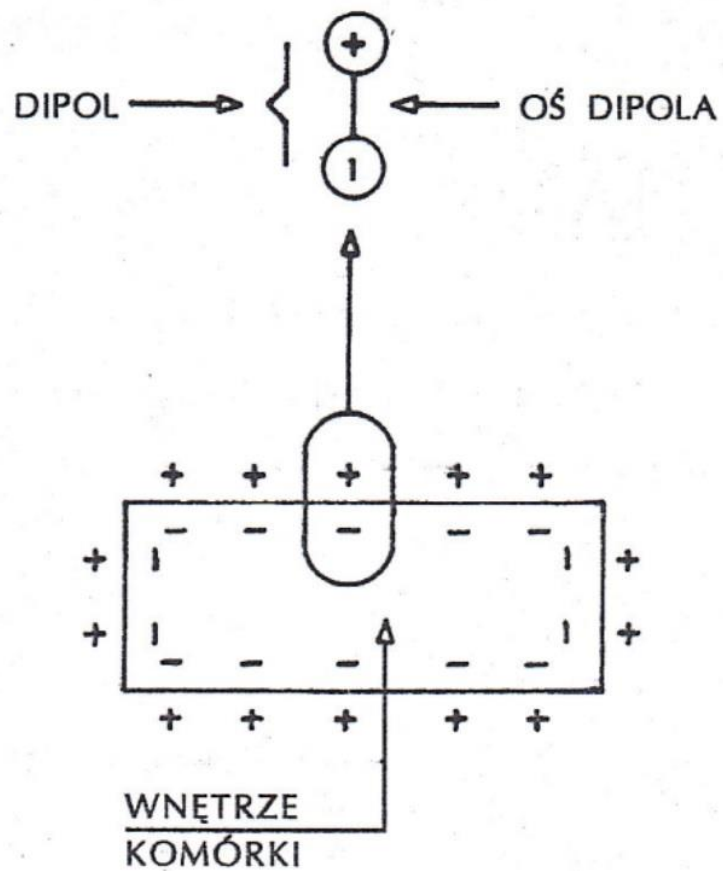
$$V_m = (\Phi_i - \Phi_0)$$

$$V_m = (r_i + r_0) \int I_0 dx$$

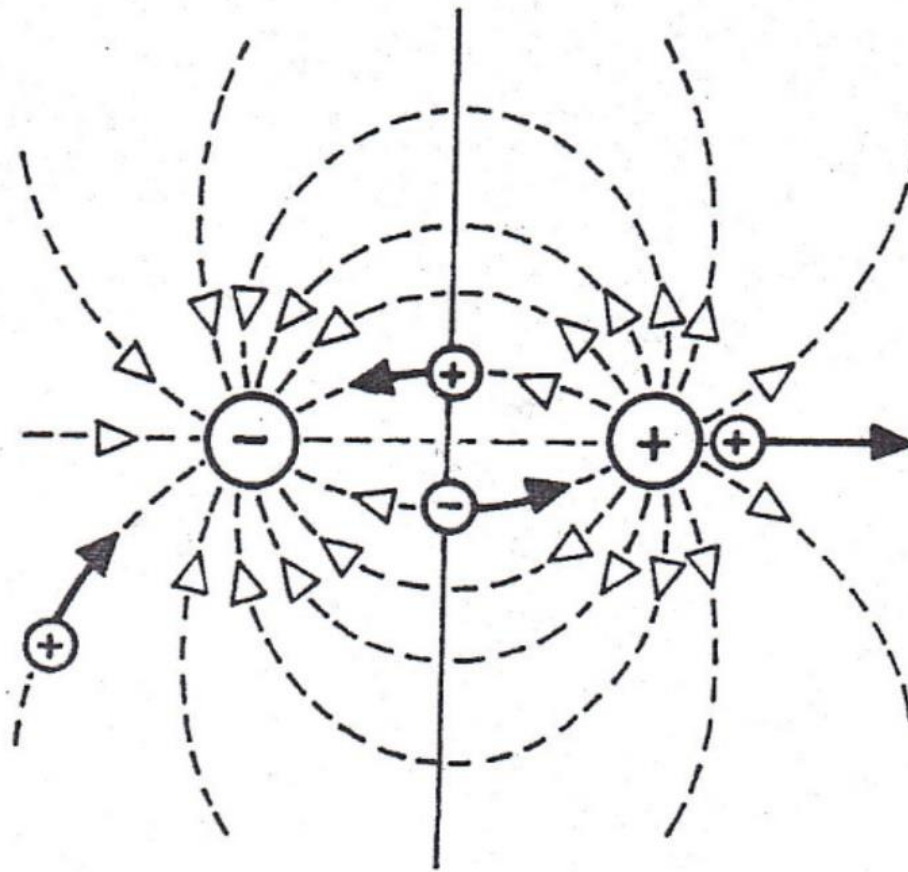
Stąd otrzymujemy zależność

$$\Phi_i = \frac{r_i}{r_i + r_0} V_m \quad \Phi_0 = -\frac{r_0}{r_i + r_0} V_m$$

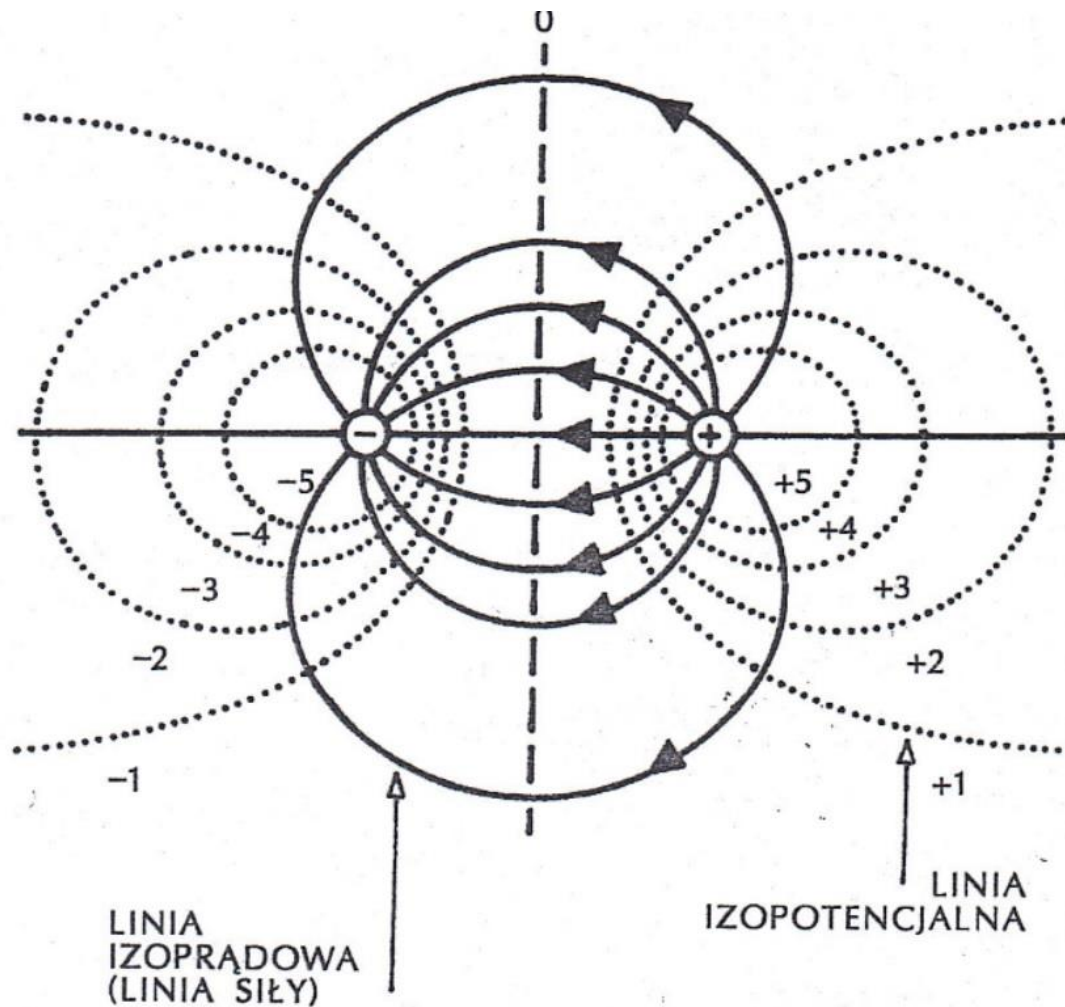
Dipol a komórka (kardiocyt)



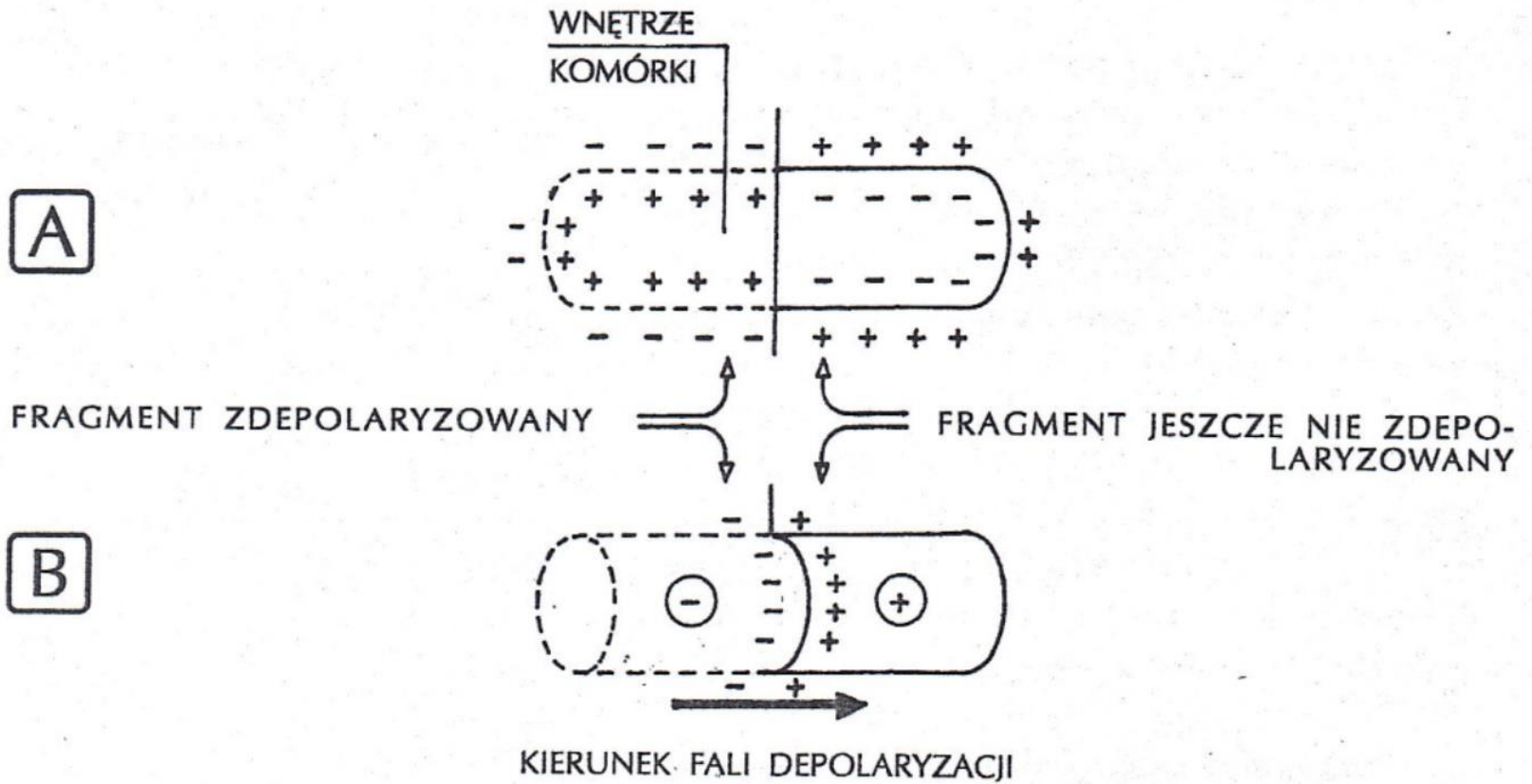
Pole elektryczne - dipol



Pole elektryczne - dipol

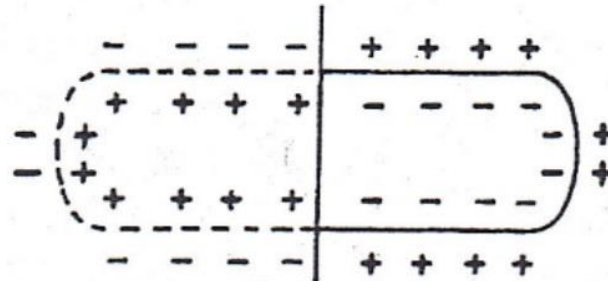


Fala depolaryzacji



Fala repolaryzacji

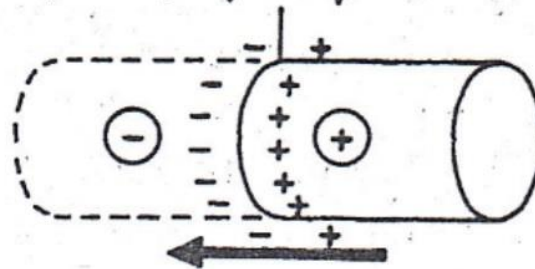
A



FRAGMENT JESZCZE ZDEPOLARYZOWANY

FRAGMENT JUŻ ZREPOLARYZOWANY

B

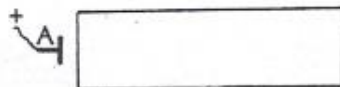


KIERUNEK FALI REPOLARYZACJI

(A)



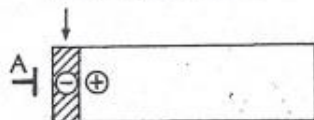
POLARYZACJA



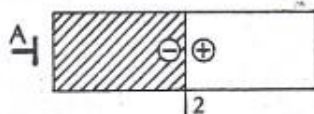
(B)



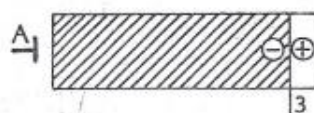
FRAGMENT
ZDEPOLARYZOWANY



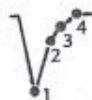
(C)



(D)



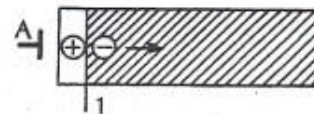
(E)



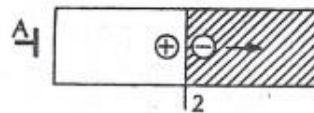
(F)



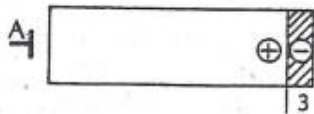
REPOLARYZACJA Z LEWEJ
KU PRAWIEJ



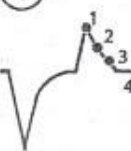
(G)



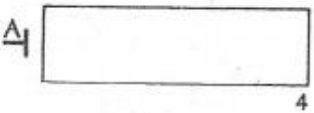
(H)



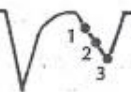
(I)



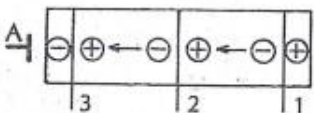
POLARYZACJA

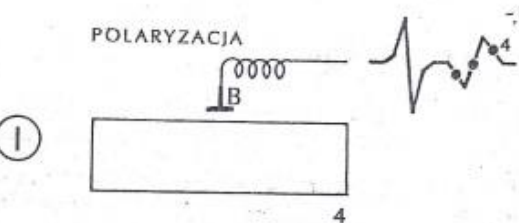
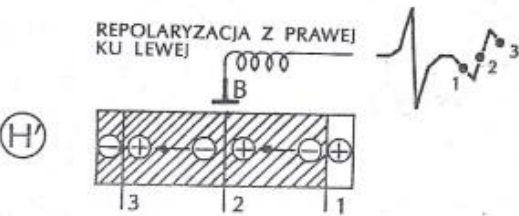
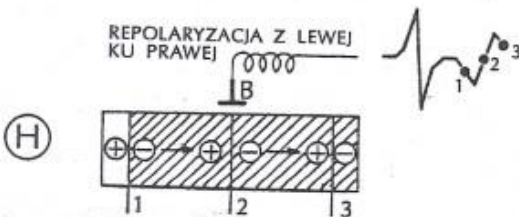
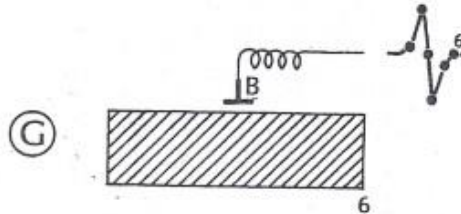
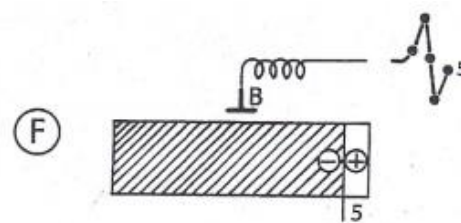
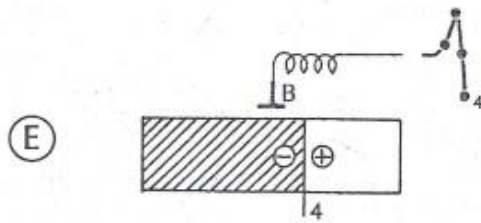
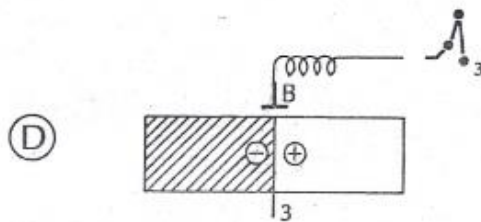
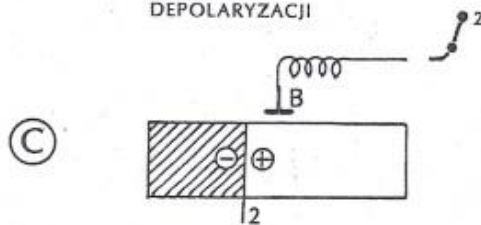
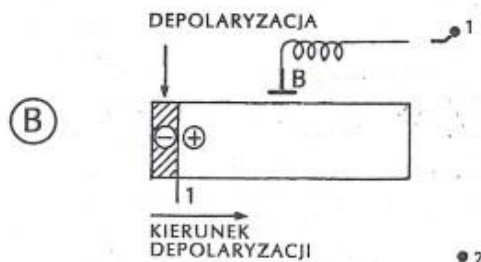
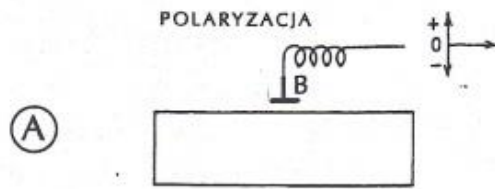


F'G'H'



