

ELEKTRONSKA STIMULACIJA SRČANOG MIŠIĆA

Uloga

- Cilj stimulacije srčanog mišića je uspostavljanje pravilnog ritma, pa se zbog toga stimulator naziva *pacemaker* (davač ritma)
- Potrebni kada se srce samo ne stimuliše ispravno (postoje aritmije)
- Ukoliko je srčani mišić očuvan, ali je iz nekog razloga poremećen mehanizam aktivacije, može se artifičijelno pobuditi ili inhibirati mišić i na taj način omogućiti potpuno normalan život.

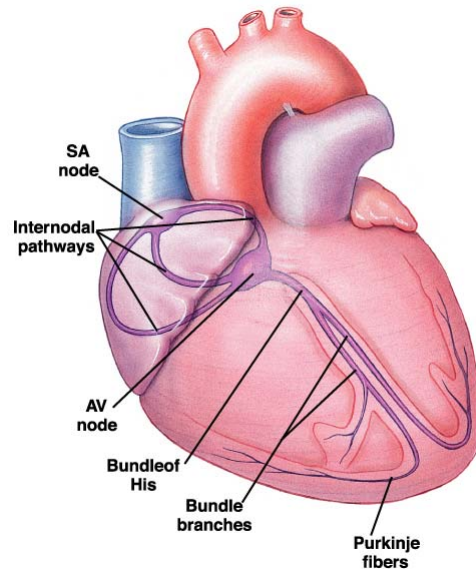
Pacemaker

- Električni stimulator za indukovanje kontrakcije srca
 - Vrlo mala stimulaciona struja
 - Vrlo mali faktor ispunje stimulacionih impulsa
- Električni impulsi se mogu dovoditi na različite lokacije
 - Na površinu srca (epicardium)
 - U srčani mišić (myocardium)
 - Unutar srčane šupljine (endocardium)

Električne karakteristike stimulacije srčanog mišića

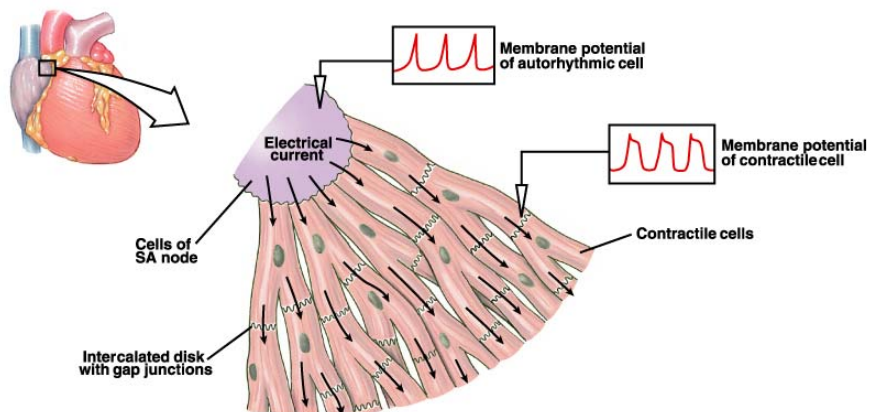
- Potencijali na srcu su do 25 mV, sa trajanjem od oko 10 ms.
- Kapacitivnost srčanog mišića je oko $C=1\mu\text{F}/\text{cm}^2$.
- Pobudna struja treba da je manja od 1 mA, a da pri tom gustina struje treba da bude manja od $J = 0.1 \text{ mA}/\text{cm}^2$.
- Impedansa tkivo - elektroda je 0.5 do 1 k Ω .
- Katodna elektrostimulacija