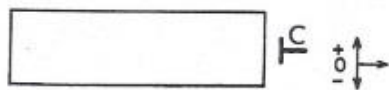
REPOLARYZACJA Z PRAWIEJ
KU LEWEJ





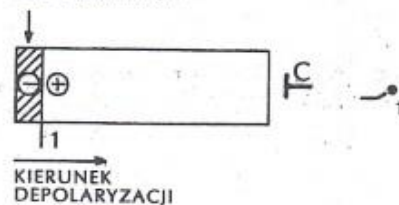
Ⓐ

POLARYZACJA

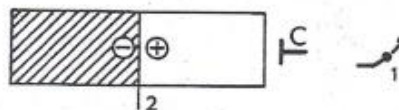


Ⓑ

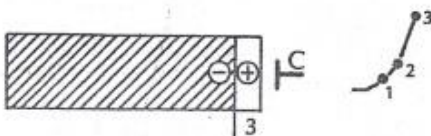
DEPOLARYZACJA



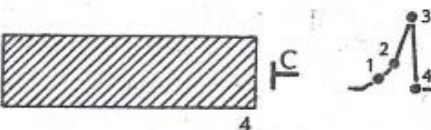
Ⓒ



Ⓓ

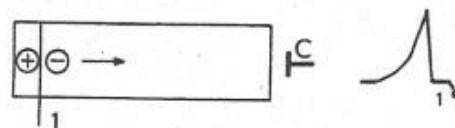


Ⓔ

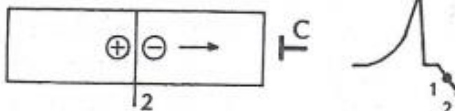


Ⓕ

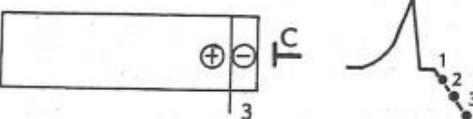
REPOLARYZACJA Z LEWEJ
KU PRAWIEJ



Ⓖ

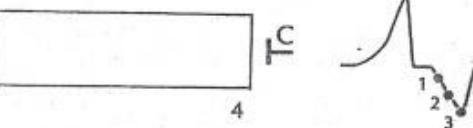


Ⓗ



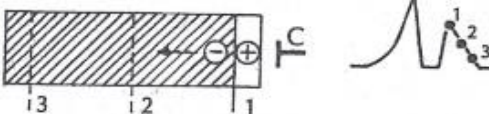
Ⓘ

POLARYZACJA

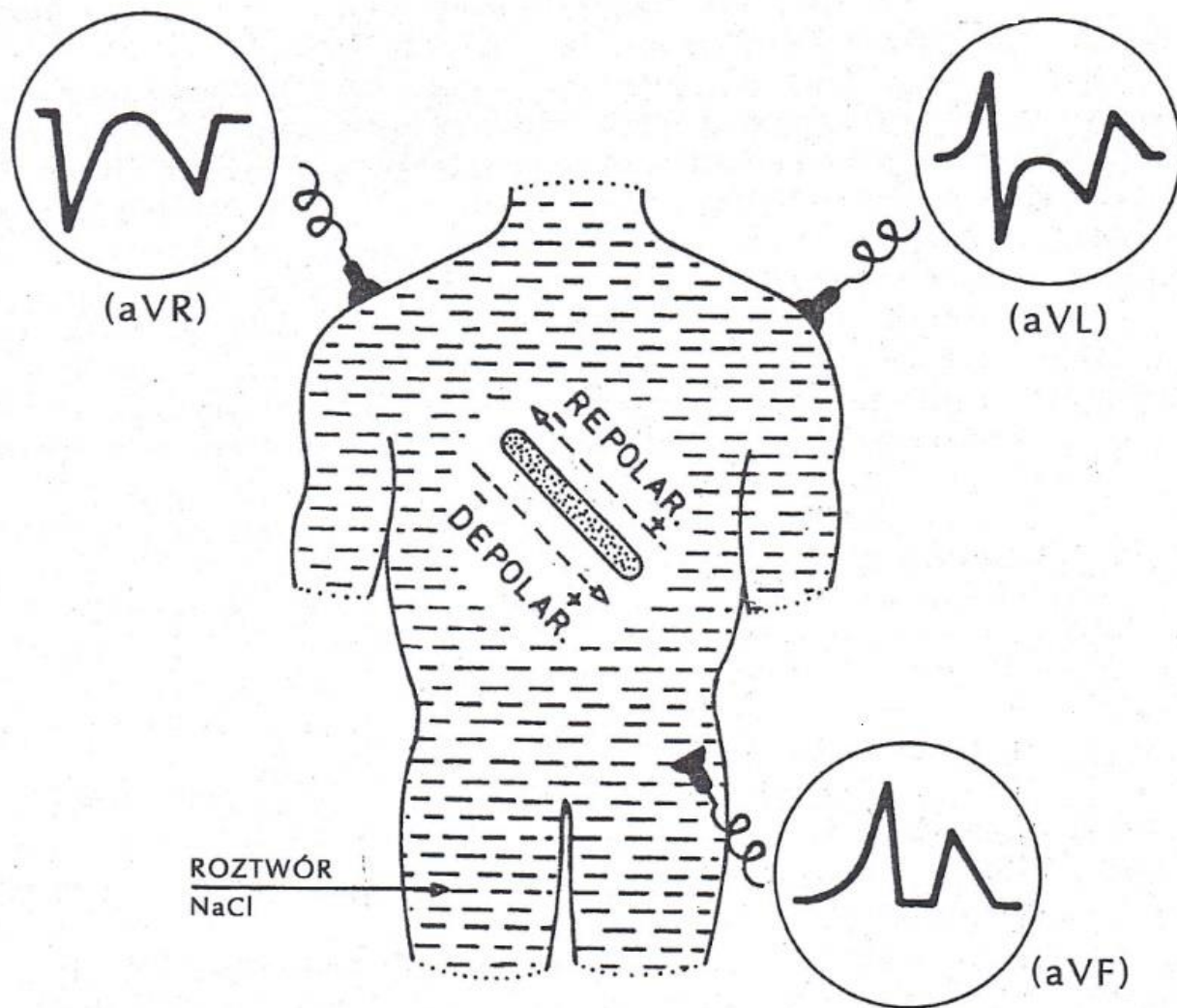


F'G'H'

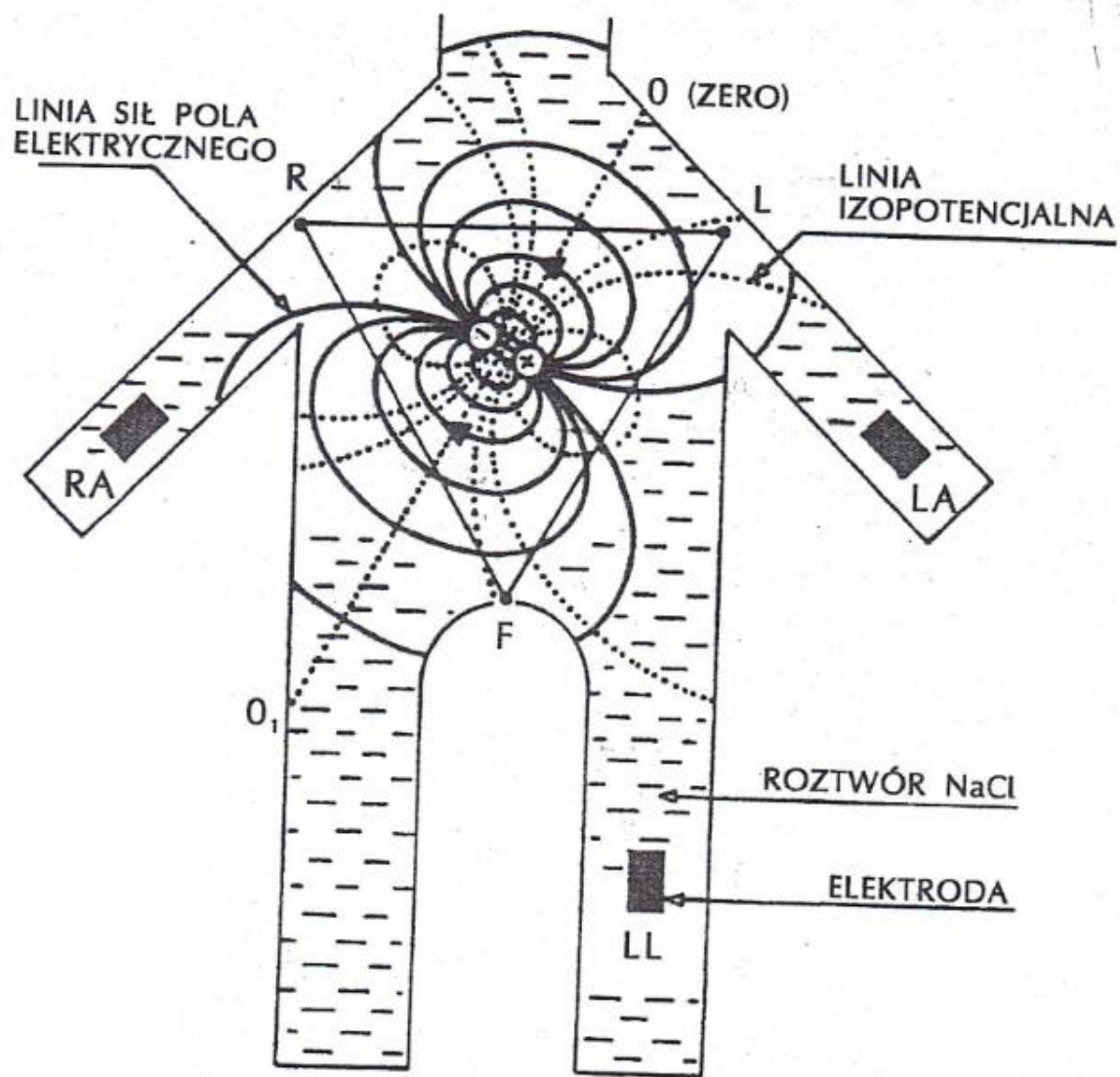
REPOLARYZACJA Z PRAWIEJ
KU LEWEJ



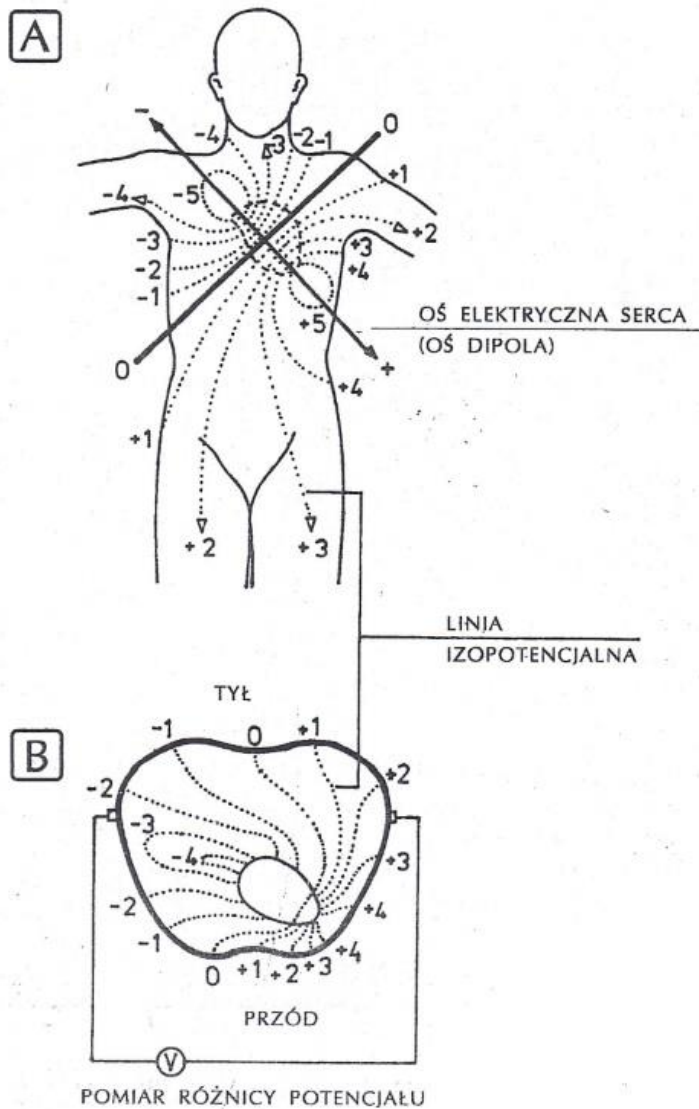
Model dipolowy serca



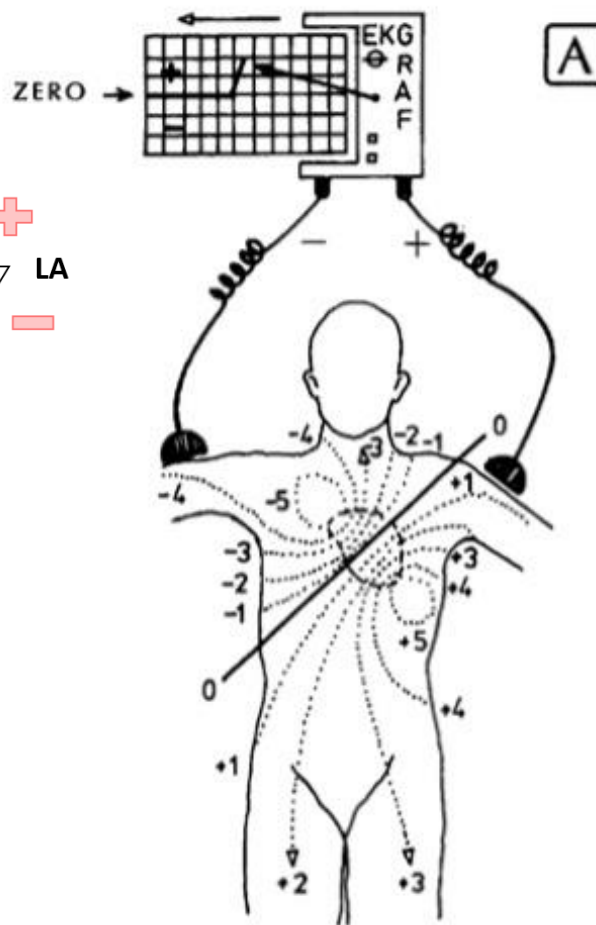
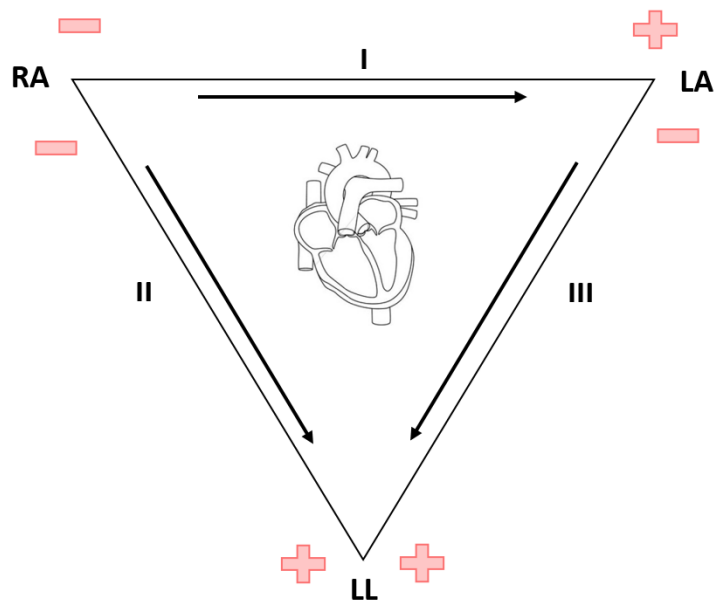
Model dipolowy serca



Model dipolowy serca



I ODPROWADZENIE DWUBIEGUNOWE KOŃCZYNOWE



POTENCJAŁ
KOŃCZYNY
GÓRNEJ
LEWEJ

—

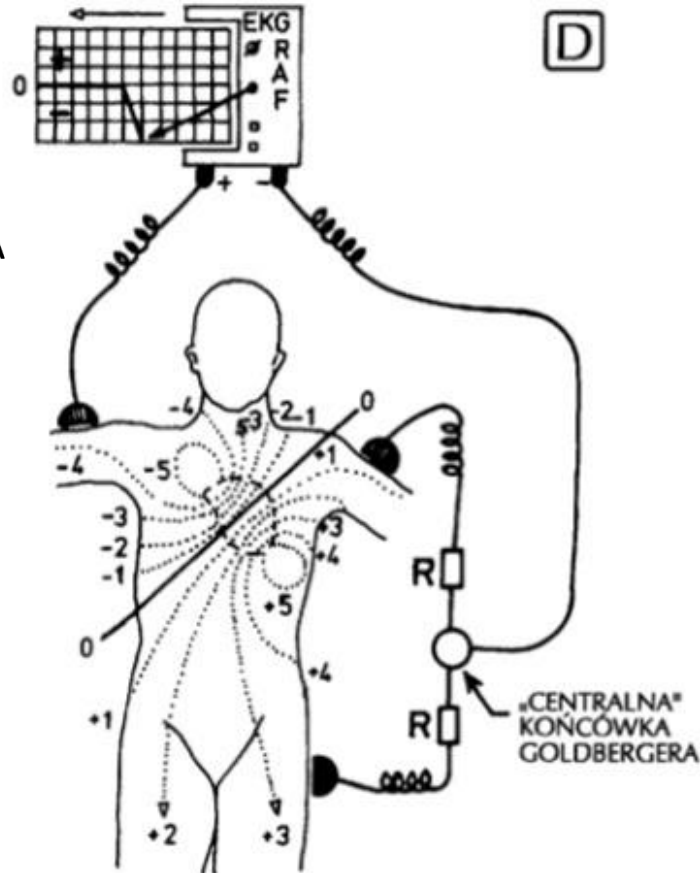
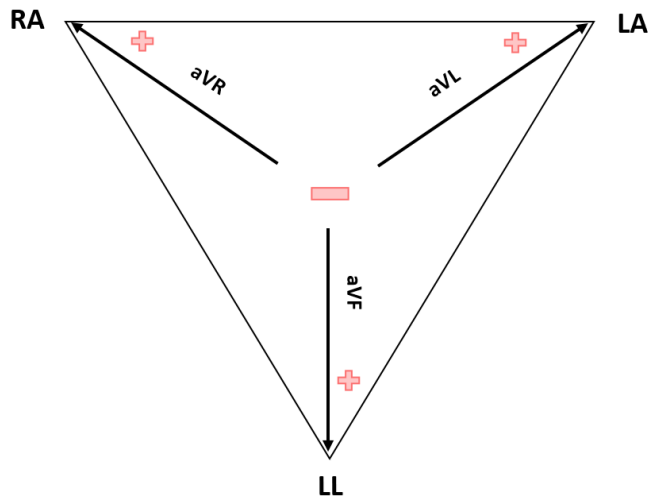
POTENCJAŁ
KOŃCZYNY
GÓRNEJ
PRAWIEJ

=

STWIERDZONA
RÓŻNICA
POTENCJAŁÓW
(WYSOKOŚĆ ZAŁAMKA)

$$(+1) - (-4) = +5$$

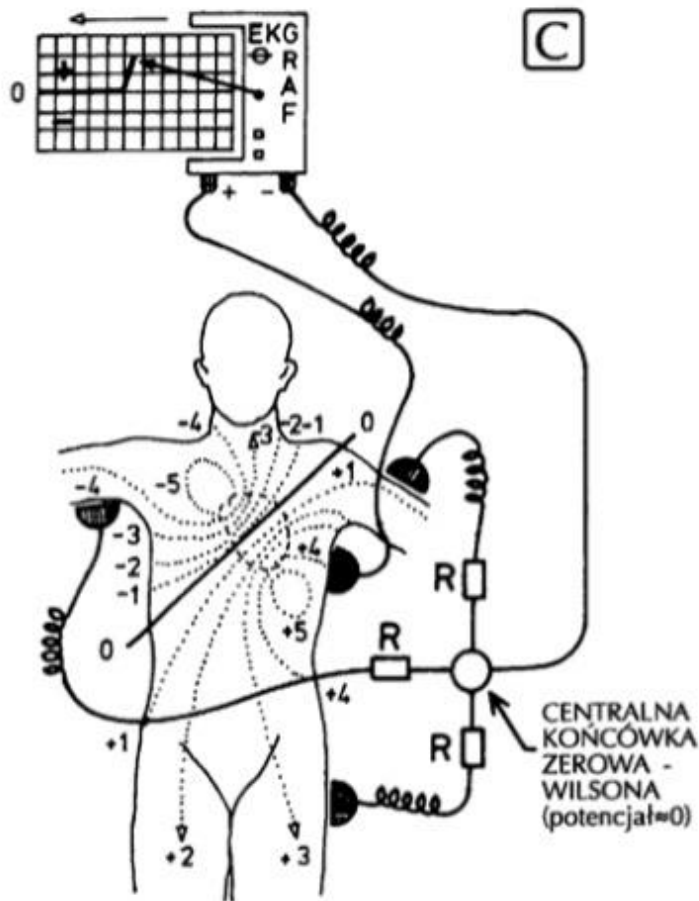
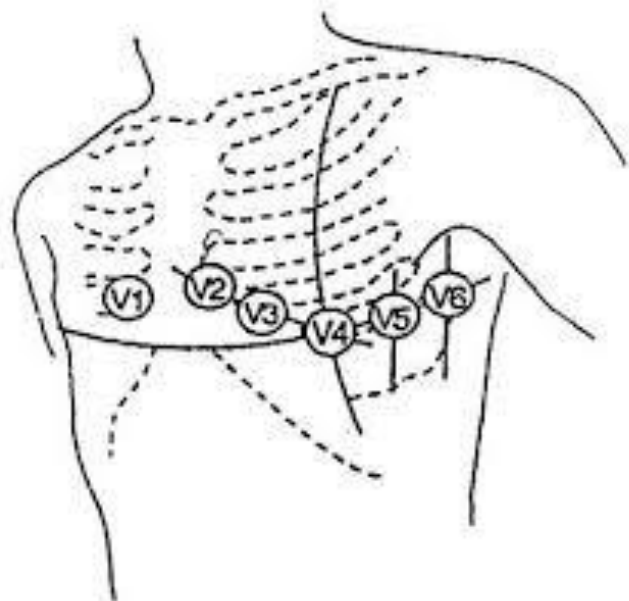
D



$$\frac{\text{POTENCJAŁ KOŃCZYNY GÓRNEJ PRAWY}}{\text{SUMA POTENCJAŁÓW DWÓCH KOŃCZYN}} = \text{STWIERDZONY POTENCJAŁ „WZMOCNIONY” POD ELEKTRODĄ BADAJĄCĄ (WYSOKOŚĆ ZAŁAMKA)}$$

$$(-4) - \left(\frac{+1 + 3}{2}\right) = -4 - (+2) = -6$$

ODPROWADZENIE JEDNOBIEGUNOWE PIERSIOWE /PRZEDSERCOWE, np. V₅/



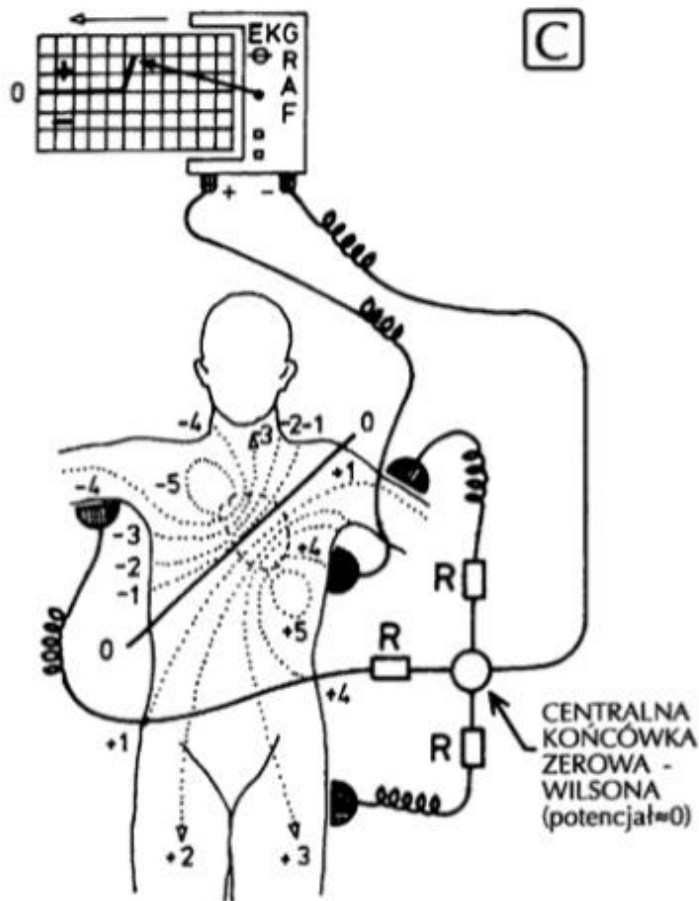
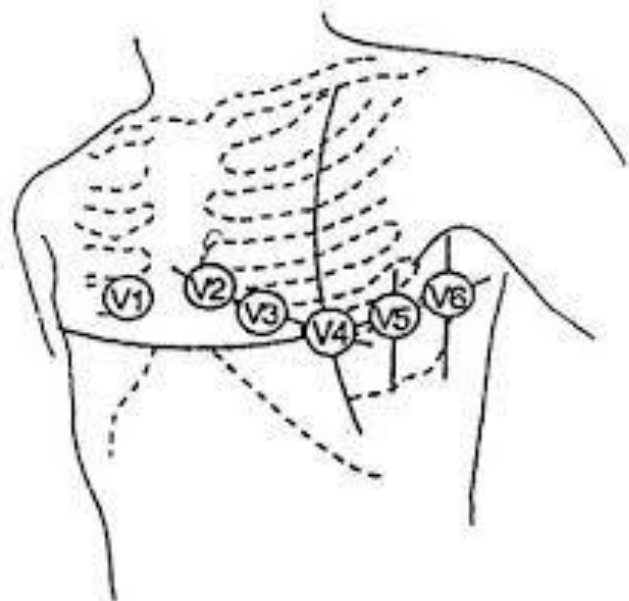
POTENCJAŁ
PUNKTU C₅
NA KŁATCE
PIERSIOWEJ

SUMA POTENCJAŁÓW
TRZECH KOŃCZYN

STWIERDZONY POTENCJAŁ
RZECZYWISTY POD
ELEKTRODĄ BADAJĄCĄ
(WYSOKOŚĆ ZAŁAMKA)

$$(+4) - \left(\frac{-4 + 1 + 3}{3} \right) = +4 - 0 = +4$$

ODPROWADZENIE JEDNOBIEGUNOWE PIERSIOWE /PRZEDSERCOWE, np.V₅/



POTENCJAŁ
PUNKTU C_s
NA KŁATCE
PIERSIOWEJ

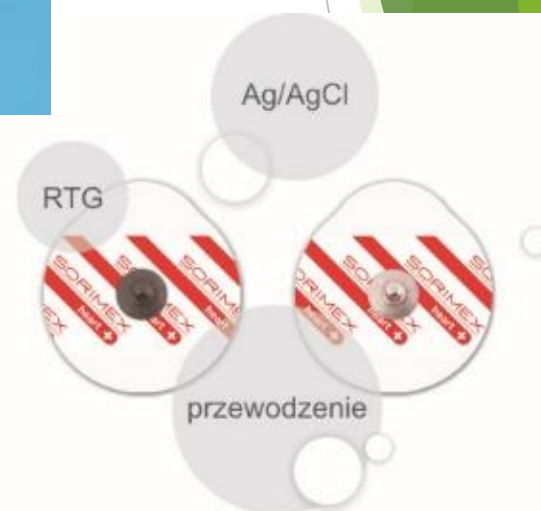
$-\frac{\text{SUMA POTENCJAŁÓW
TRZECH KOŃCZYN}}{3}$

$=$

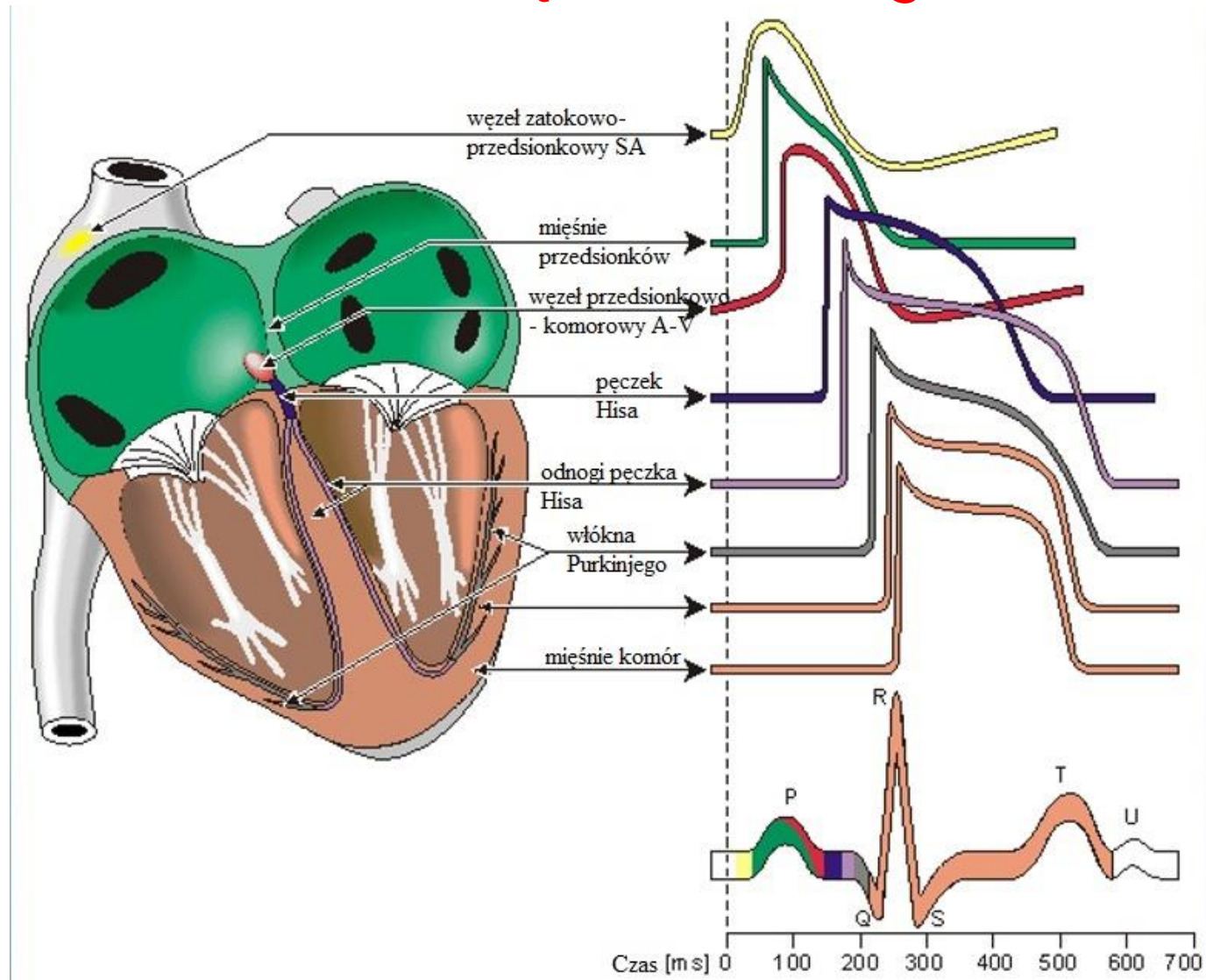
STWIERDZONY POTENCJAŁ
RZECZYWISTY POD
ELEKTRODĄ BADAJĄCĄ
(WYSOKOŚĆ ZAŁAMKA)

$$(+4) - \left(\frac{-4 + 1 + 3}{3} \right) = +4 - 0 = +4$$

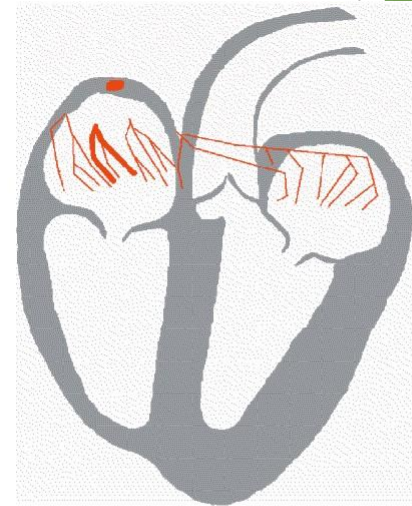
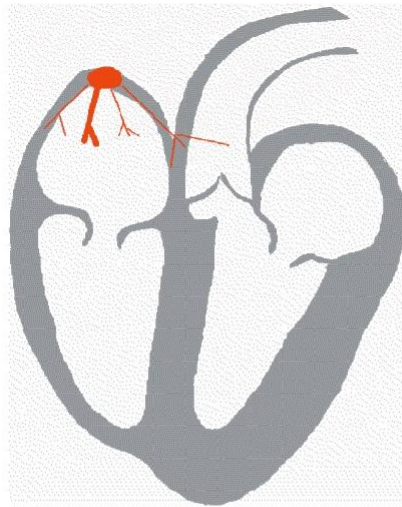
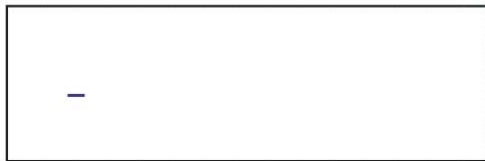
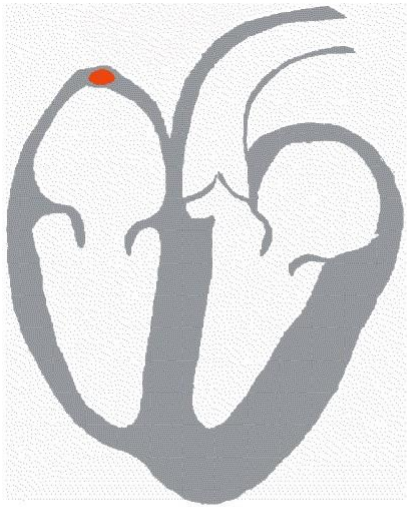
Elektrody

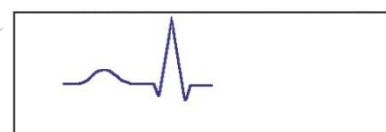
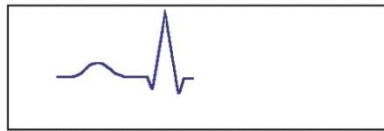
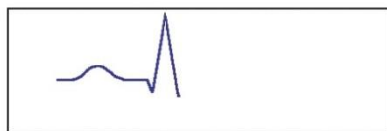
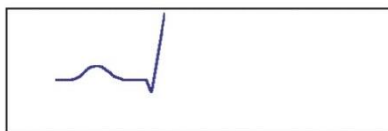
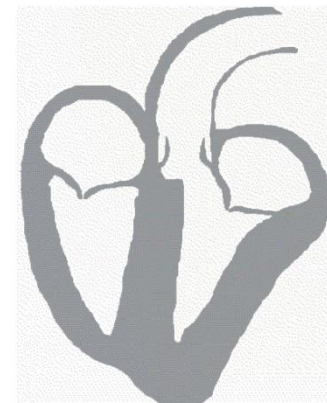
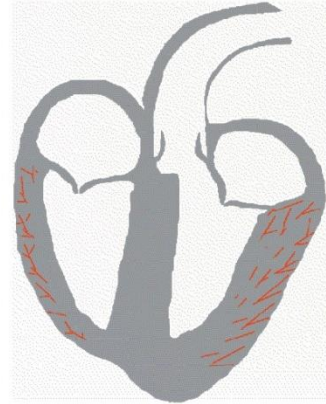
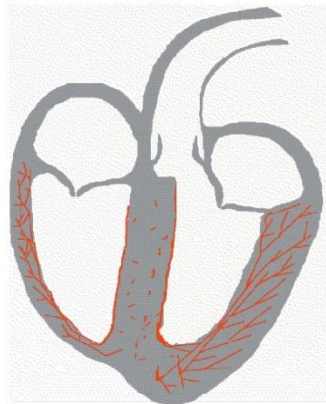
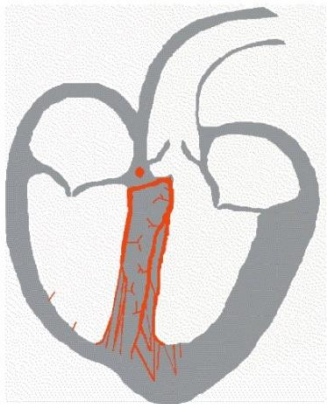
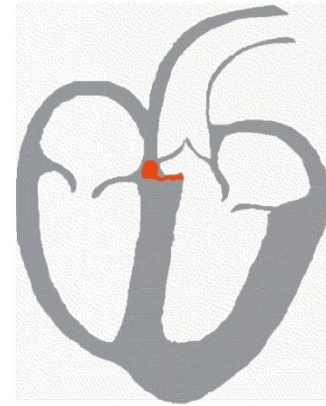
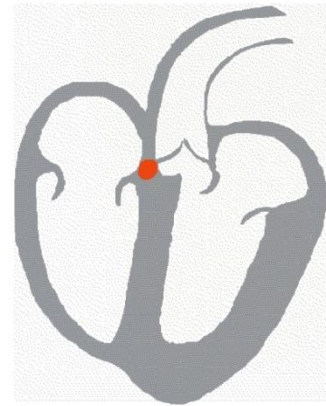
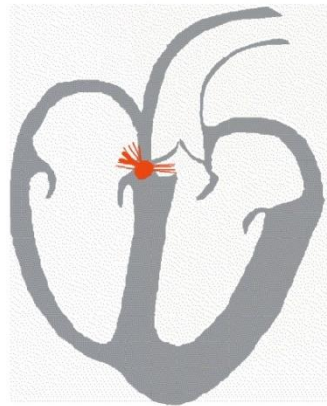
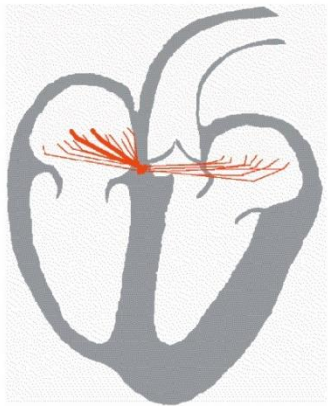


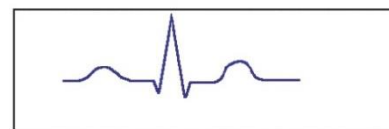
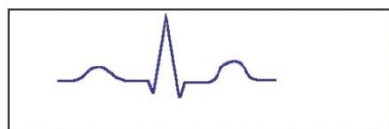
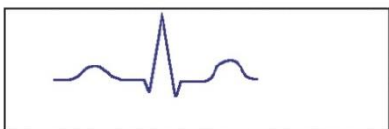
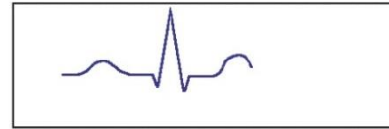
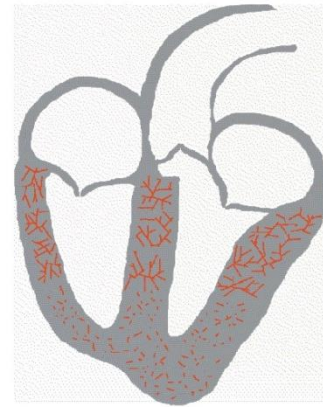
Potencjał czynnościowy wyspecjalizowanych komórek mięśnia sercowego

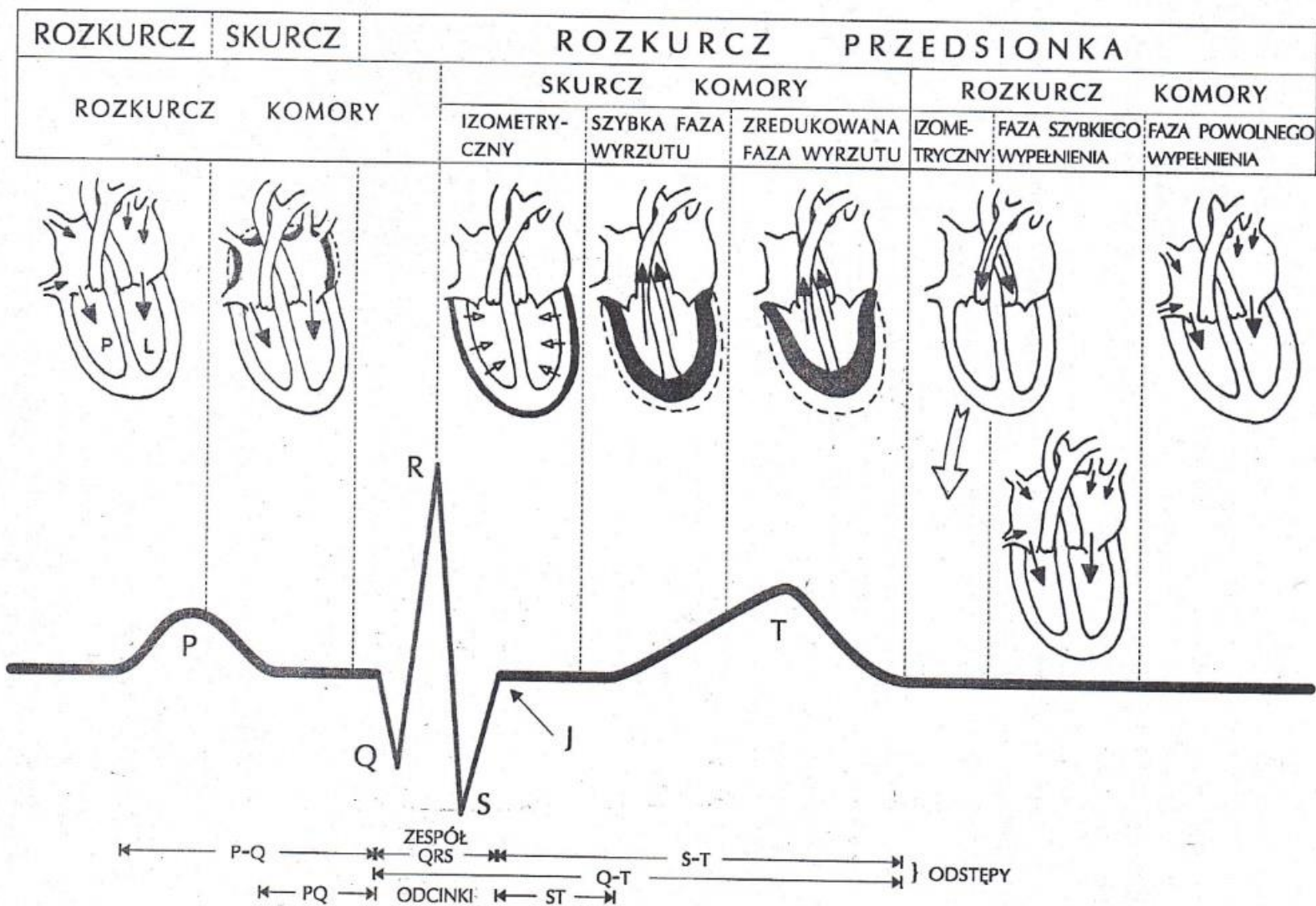


Zależność między rozprzestrzenianiem się pobudzenia w sercu a wykresem EKG:

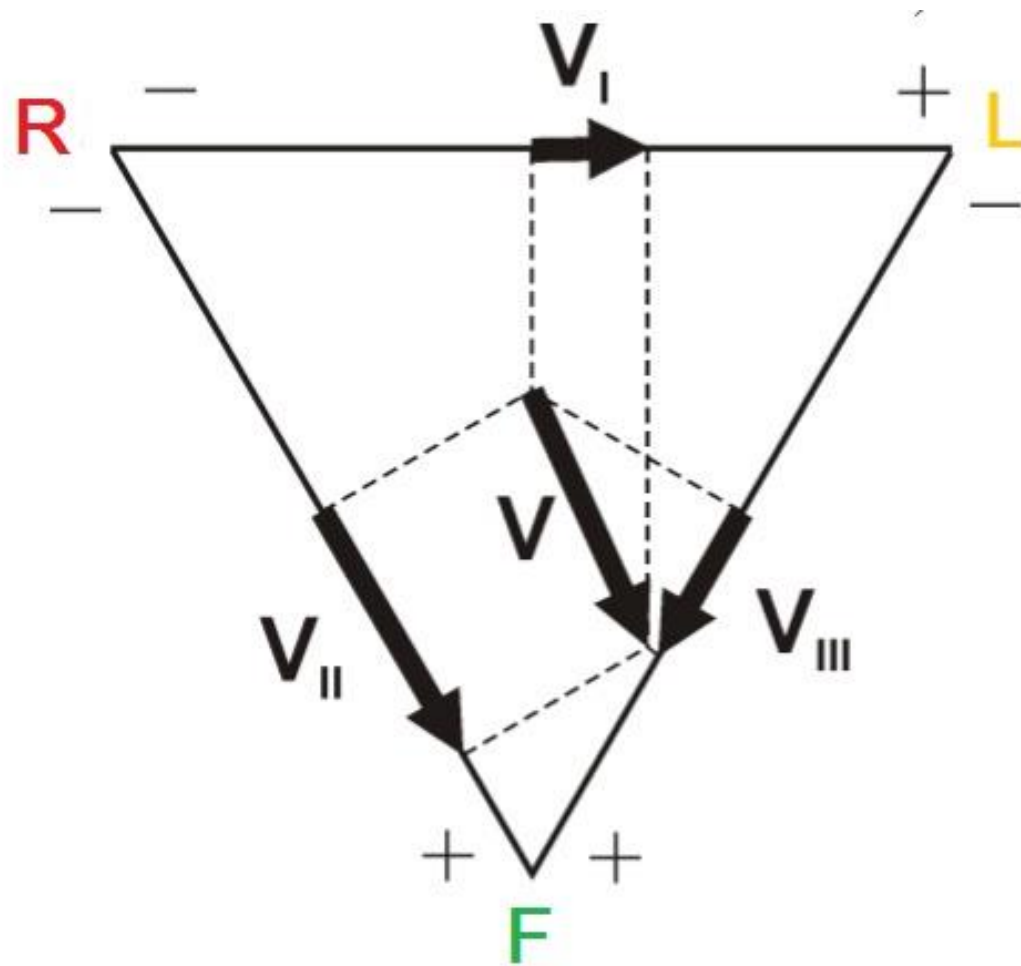




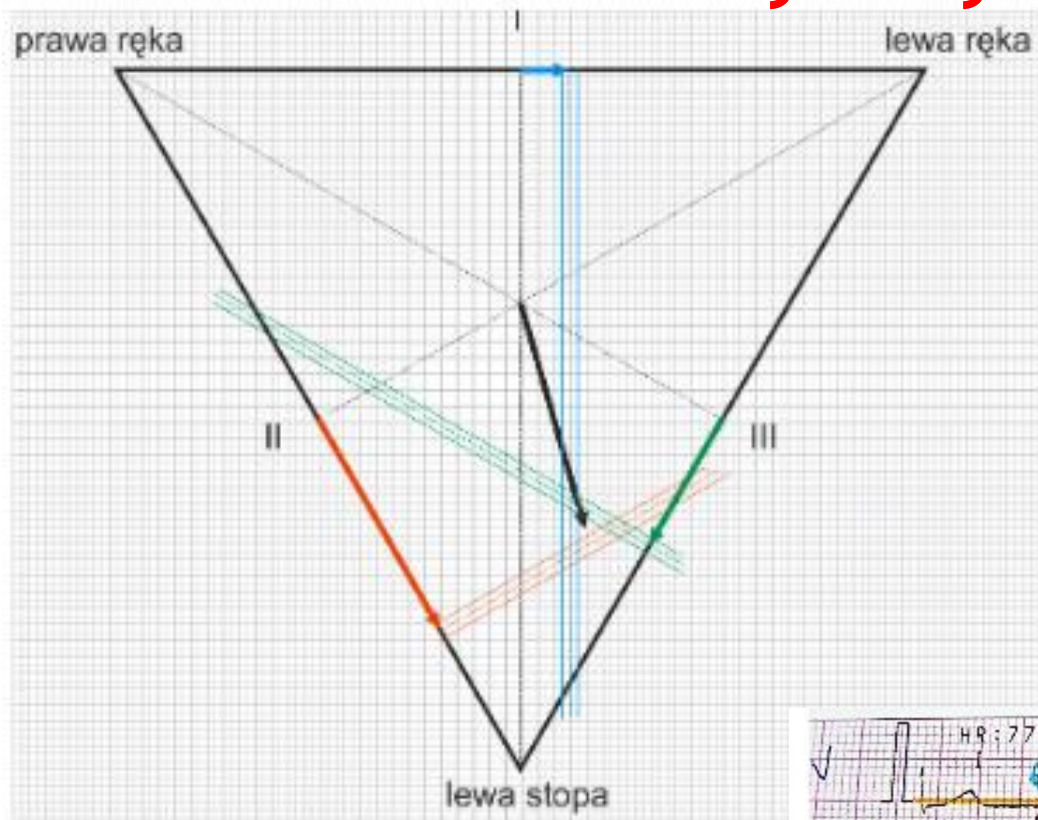




Wektor elektryczny serca



Wektor elektryczny serca



I: Q:-1,5 mm; R:4 mm; S:-1mm

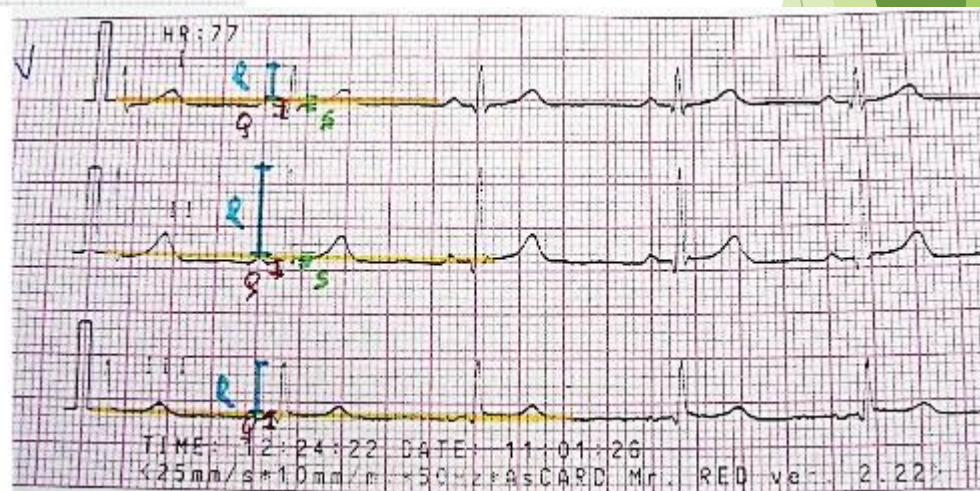
($-1,5 + 4 - 1 = 1,5$ mm)

II: Q:-2,5 mm; R:11 mm; S:-1mm

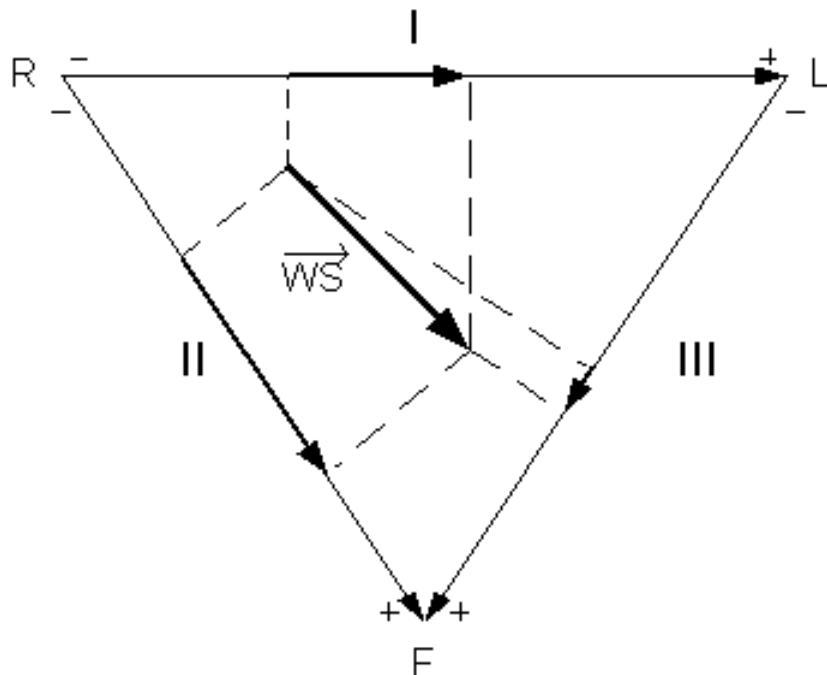
($-2,5 + 11 - 1 = 7,5$ mm)

III: Q:-1,5 mm; R:4 mm; S:-1mm

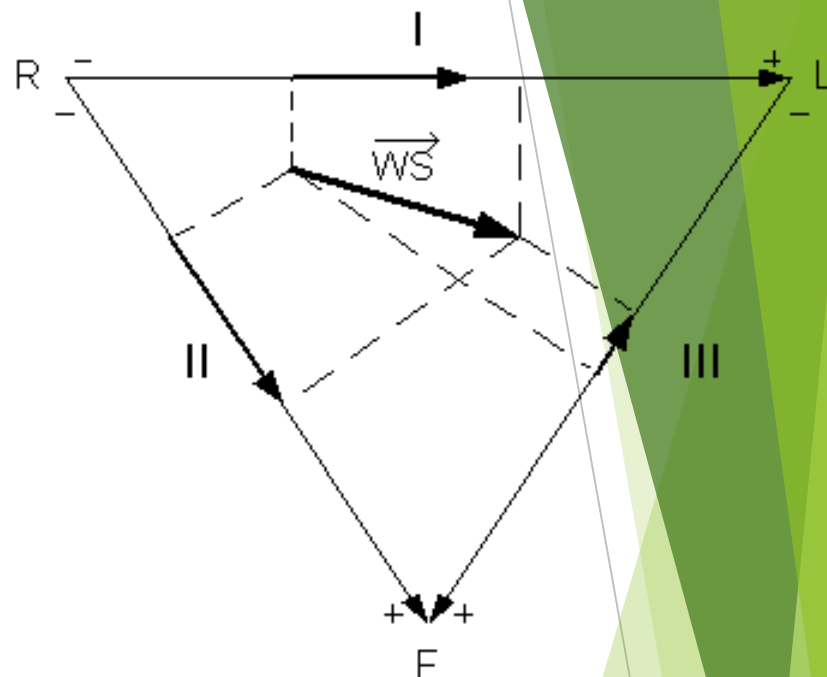
($-1 + 7 = 6$ mm)



Wektor elektryczny serca

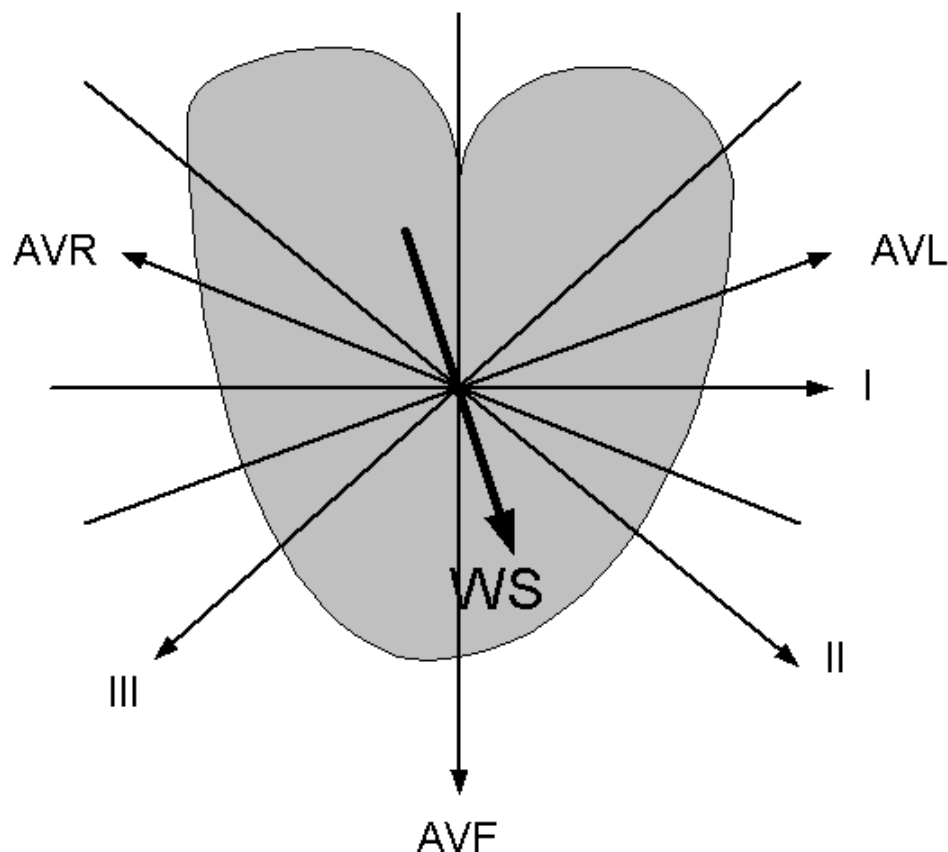


Przypadek w którym wektor serca
WS rzutuje się zgodnie z kierunkami
odprowadzeń



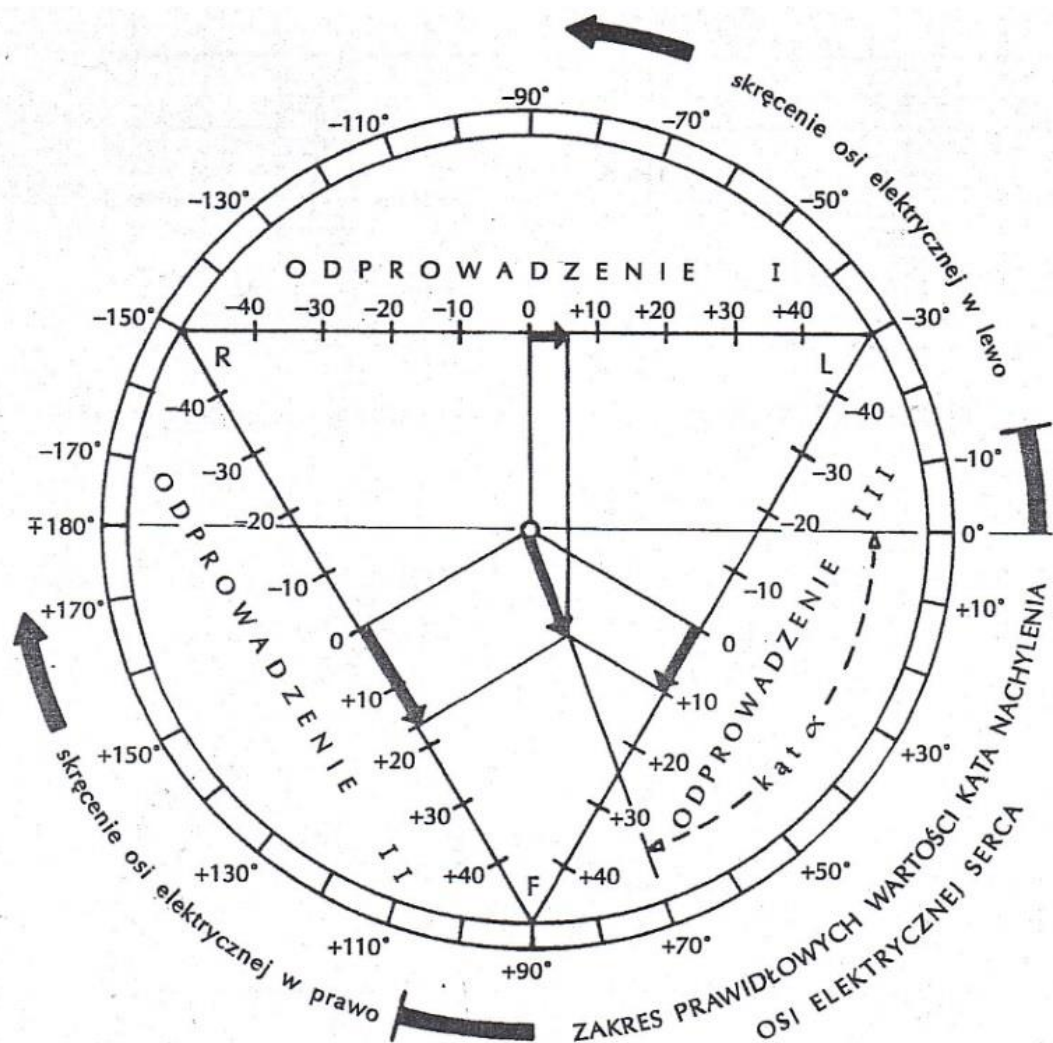
Przypadek w którym wektor serca
rzutuje się "zgodnie" w
odprowadzeniu I i II a
"przeciwnie" w odrowadzeniu III

Wektor elektryczny serca



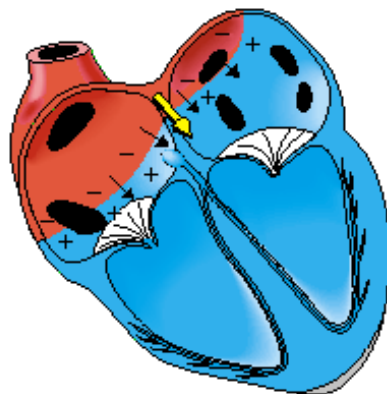
Kierunki rzutowania wektora w płaszczyźnie czołowej dla wszystkich standardowych odprowadzeń kończynowych.

Wektor elektryczny serca - kąt nachylenia

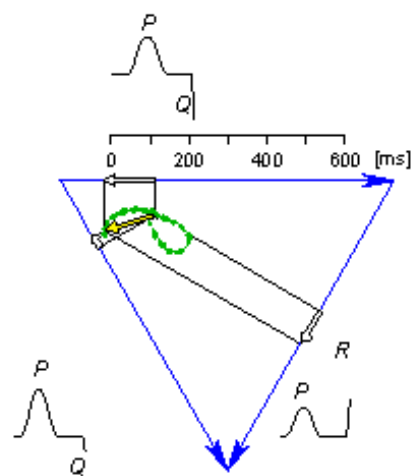
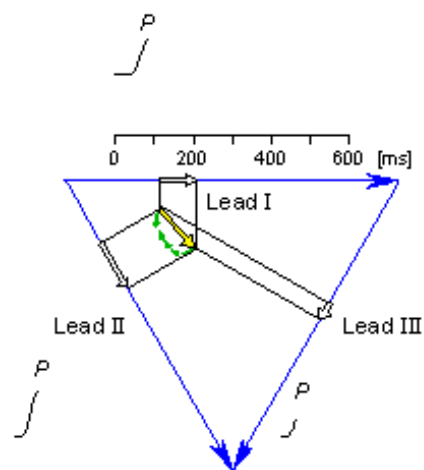


Wektor elektryczny serca

ATRIAL
DEPOLARIZATION
80 ms

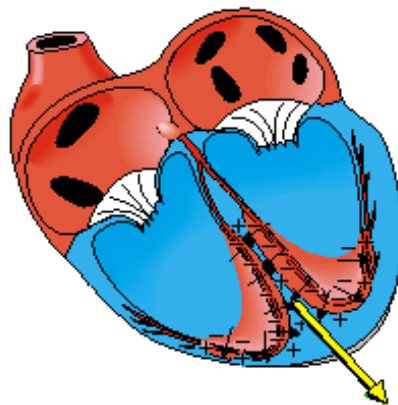


SEPTAL
DEPOLARIZATION
220 ms

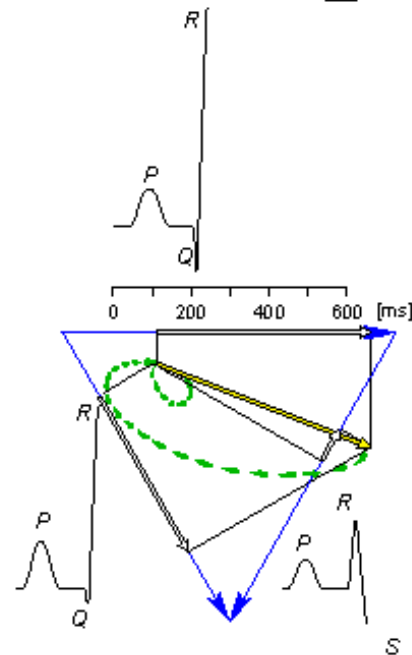
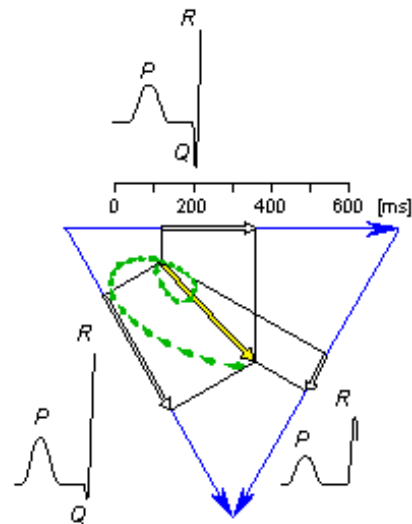
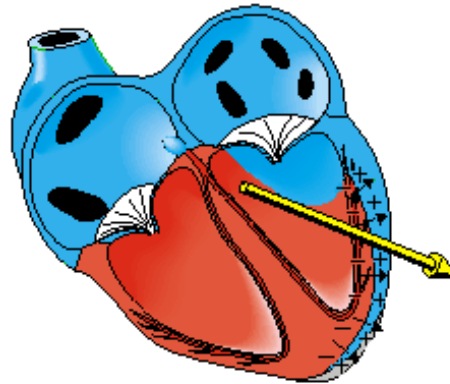


Wektor elektryczny serca

APICAL
DEPOLARIZATION
230 ms

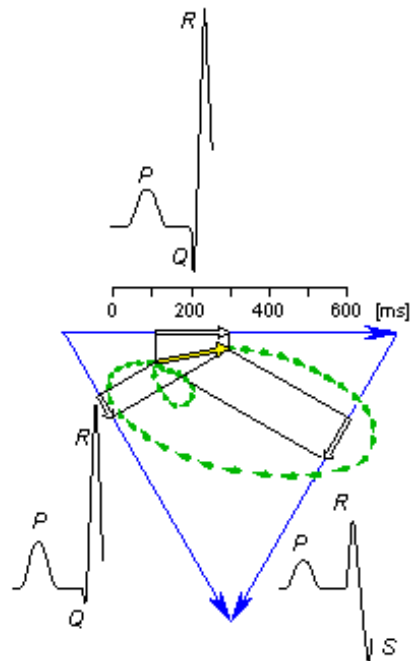
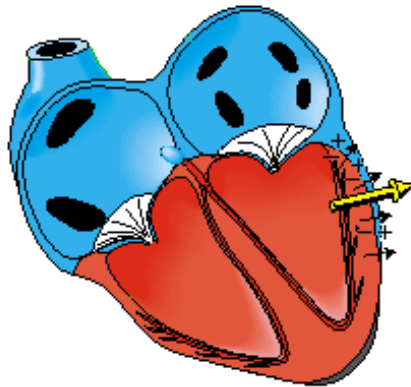