Srce

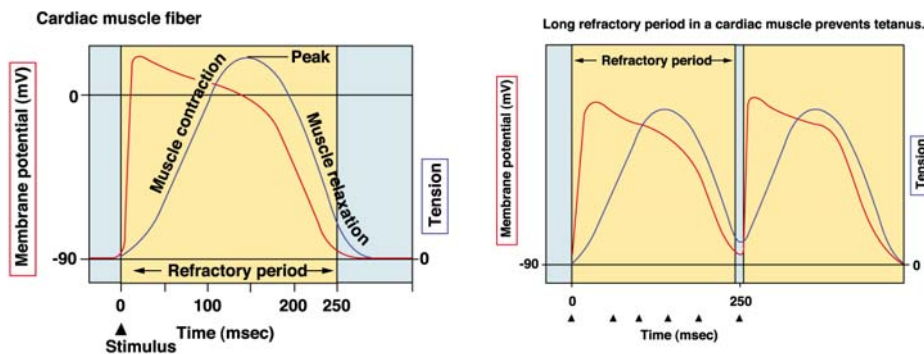


Fibro-tendinous prsten
električno izoluje atrium
od ventrikule

Eksitacija započinje u SA čvoru



Eksitabilnost srčanog mišića



Pacemaker: Stimulacione elektrode

- Monopolarni i bipolarni pacemaker-i
 - Monopolarni:
 - Jedna elektroda u kontaktu sa srcem
 - Negativni impulsi se dovode na elektrodu
 - Velika neutralna elektrodase postavlja bilo gde u telu kako bi se formirala zatvorena strujna kontura
 - Bipolarni:
 - Dve elektrode u kontaktu sa srcem
 - Stimulaciona struja protiče kroz srce između te dve elektrode
- Stimulacioni parametri (napon/struja, trajanje) su značajni za oba tipa
- Površina elektroda oko $S = 10 \text{ mm}^2$

Pacemaker: Stimulacione elektrode

- Značajne karakteristike elektroda
 - Mehanička izdržljivost
 - Material nesme:
 - Rastvarati u tkivu
 - Iritirati tkivo
 - Učestvovati u elektrolitičkim reakcijama usled stimulacije
 - Biološki reagovati
 - Dobro spajanje sa provodnicima
- Upotrebljavani materijali
 - Platina, legure platine i zlata, ostale specijalizovane legure

Pacemaker: Stimulacione elektrode

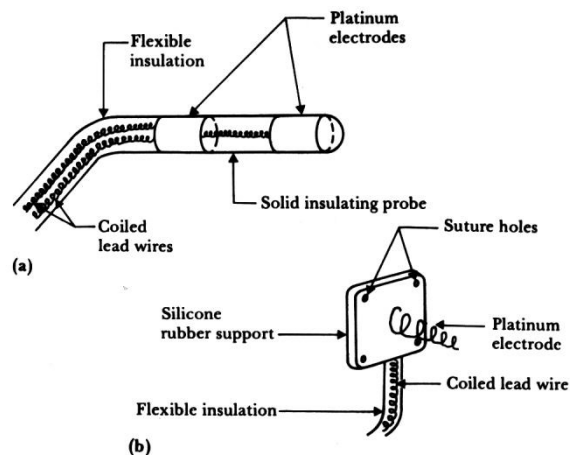


Figure 13.2 Two of the more commonly applied cardiac pacemaker electrodes (a) Bipolar intraluminal electrode. (b) Intramyocardial electrode.