LEFT VENTRICULAR
DEPOLARIZATION
240 ms

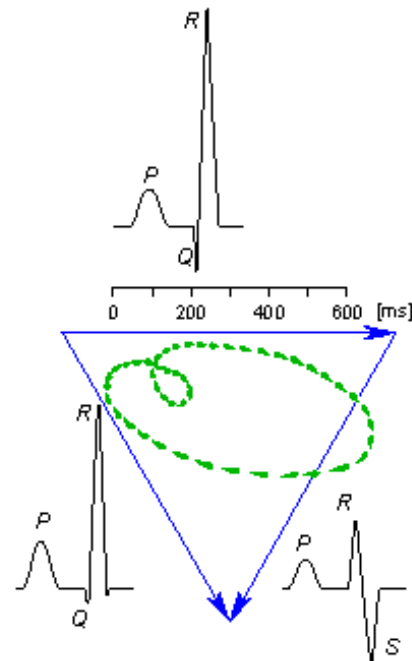
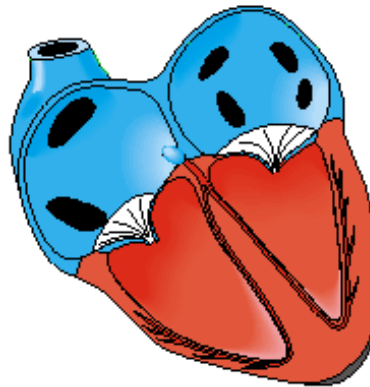


Wektor elektryczny serca

LATE LEFT VENTRICULAR
DEPOLARIZATION
250 ms

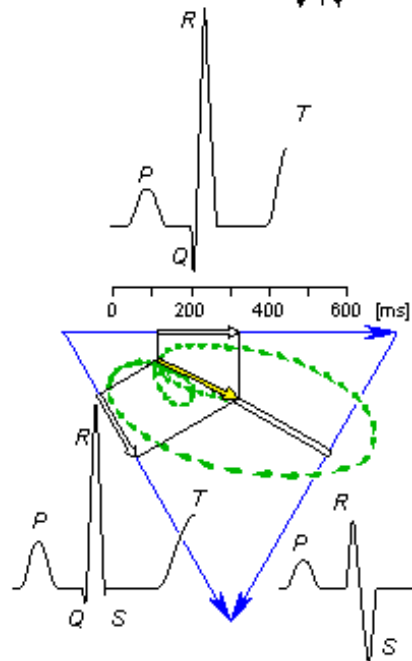
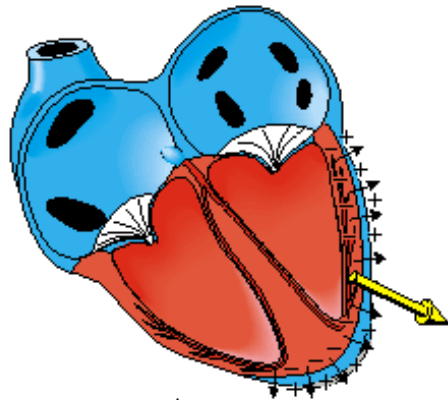


VENTRICLES
DEPOLARIZED
350 ms

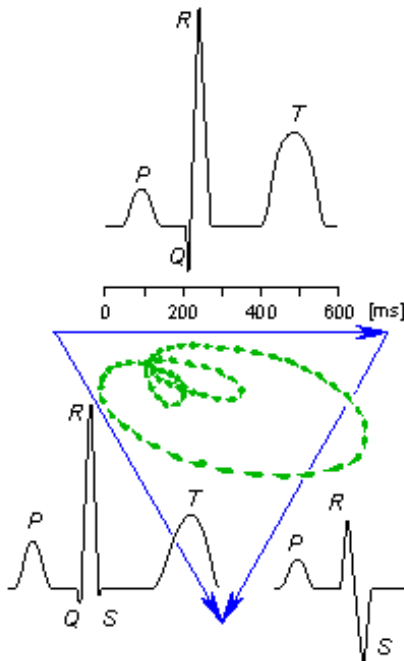


Wektor elektryczny serca

VENTRICULAR
REPOLARIZATION
450 ms



VENTRICLES
REPOLARIZED
600 ms

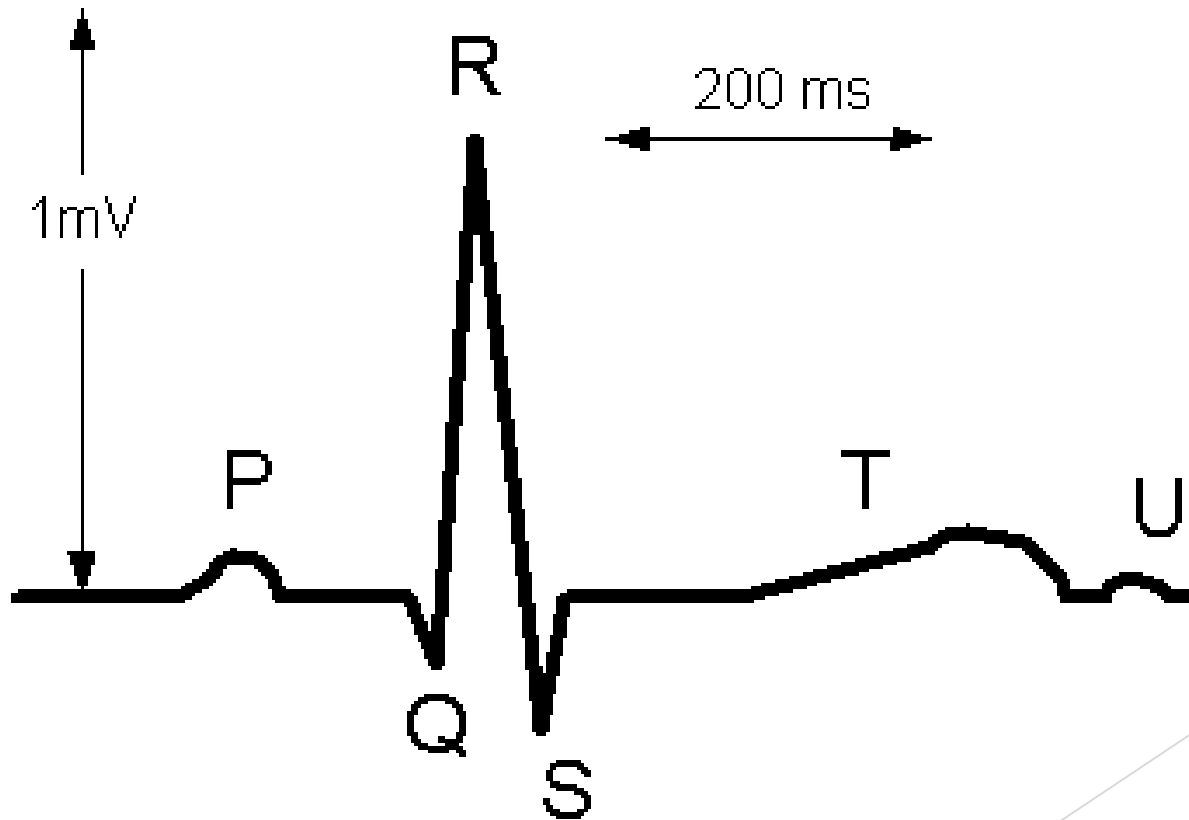


Przykłady sygnałów biologicznych

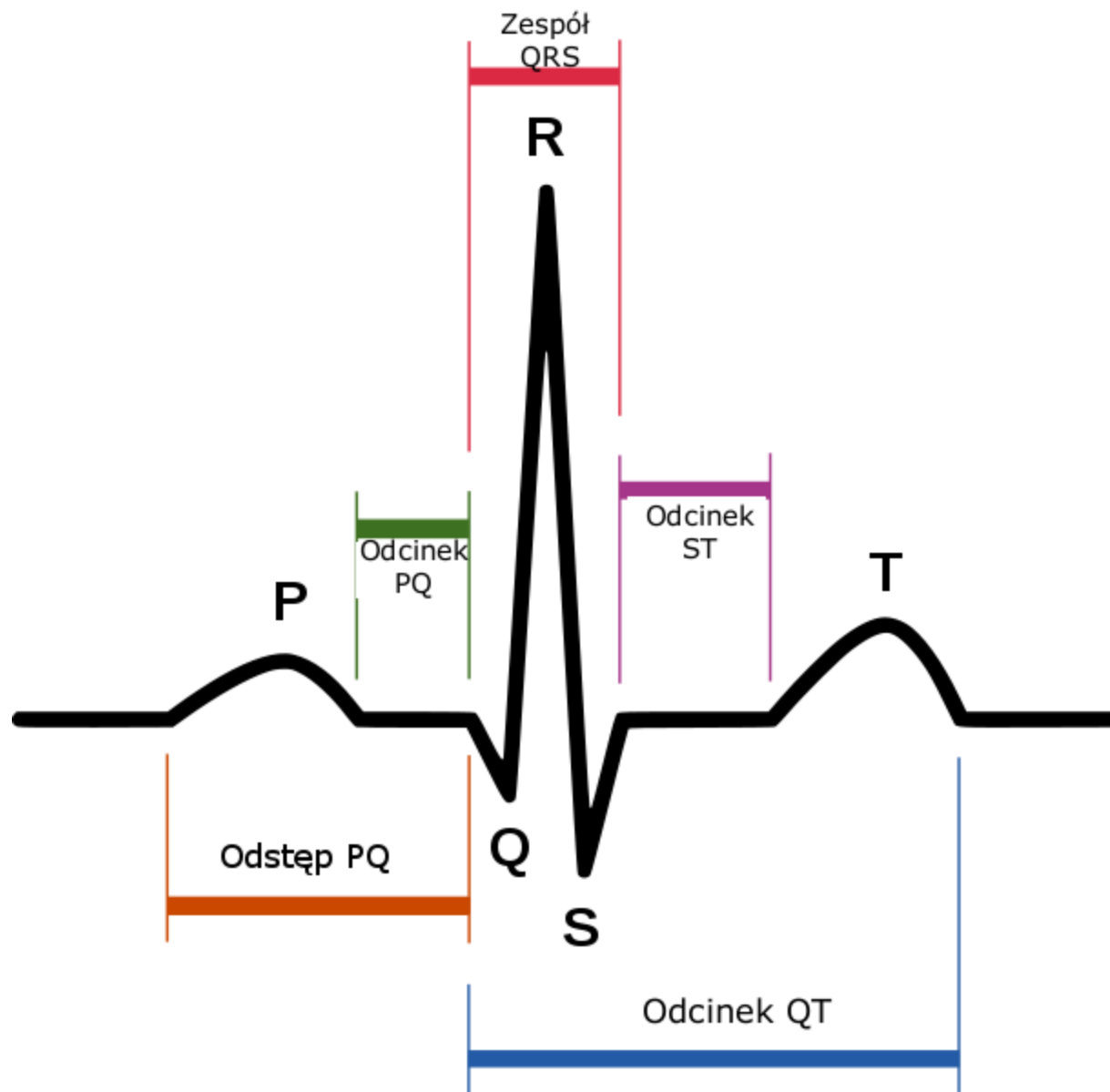
Rodzaj sygnału	Pasmo	Zakres amplitud
EKG	0.05 – 100 Hz	10μmV – 5 mV
EEG	0.5 – 60 Hz	15 - 100 μ V
EMG	10 – 200 Hz	zależny od elektrod (kilka mV)
Ciśnienie krwi	DC – 60 Hz	40-300 mm Hg (tętnice) 0 - 15 mm Hg (żyły)
Częstość oddechu	14 – 40 cykli na minutę	

Trójkąt Einthovena

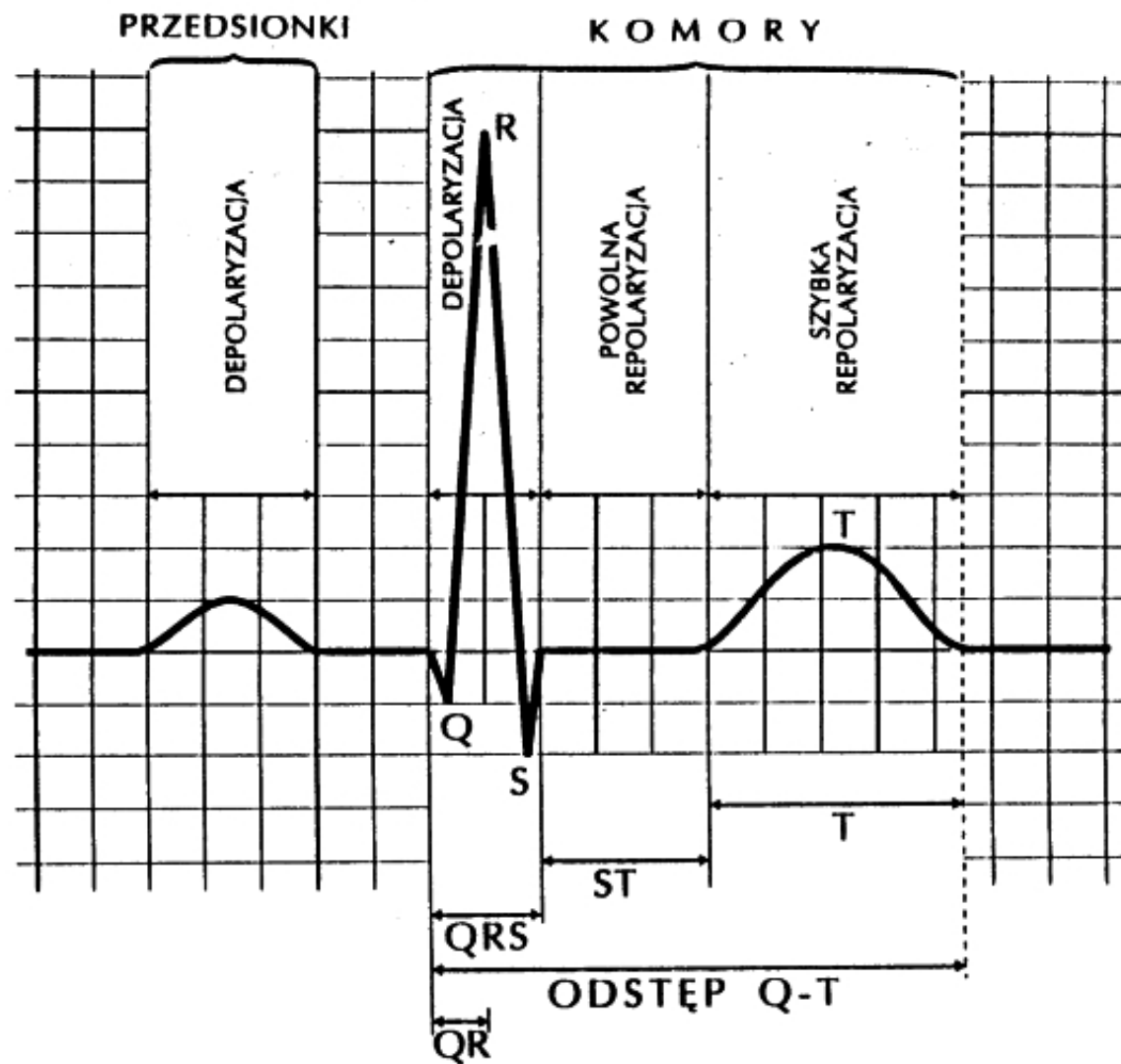
Schematyczna prezentacja załamków dla zapisu EKG w odprowadzeniu II



Analiza sygnału EKG:



EKG standardowe



Na wykresie EKG analizujemy:

- **linia izoelektryczna** - linia pozioma zarejestrowana w czasie, gdy w sercu nie stwierdza się żadnych pobudzeń (aktywności). Najłatwiej wyznaczyć ją według odcinka PQ. Stanowi ona punkt odniesienia poniższych zmian § załamki - wychylenia od linii izoelektrycznej (dodatni, gdy wychylony w górę; ujemny, gdy wychylony w dół)
- **odcinki** - czas trwania linii izoelektrycznej pomiędzy załamkami
- **odstęp** - łączny czas trwania odcinków i sąsiadującego załamka

Załamki:

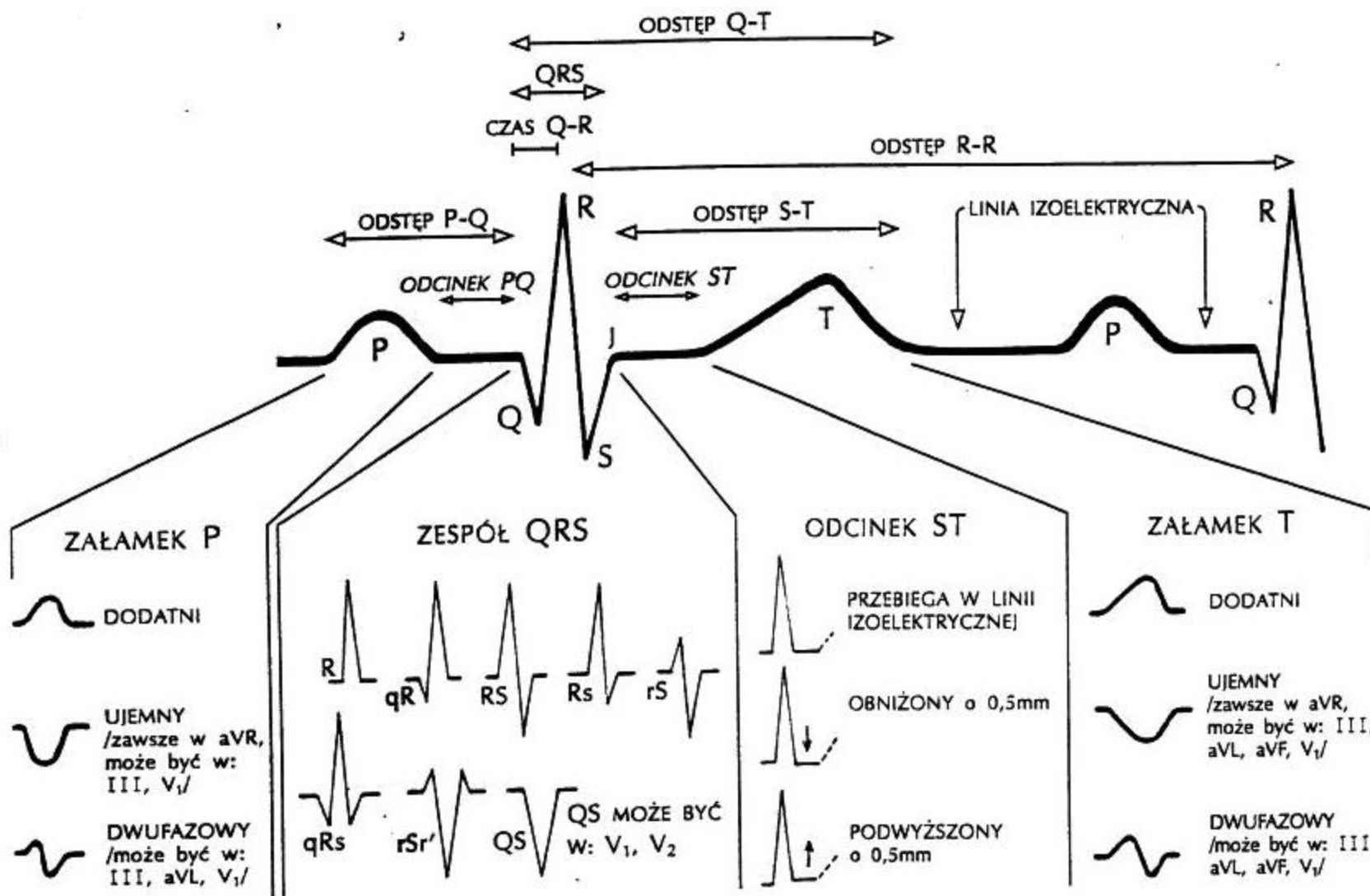
- załamek P - jest wyrazem depolaryzacji mięśnia przedsionków (dodatni we wszystkich 11 odprowadzeniach, poza aVR-ujemny)
- zespół QRS - odpowiada depolaryzacji mięśnia komór
- załamek T - odpowiada repolaryzacji komór
- czasem też załamek U

Odcinki:

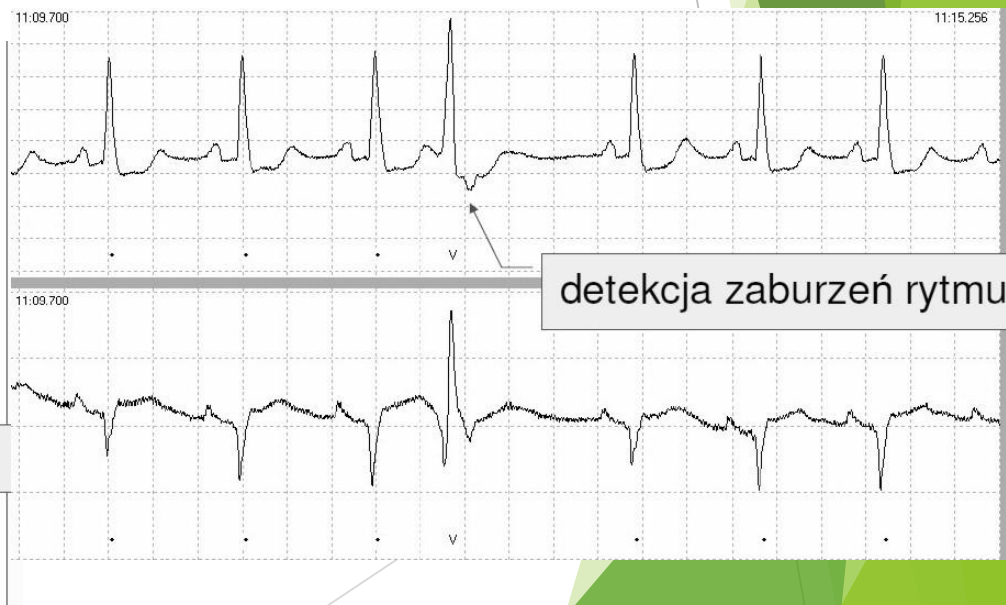
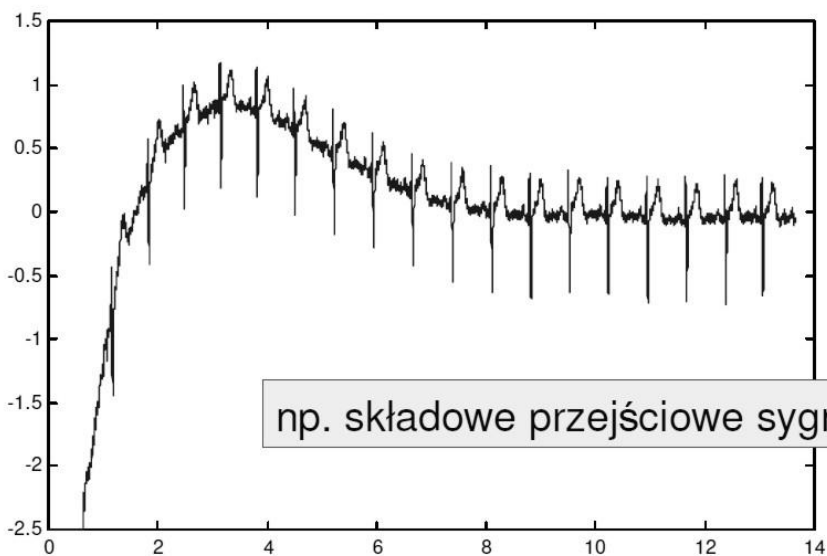
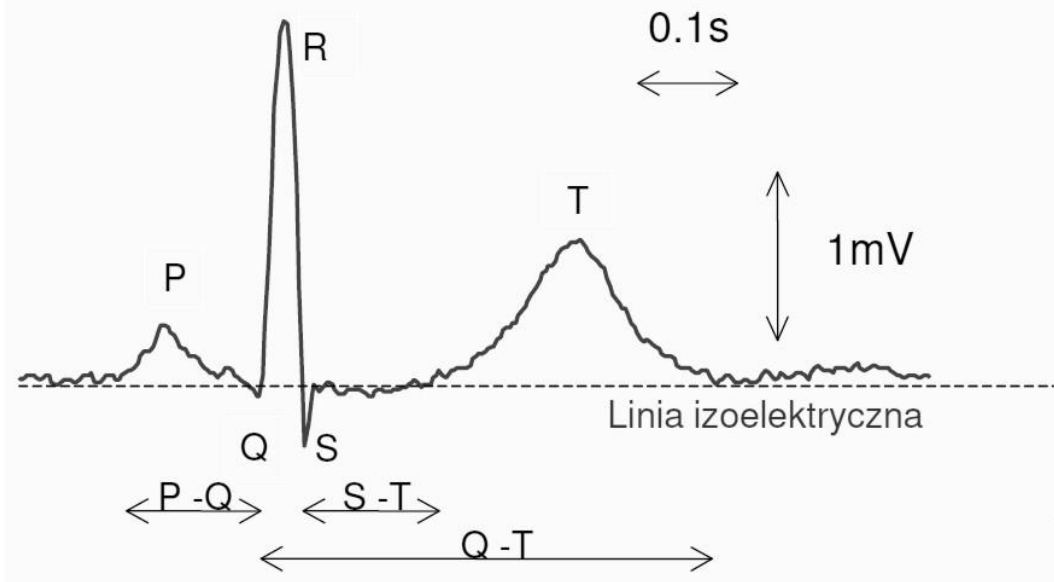
- odcinek PQ - wyraża czas przewodzenia depolaryzacji przez węzeł przedsionkowo-komorowy (AV)
- odcinek ST - okres depolaryzacji komór

Odstępy:

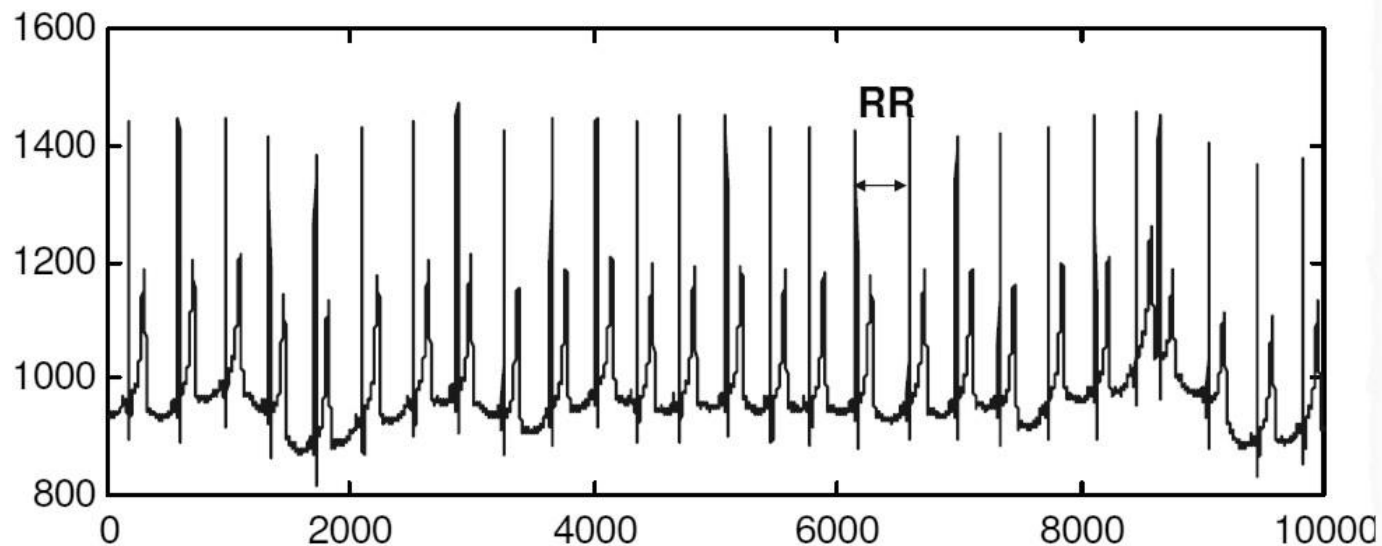
- odstęp PQ - wyraża czas przewodzenia depolaryzacji od węzła zatokowo-przedsionkowego do węzeł przedsionkowo-komorowy (SA $\rightarrow$ AV)
- odstęp ST - wyraża czas wolnej i szybkiej repolaryzacji mięśnia komór (2 i 3 faza repolaryzacji)
- odstęp QT - wyraża czas potencjału czynnościowego mięśnia komór (depolaryzacja + repolaryzacja)



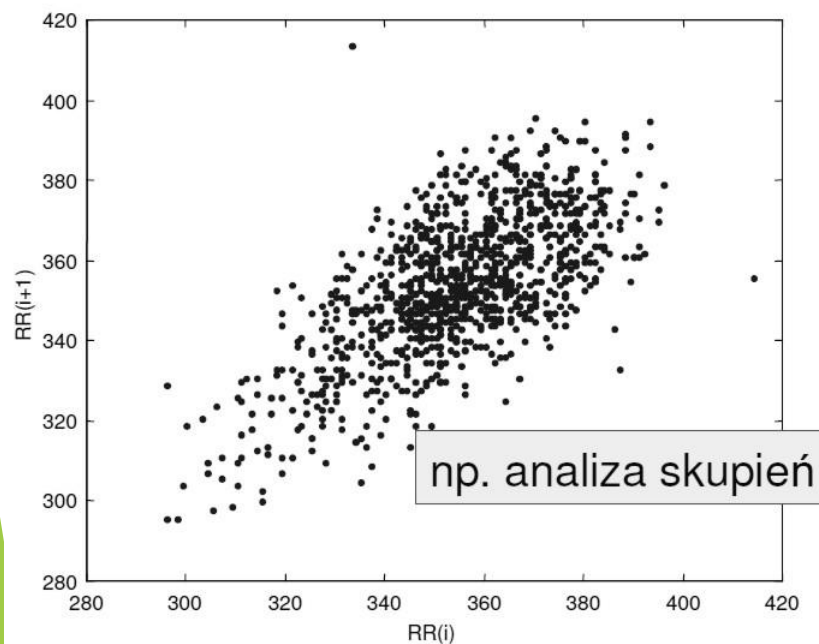
Analiza czasowa



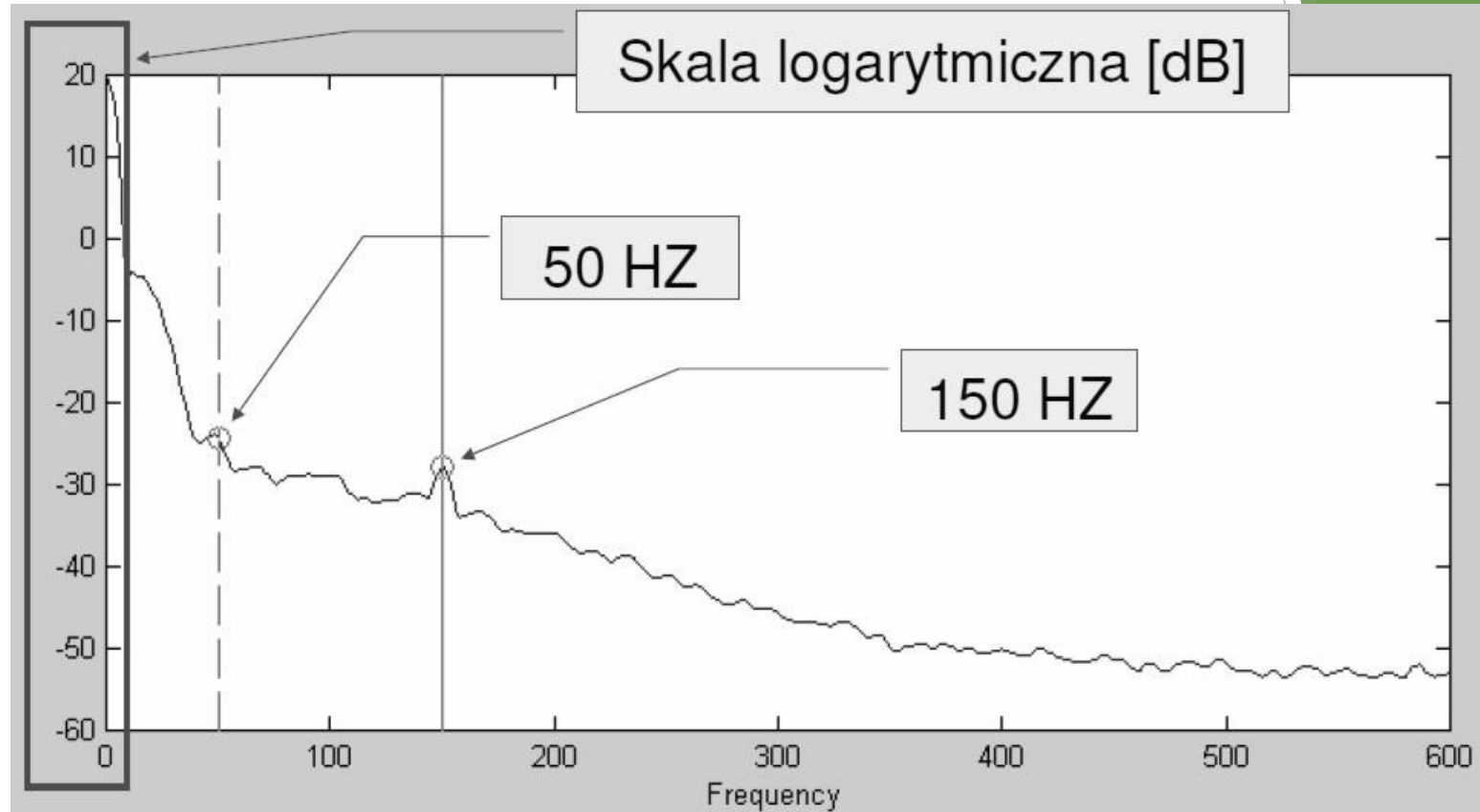
Analiza statystyczna



analiza szeregu czasowego
 RR_i



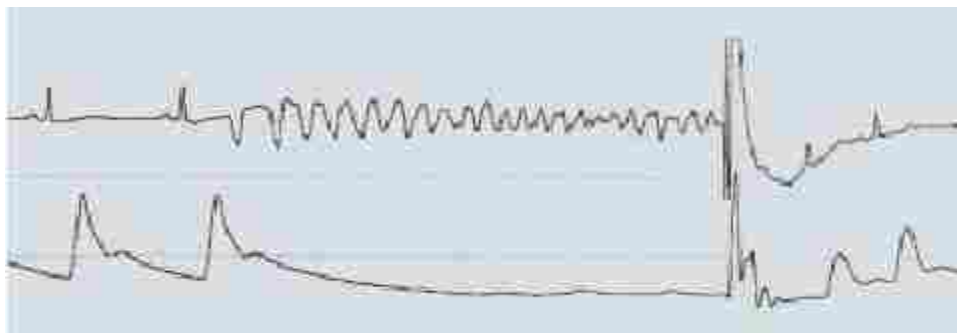
Analiza widmowa



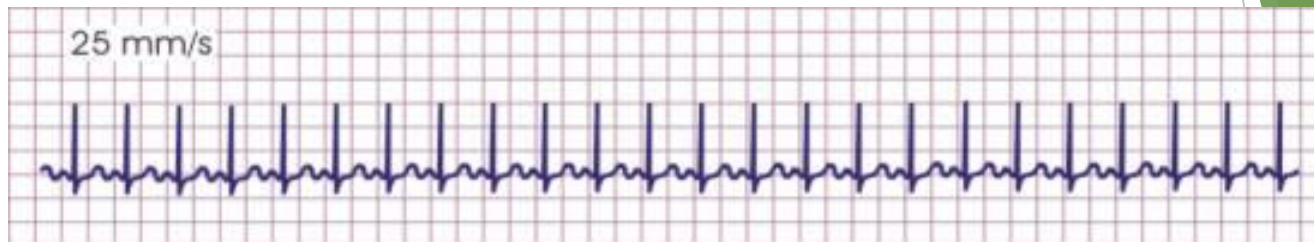
Gęstość widmowa mocy sygnału EKG

Typowe zaburzenia rytmu serca

Bradykardia zatokowa – zbyt wolny rytm serca – poniżej 60 uderzeń na minutę (częstość poniżej 40 uderzeń na minutę przyjmuje się jako niebezpieczną).



Tachykardia – zbyt szybki rytm serca (przekraczający 100 uderzeń na minutę w spoczynku)



Migotanie przedsionków – charakteryzuje się brakiem załamków P, przeważnie tachykardią z wąskimi zespołami QRS, arytmia i zachowanym tętnem



Inne na:

http://www.ratownictwo.waw.pl/ratownictwo_medyczne_ramka.html ?

Zahamowanie zatokowe - to okresy braku czynności serca, gdy impuls nie powstaje we właściwym czasie.

Blok przewodzenia przedsionkowo – komorowego - występuje wtedy, gdy ośrodek rytmu zatokowego wysyła impuls, który rozprzestrzenia się na przedsionki serca, jednak nie dociera do mięśnia komór.

Rytm zastępczy - powstaje w innym ośrodku niż główny rytm serca - wówczas, gdy następuje zahamowanie rytmu zatokowego lub blok przedsionkowo-komorowy.

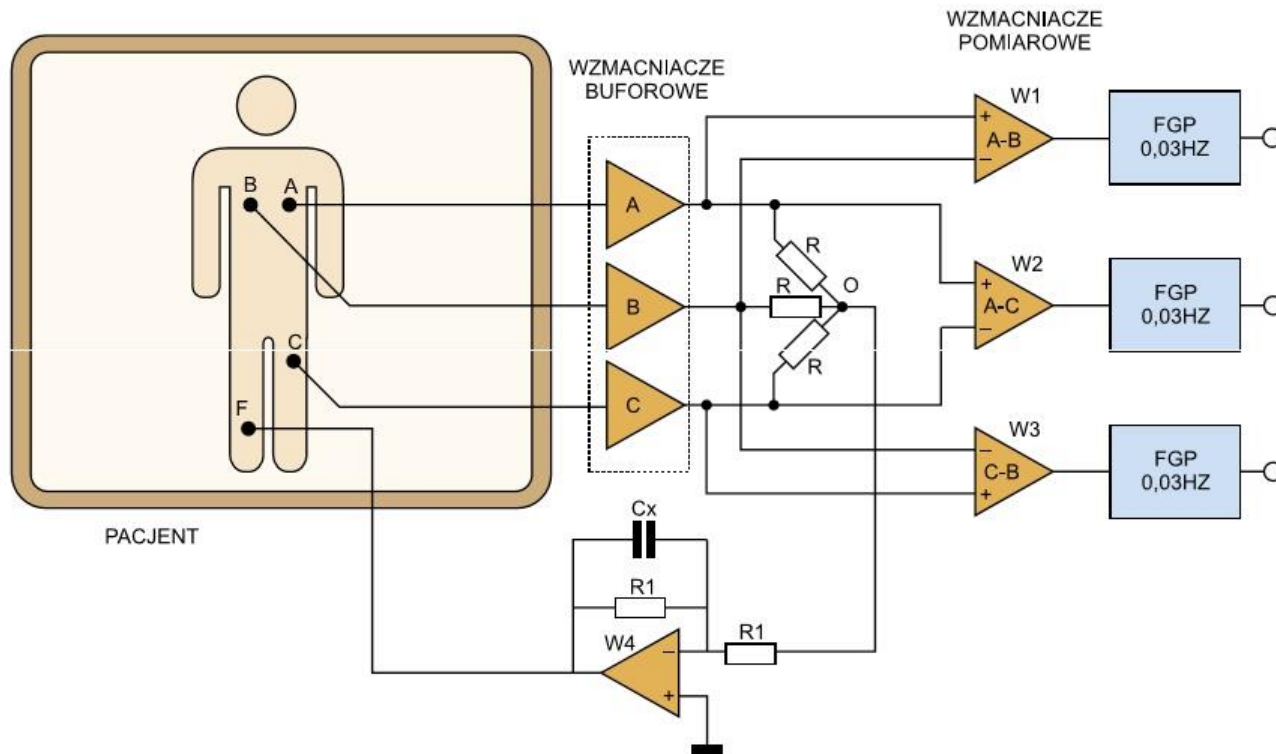


Schemat blokowy elektrokardigrafu





Blok wzmacniaczy





Wzmacniacz biologiczny - wymagania

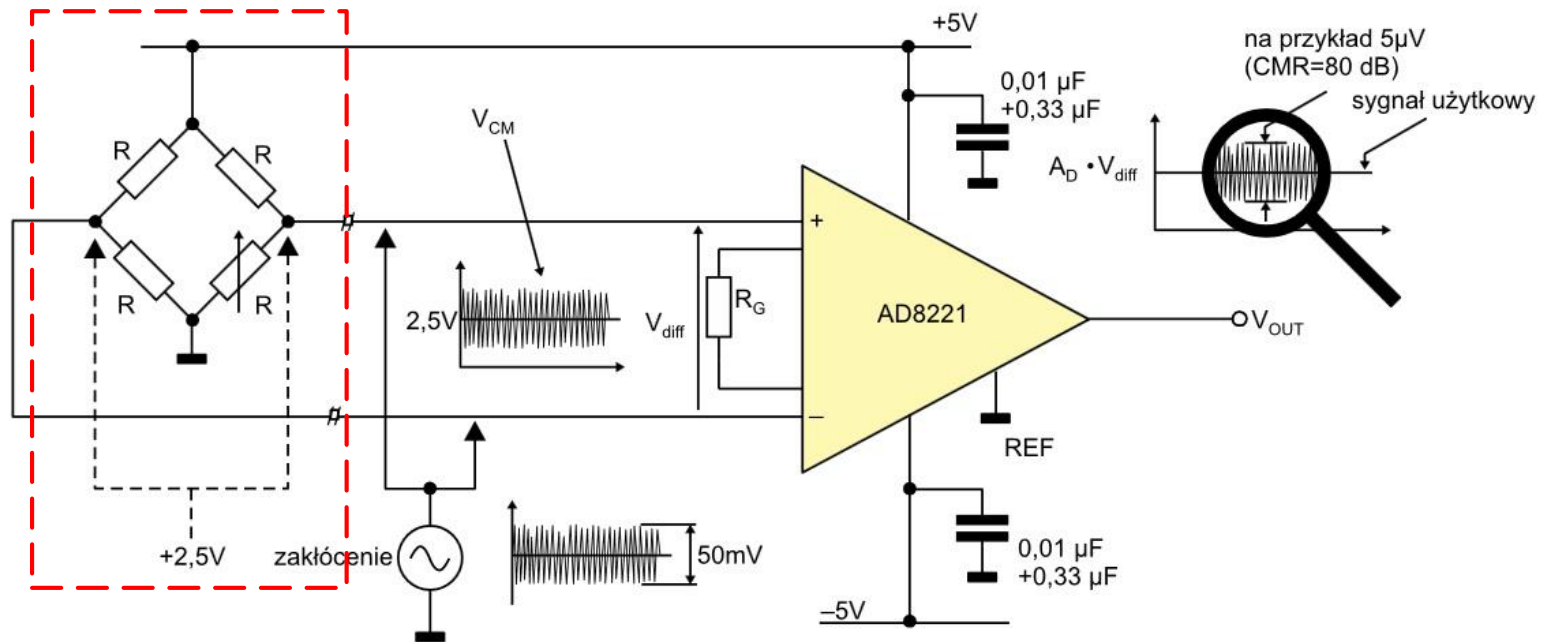
- brak wpływu na proces fizjologiczny,
- nieznieskształcany sygnał mierzony,
- separacja sygnału i zakłóceń,
- gwarancja zabezpieczenia pacjenta



Wzmacniacz biologiczny - wymagania

- Bardzo duża impedancja wejściowa $> 10^9 \Omega$
- Mała impedancja wyjściowa **kilka $m\Omega$**
- Duża wartość współczynnika tłumienia napięć wspólnych **CMRR min 100dB**
- Małe parametry resztkowe (prądy polaryzacji, wejściowe napięcia niezrównoważenia, małe szумы)
- Zapewnione bezpieczeństwo przeciwporażeniowe

Wzmacniacz biologiczny - współczynnik CMRR



obiekt

$$CMRR = 20 \log \frac{A_D \cdot V_{CM}}{V_{OUT}}$$

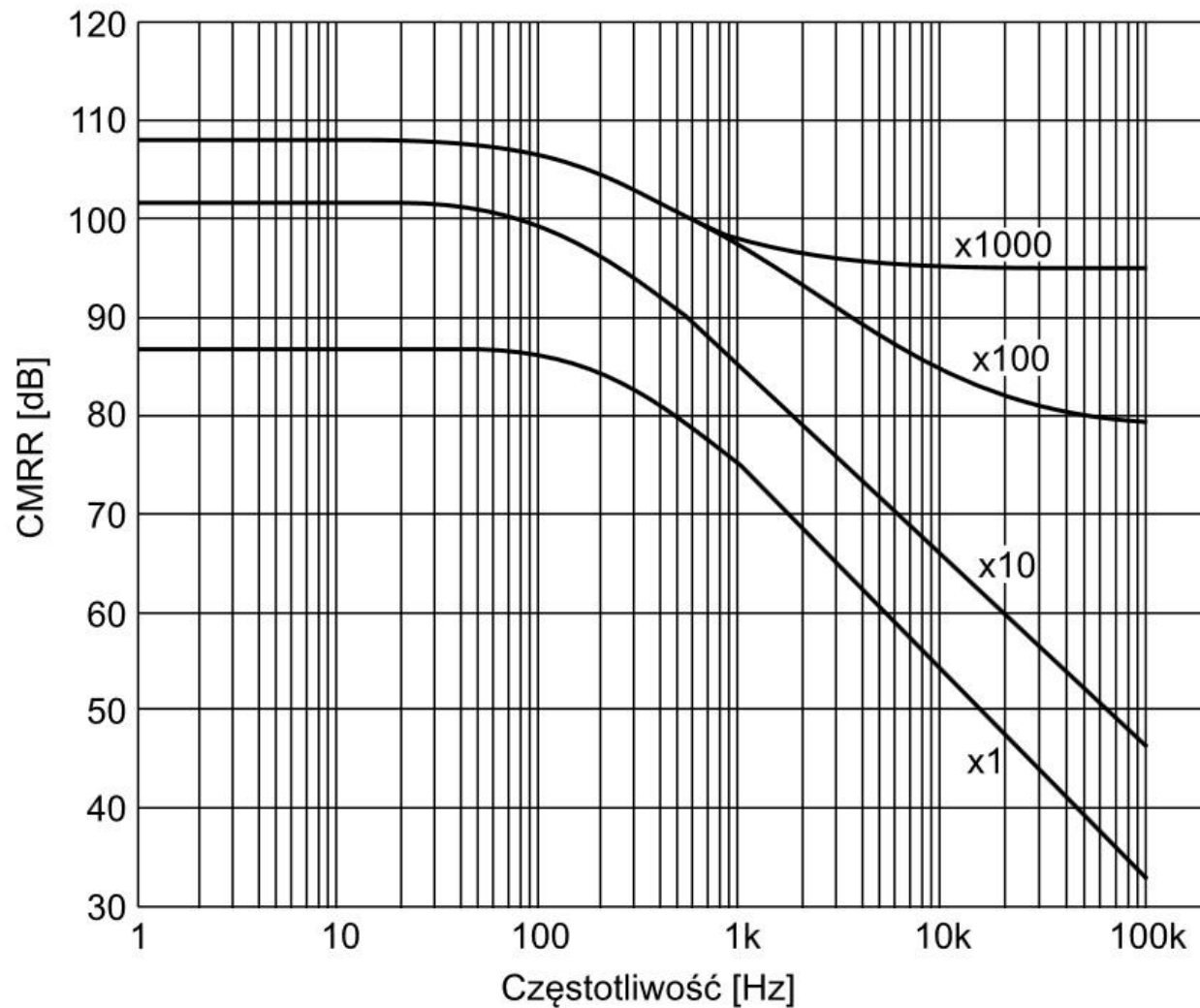
A_D – wzmacnienie różnicowe

V_{CM} – napięcie wspólne
doprowadzone do obu wejść

V_{OUT} – napięcie wyjściowe

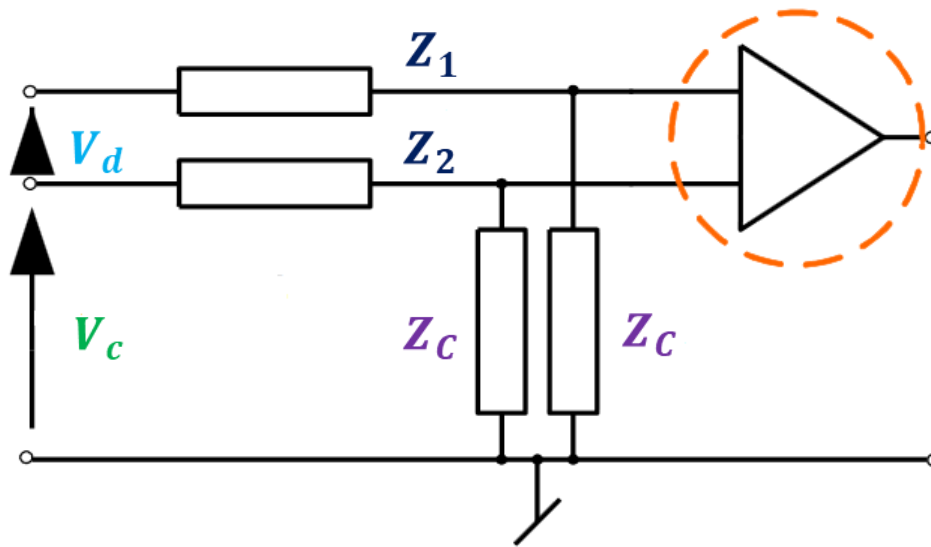


CMRR - wzmacniacza pomiarowego





$CMRR_e$ - efektywny



Z_1, Z_2 – impedancja elektrod

Z_c – impedancja izolacji

V_d – sygnał różnicowy

V_c – sygnał wspólny

$$Z_d = Z_1 - Z_2$$

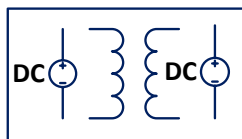
$CMRR_K$ – wartość katalogowa

$$CMRR_e = \frac{1}{\frac{1}{CMRR_K} + \frac{Z_d}{Z_c}}$$

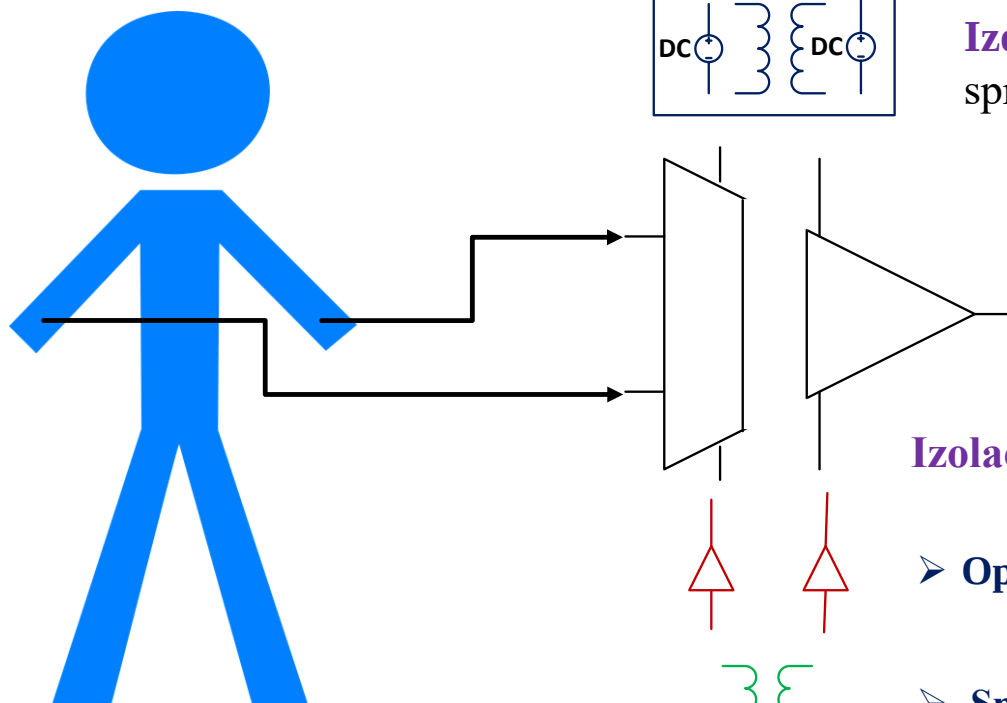


Wzmacniacz biologiczny

Przetwornik DC/DC



**Izolacja zasilania –
sprzężenie magnetyczne**



Izolacja sygnałowa

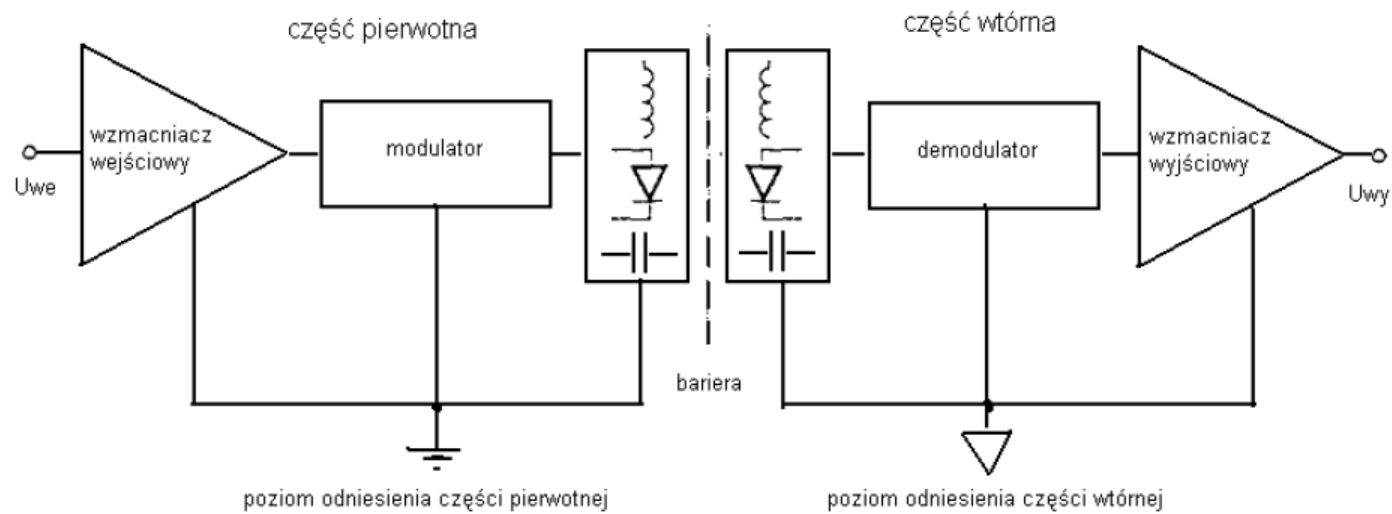
➤ **Optoizolacja**

➤ **Sprzężenie magnetyczne**

➤ **Sprzężenie
pojemnościowe**

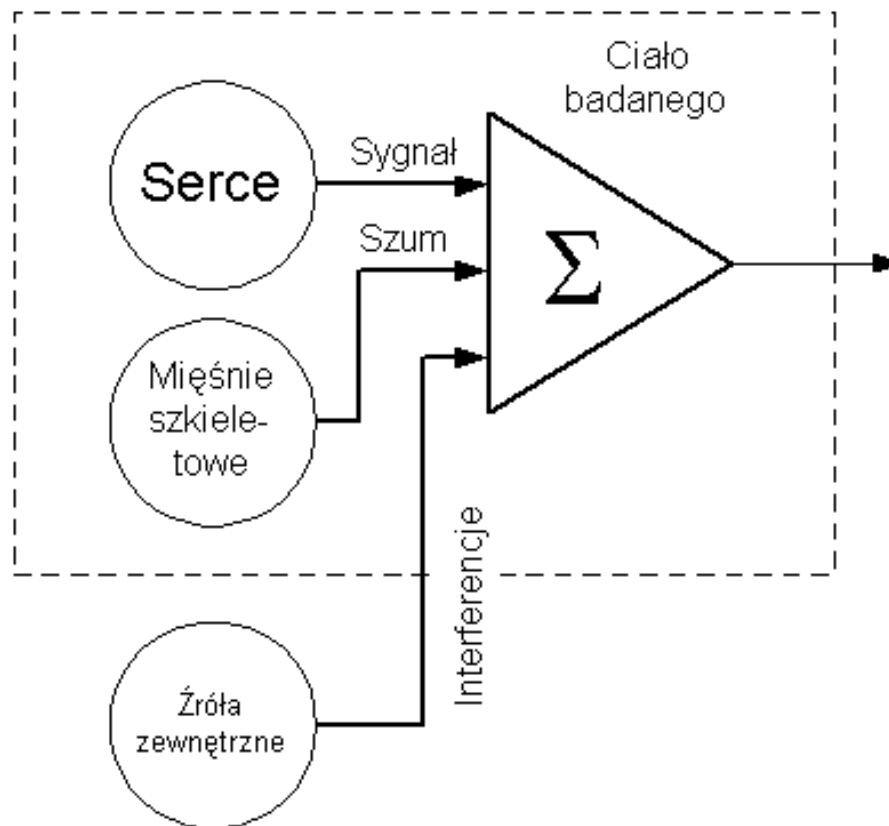


Wzmacniacz biologiczny





Składowe rejestrowanego sygnału





Źródła zakłóceń w EKG

Zakłócenia wewnętrzne:

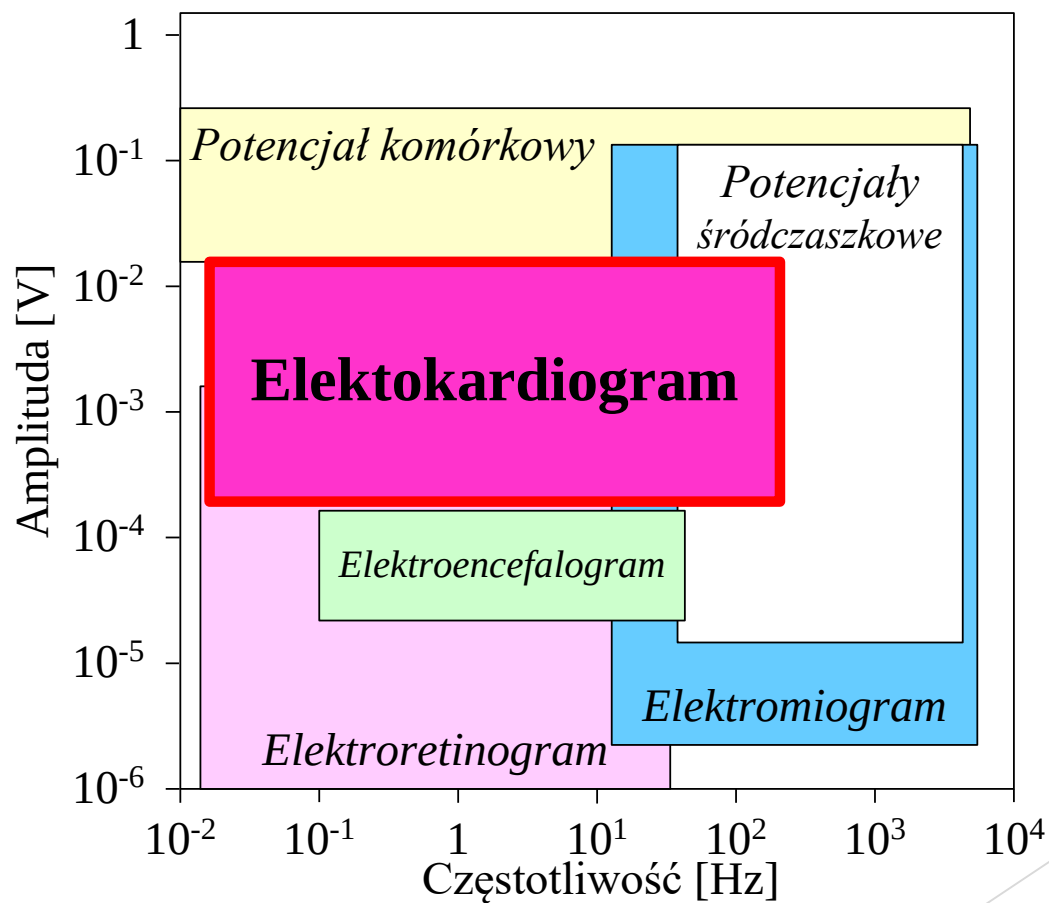
- ❖ napięcia bioelektryczne innego pochodzenia niż EKG,
- ❖ cykliczny dryft linii izoelektrycznej,
- ❖ niecykliczny dryft linii zerowej.

Szumy aparatury pomiarowej,

Zakłócenia zewnętrzne.

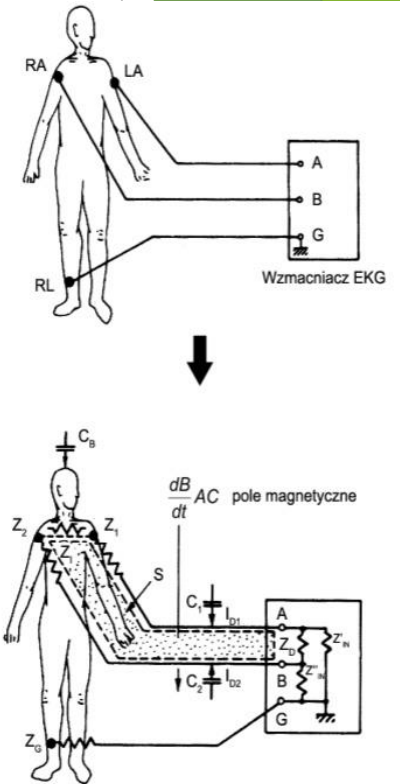
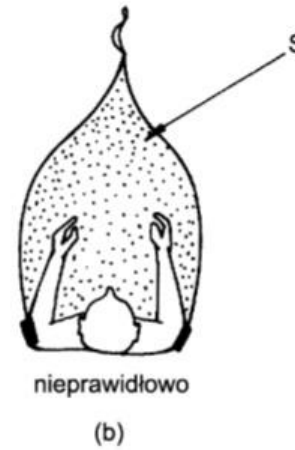
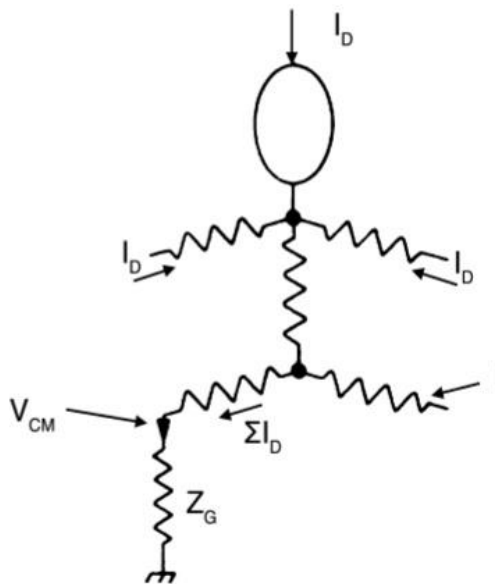