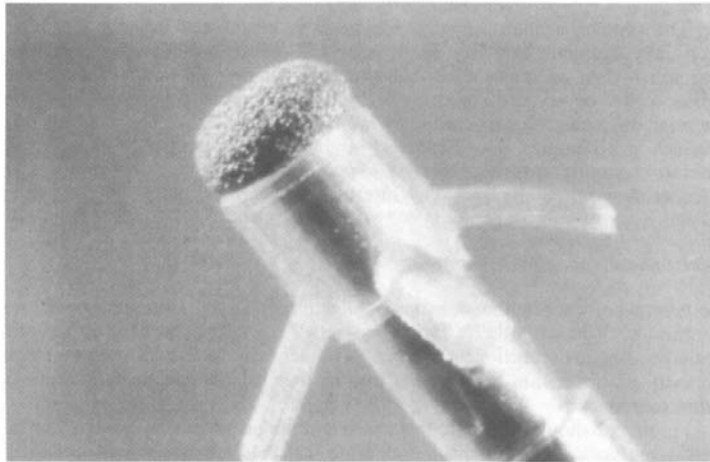


Figure 6.1 A modern pacemaker electrode. The Medtronic [Medtronic, Inc., Minneapolis, MN U.S.A.] model 4003 CapSure® unipolar tined porous electrode is an example of a porous steroid elution electrode. Behind the porous tip surface is a silicone rubber plug filled with an inflammation suppressing steroid. The secretion of this drug through the tip surface decreases inflammation and resulting encapsulation. This increases the electrode's pacing efficiency and efficacy and sensing sensitivity From Mond, H., Stokes, K. B., Helland, J., Grigg, L., Kertes, P., Pate, B., and Hunt, D. 1988. The porous titanium steroid eluting electrode: a double blind study assessing the stimulation threshold effects of steroid. *PACE*, **11**: 214–219.

Pacemaker: Stimolazione elektrode

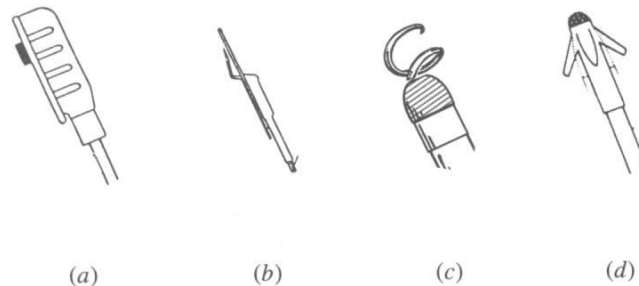


Figure 6.12 Examples of active and passive fixation electrodes. (a) Epicardial suture pad active fixation with disk-shaped, steroid eluting platinumized porous platinum electrode in center (From Medtronic, Inc.); (b) Barbed epicardial polished platinum "fish-hook" electrode (Medtronic model 6917A, From Medtronic, Inc.); (c) Helical active fixation electrode; (d) Tined passive fixation electrode (BIOTRONIC, Inc. model DJP/JP, From BIOTRONIC, Inc.).

Pacemaker: Senzorske elektrode

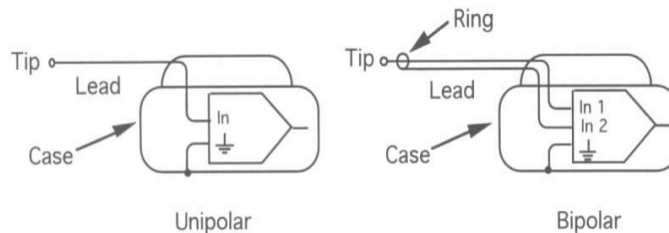


Figure 8.2 Illustration of unipolar and bipolar sensing.

- Monopolarne ili bipolarne elektrode
- Koriste se u sprezi sa naprednijim vrstama pacemaker

Internacionalna komisija za srčana obolenja (Inter-Society Commission for Heart Disease - ICHD) je izvršila klasifikaciju srčanih stimulatora.

Obeležavanje pripadnosti pojedinoj klasi je na osnovu tri slova znaka koja ukazuju na karakteristike stimulatora.

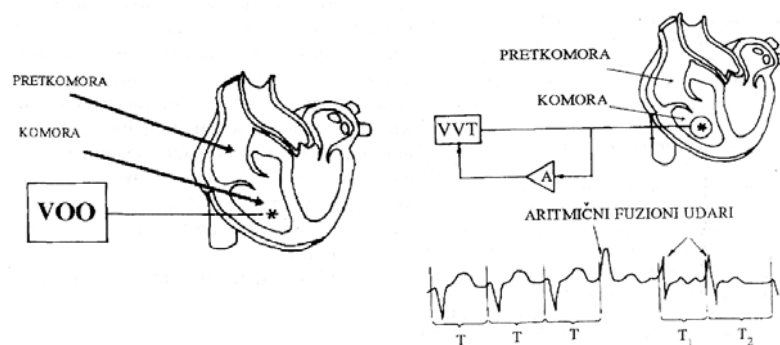
Prvo slovo (pacing) se odnosi na davanje ritma, drugo (sensing) na način dobijanja povratne informacije, i treće (activity) na aktivnost koju realizuje stimulator.