Elektropotencjały



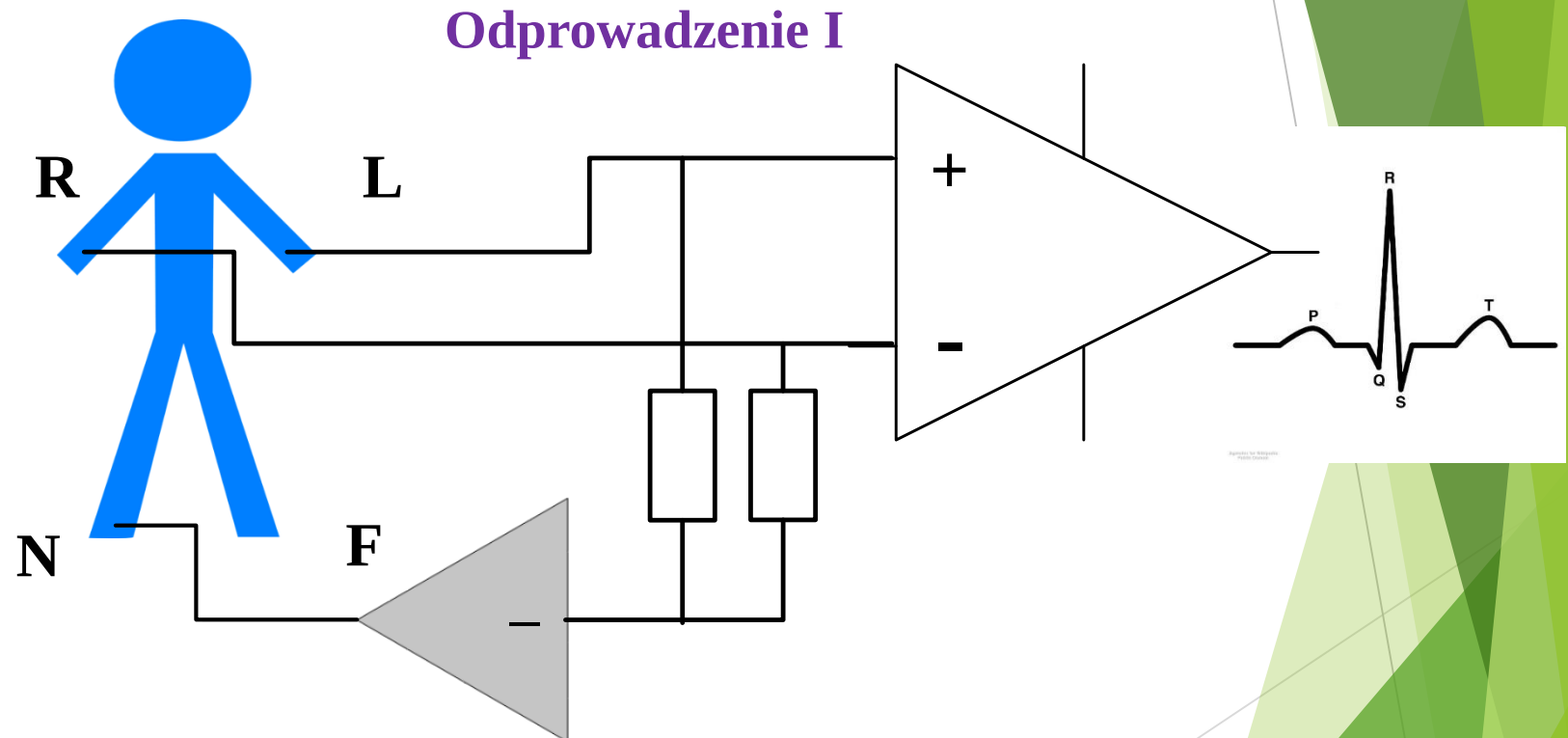


Źródła zakłóceń w EKG

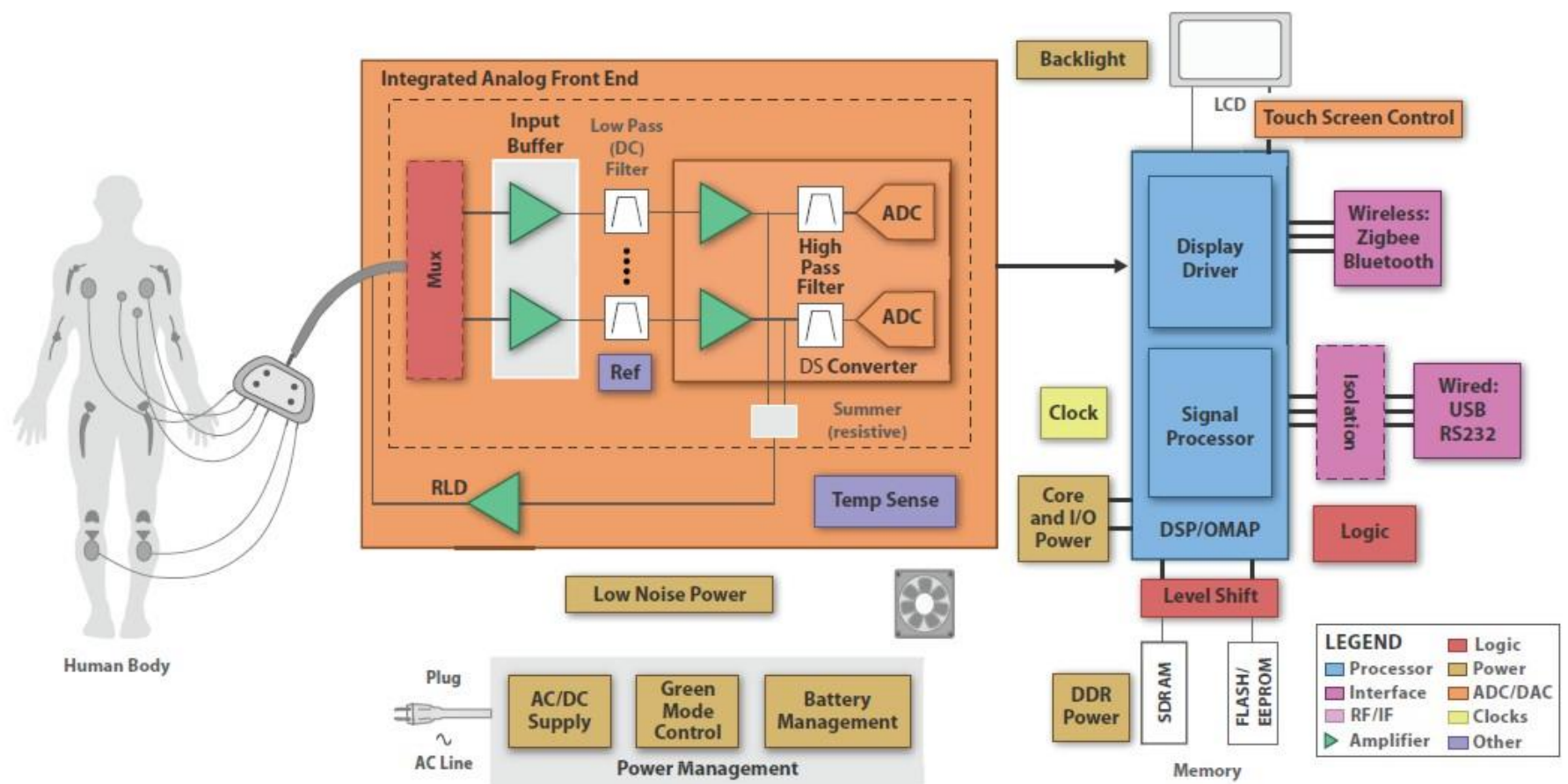




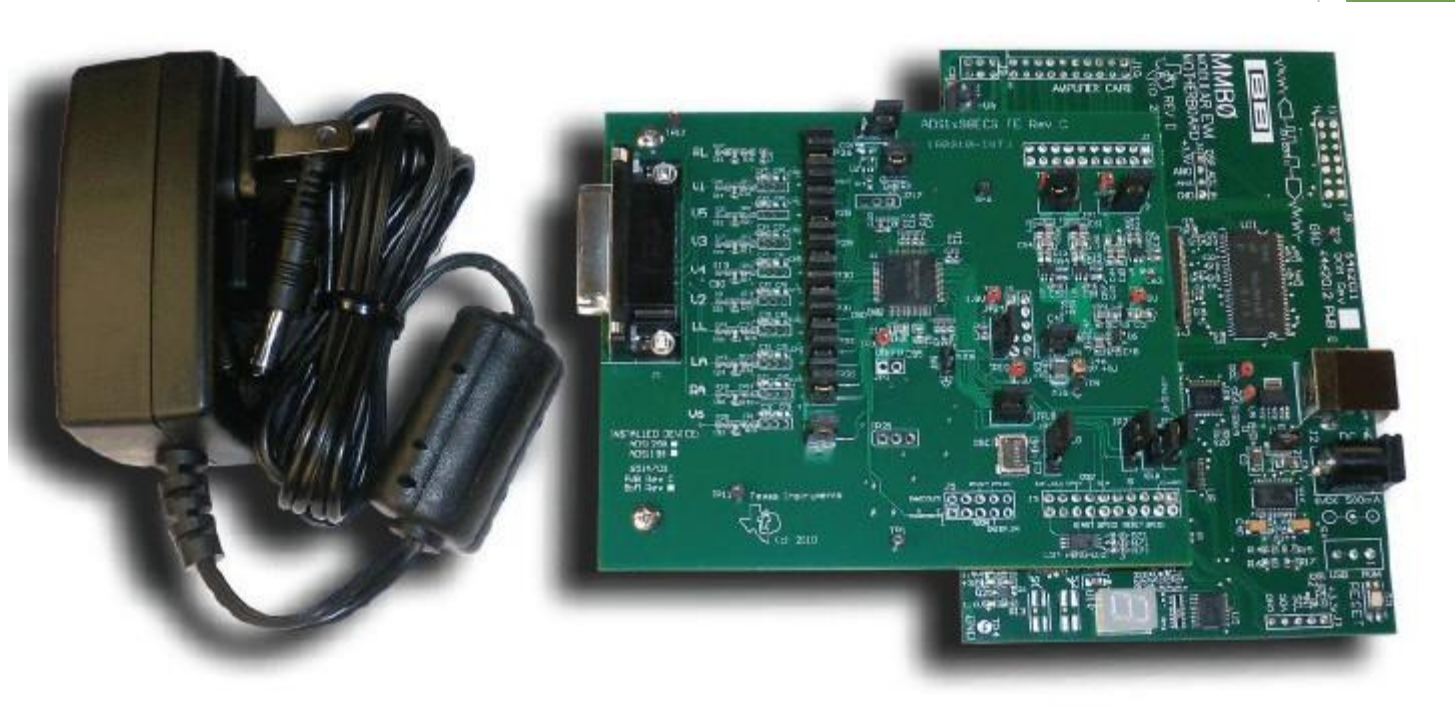
Wzmacniacz trójelektrodowy EKG ze sterowaniem na prawą nogę



Przykładowa aplikacja aparatu EKG



Układ ADS1298ECG demonstration kit



Podstawowe rozwiązania – FARUM E30G



Tani, przenośny 3 kanałowy aparat.

- Wyświetlacz 320x240 monochromatyczny
- Zasilanie sieciowe: wejściowe napięcie znamionowe = 100V~115V/220V~240V; częstotliwość znamionowa = 50Hz; moc znamionowa = 35VA
- Wbudowane litowe baterie o mocy = 35VA
- Rejestracja: rejestrator – termiczna drukarka igłowa: termoaktywny papier szer. 80mm
- Szerokość rzeczywista: 72 mm
- Szybkość przesuwu papieru: 10mm/s, 25mm/s, 50mm/s ($\pm 3\%$)

Podstawowe rozwiązania – FARUM E30G

- Odprowadzenie – 12 standardowych odprowadzeń
- Przetwornik A/C: 12 bitów
- Stała czasowa: $\geq 3.2s$
- Impedancja wejściowa: $\geq 50M\Omega$
- Filtr: filtr AC: włączony/wyłączony
- Filtr DFT: 0.05/0.10/0.20/0.50
- **Filtr EMG: 25Hz/35Hz/OFF**
- **Filtr LOWPASS: 150Hz/90Hz/70Hz**
- CMRR: $>100dB$
- Wymiary (dł./szer./wys.): 320mmx275mmx66mm
- Waga: ok. 2 kg

Opcje produktu:

- program E 600 WIN do współpracy aparatu EKG z komputerem PC
- archiwizacja badań
- obserwacja sygnałów EKG w czasie rzeczywistym na monitorze komputera
- możliwość wydruku przebiegów na drukarce komputera

Podstawowe rozwiązania – FARUM E60



3/6/12 kanałowy aparat z bardzo prostą, intuicyjną obsługą.

- 3/6/12 kanałowy format wydruku lub rytmu
- drukarka termiczna wysokiej rozdzielczości
- podwójny system zasilania: sieciowy i bateryjny
- złącze szeregowe RS 232 do PC
- wydruk kopii
- sygnalizacja niepodłączonych elektrod
- autotest aparatu
- klawiatura funkcyjna
- ręczny i automatyczny tryb zapisu

Podstawowe rozwiązania – FARUM E60

- program pomiaru parametrów EKG (analiza)
- program analizy rytmu
- łatwe przystosowanie do nowych potrzeb użytkownika
- **filtr sieciowy, mięśniowy i antydryftowy linii izoelektrycznej**
- papier: szerokość 110mm-112mm
- szybkość przesuwu papieru: 12,5;25;50 mm/s
- czułość zapisywania: 5;10;20 mm/mV i AUTO

Opcje produktu:

- program E 600 WIN do współpracy aparatu EKG z komputerem PC
- archiwizacja badań
- obserwacja sygnałów EKG w czasie rzeczywistym na monitorze komputera
- możliwość wydruku przebiegów na drukarce komputera

Podstawowe rozwiązania – FARUM E600GC



Aparat zawierający duży kolorowy ekran dotykowy oraz półautomatyczną analizę i interpretację.

- Duży kolorowy wyświetlacz VGA 640 x 480 zapewniający czytelne wykresy EKG z wybieranych odprowadzeń
- Obserwacja analizy i interpretacji na ekranie
- Łatwe wprowadzanie i edycja danych pacjenta
- Sygnalizacja niepodłączonych elektrod w formie graficznej
- Ręczny i automatyczny tryb pracy
- Wydruk kopii
- Klawiatura funkcyjna i pełna alfanumeryczna
- Drukarka termiczna wysokiej rozdzielczości
- Papier: szer. 110 mm – 112 mm

Podstawowe rozwiązania – FARUM E600GC

- Wybór formatu wydruku
- Podwójny system zasilania: sieciowy i bateryjny
- Wbudowany zasilacz impulsowy 90-240V
- USB
- Rozpoznawanie rozrusznika serca
- Kalendarz graficzny
- Autotest aparatu
- Filtry: sieciowy 50Hz, mięśniowy 25,35Hz oraz antydryftowy linii izoelektrycznej
- Szybkość przesuwu papieru: 5; 10; 12,5; 25; 50 mm/s
- Czułość zapisywania: 2.5; 5; 10; 20 mm/mV i AUTO
- Archiwum badań
- Program pomiaru parametrów EKG (analiza)
- Interpretacja
- Program analizy rytmu
- Częstotliwość próbkowania: 800 Hz
- Przetwornik A/C: 14bit
- CMRR: >100dB

Podstawowe rozwiązania – FARUM SH-E12



12-kanałowy system holterowski EKG
z rejestratorem

- 1, 2, 3 niezależne kanały lub 12 EKG
- Kompaktowy, lekki, wygodny do noszenia
- Bezprzewodowa komunikacja z PC (Bluetooth)
- 1x1,2 V AAA NiMH akumulator lub 1 x1,5 V baterii alkalicznej AAA
- Wbudowany akcelerometr 3D dla detekcji ruchu
- Detekcja stymulatora
- Przycisk pacjenta Event
- Rejestracja do 72 h (12 kanałów)
- Częstotliwość próbkowania: 256 Hz ... 2048 Hz
- Pojemność karty pamięci: 2GB (uSD)

- Żywotność akumulatora (min): 24 h
- Rozdzielczość LCD: 160x100 pikseli (skali szarości)
- Impedancja wejściowa (min) 100 MΩ
- Inne kanały EKG (12 kanałów): +PM Classic 12 CH, NEHB, Frank
- Ochrona przed wodą: IPX4
- Wymiary: szer. 53 mm, wys. 67.5 mm, dł. 18.5 mm
- Waga: ~ 50 g

Cechy oprogramowania Holterowskiego Cardiospy®

Proste, przyjazne dla użytkownika oprogramowanie z wieloma funkcjami

Precyzyjna klasyfikacja QRS i analiza rytmu

Poziom ST

Analiza arytmii i przegląd

Analiza QT

Analiza Stymulatora

Analiza Migotania przedsionków

Nastawy czasu

Różne raporty Holterowskie

DICOM, GDT

Podstawowe rozwiązania – ASPEL AsCARD MrGreen2



3-kanałowy elektrokardiograf wyposażony w wyświetlacz LCD oraz klawiaturę alfanumeryczną umożliwiającą wprowadzenie danych pacjenta.

- wydruk w trybie 1 lub 3 kanałów
- praca w trybie Auto lub Manual
- klawiatura alfanumeryczna umożliwiająca wprowadzenie danych pacjenta
- wyświetlacz LCD
- szerokość papieru: 58 mm
- zasilanie: akumulatorowe, poprzez port USB, sieciowe
- cyfrowa filtracja zakłóceń sieciowych i zakłóceń mięśniowych
- sygnał EKG: 12 odprowadzeń standardowych
- czułość: 2,5/5/10/20 mm/mV
- prędkość zapisu: 5/25/50 mm/s
- wymiary (D x S x W): 255 x 195 x 66 mm

Podstawowe rozwiązania – ASPEL AsCARD Red3



innowacyjne rozwiązanie techniczne zapewniające najwyższą jakość i dokładność badań. Dzięki zastosowanemu panelowi dotykowemu, intuicyjnemu menu oraz przejrzystej klawiaturze funkcyjnej obsługa urządzenia jest niezwykle łatwa i przyjemna.

- Prezentacja na wyświetlaczu przebiegów z 12 odprowadzeń EKG,
- Wydruk w trybie 3, 6 lub 12 kanałów,
- Klawiatura z przyciskami funkcyjnymi,
- Menu wyświetlane na ekranie umożliwiające łatwą obsługę za pomocą panelu dotykowego,
- Baza 10 ostatnich badań,
- Wykonanie do 130 automatycznych badań na pracy akumulatorowej,
- Detekcja stymulatora serca,
- Ciągły pomiar częstości akcji serca (HR) i jego prezentacja na wyświetlaczu,
- Dźwiękowa sygnalizacja częstości akcji serca,

Podstawowe rozwiązania – ASPEL AsCARD Red3

- Aparat przystosowany do bezpośredniej pracy na otwartym sercu,
- **Filtr zakłóceń sieciowych: 50Hz/60Hz,**
- **Filtr zakłóceń mięśniowych; do wyboru filtry: 25 Hz, 35 Hz, 45 Hz,**
- **Filtr izolinii; do wyboru filtry: 0,15Hz, 0,45Hz, 0,75Hz, 1,5Hz,**
- Detekcja odpięcia elektrody niezależna dla każdego kanału,
- Ustawianie dokładności wydruku (grubości linii drukowanych krzywych),
- Interfejs USB do komunikacji z pamięciami typu PenDrive, umożliwiający bezpośrednio z aparatu zapis badań na nośniku typu PenDrive w standardzie CardioTEKA i późniejszą jego automatyczną analizę i interpretację w oprogramowaniu CardioTEKA,
- Przeglądanie na wyświetlaczu zapisanych w pamięci opisów badań, z możliwością edycji danych komentujących badanie,
- wymiary (D x S x W): 258x199x50 mm,
- waga < 1,3 kg.

Podstawowe rozwiązania – ASPEL AsCARD MrSilver3



12 kanałowy elektrokardiograf AsCARD MrSilver3 v.201 (EKG-M@IL) jest przedstawicielem nowej generacji urządzeń medycznych. Łączy w sobie klasyczną funkcjonalność najwyższej klasy tradycyjnego aparatu EKG z nowymi możliwościami jakie daje zastosowanie nowoczesnych technologii.

- automatyczna analiza i interpretacja zgodna z EN 60601-2-51
- praca w trybie Auto lub Manual
- sygnał EKG: 12 odprowadzeń standardowych oraz Cabrera
- kolorowy ekran TFT (6,5")
- prezentacja na ekranie przebiegów z 3, 6 oraz 12 odprowadzeń EKG
- wydruk na papierze 112 mm
- wydruk w trybie 3, 6 lub 12 kanałów
- czułość: 2,5/5/10/20 mm/mV
- prędkość zapisu: 5/10/25/50 mm/s
- przeglądanie na wyświetlaczu zapisanych w pamięci badań, z możliwością zmiany ilości odprowadzeń, wzmocnienia i prędkości

Podstawowe rozwiązania – ASPEL AsCARD MrSilver3

- prezentacja na wyświetlaczu wyników analizy i interpretacji
- detekcja stymulatora serca
- ciągły pomiar częstości akcji serca (HR) i jego prezentacja na wyświetlaczu
- dźwiękowa sygnalizacja wykrytych pobudzeń
- cyfrowa filtracja zakłóceń sieciowych i zakłóceń pochodzenia mięśniowego
- cyfrowy filtr pływania izolinii
- interfejs komunikacyjny: 3 x port USB (równoczesna komunikacja z PC, drukarką zewnętrzną, pamięcią USB - PenDrive)
- zasilanie sieciowo-akumulatorowe
- zasilanie sieciowe w najwyższej klasie bezpieczeństwa
- sygnalizacja stanu naładowania akumulatora
- menu wyświetlane na ekranie
- możliwość konfiguracji wyglądu i kompozycji ekranu
- możliwość konfiguracji ustawień aparatu oraz panelu sterowania
- współpraca z oprogramowaniem służącym do zarządzania badaniami EKG - CardioTEKA
- wymiary (D x S x W): 310x230x66mm
- waga < 2,1 kg

Literatura:

1. Grimnes S., Martinsen Ø.G., Bioimpedance and bioelectricity basics, Elsevier, Boston 2015, E-book
<http://www.sciencedirect.com>
2. Malmivuo J., Plonsey R., Bioelektromagnetism Oxford University Press, New York 1995, E-book <http://www.bem.fi/book/>
3. Kusumoto F., ECG Interpretation from pathophysiology to clinical application, Springer Science+Business Media, LLC 2009
4. Nałęcz M. (ed.), Problemy biocybernetyki i inżynierii biomedycznej, tom 1 – 6, PAN Warszawa 2002.
5. Pawlicki G., Podstawy inżynierii medycznej, Ofic. Wyd. Polit. Warsz. Warszawa 1997.
6. Podstawy inżynierii biomedycznej, T. 1 i 2, Tadeusiewicz R., Augustyniak P. (red.), Wyd. AGH, Kraków 2009.
7. Bogdanowicz S., Najłatwiejsza elektrokardiografia,⁹² Impuls, Gdańska 1993