"Pacing" i "sensing" mogu da bude u području atrijuma (A), ventrikule (V), i u atrijumu i ventrikuli tj. dualni (D), a sensing može da bude i izostavljen (0). "Activity" može da bude 0 - nema aktivnosti, T - okidajuća, I – kočeca, i dualna (D-T ili/i D-I)

Sada se koristi i četvrto slovo R – rate response (ako postoji)

Klasifikacija pacemaker-a

ICHD kod		
<i>položaj elektroda</i>	<i>senzorna povratna sprega</i>	<i>preduzeta aktivnost</i>
A - atrijum	0 - ne postoji A - atrijalna	0 - ne postoji T - pobudjivanje
V - ventrikula	V - ventrikul	I - inhibicija
D - dualan	D - dualna	D - dualna



Programibilni parametri su:

- 1) Minimalna frekvencija: definiše se najsporiji spontani srčani ritam koji pacemaker toleriše bez uključjenja. Vrednosti su 50, 60, 70 i 80 otkucaja u minutu. Smanjivanje frekvencije srčanog ritma ispod odabrane vrednosti uključuje pacemaker.
- 2) Ventrikularna senzitivnost (senzitivnost ventrikularnog kanala): definiše se minimalna amplituda test signala pravougaonog oblika koju će pacemaker detektovati. Senzitivnost se varira promenom nagiba QRS kompleksa. Vrednosti napona su 0.8, 1.5, 2.5 mV i 0 (isključen).

Programibilni parametri su:

- 3) Atrijalna senzitivnost se definiše analogno ventrikularnoj senzitivnosti, a testira se osetljivost atrijuma time što se analizira P talas u EKG signalu. Vrednosti napona su: 0.8, 1.5, 7.0 mV i 0 (isključeno).
- 4) Ventrikularni energetska izlaz: trajanje impulsa ventrikularnog stimulusa pri amplitudi impulsa 5.5 mA. Vrednosti: 0.5, 1, 1.5, i 2 ms.

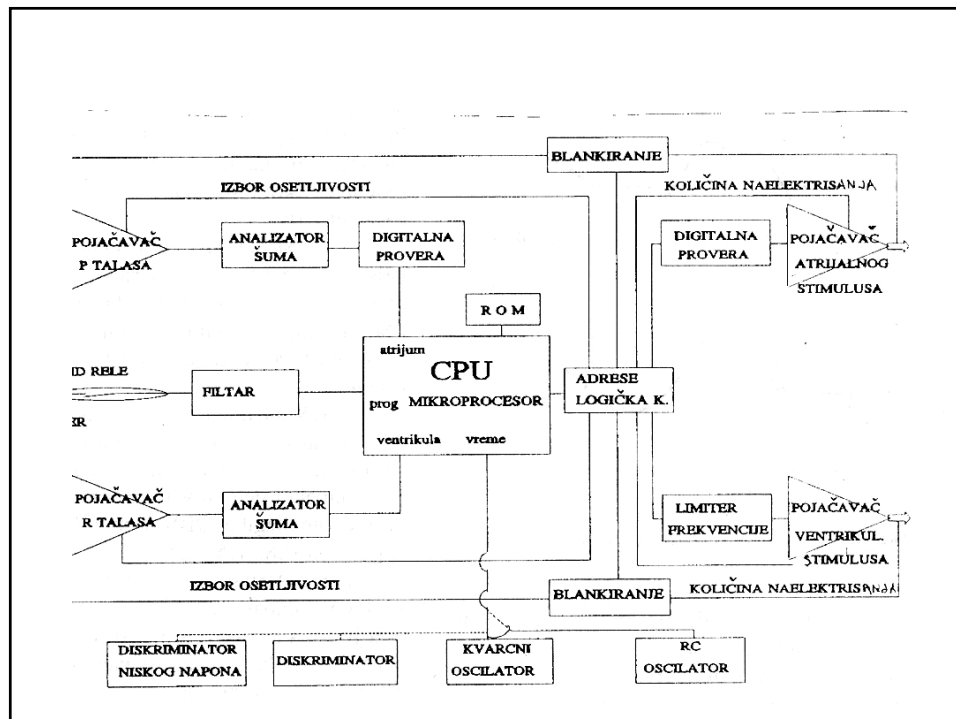
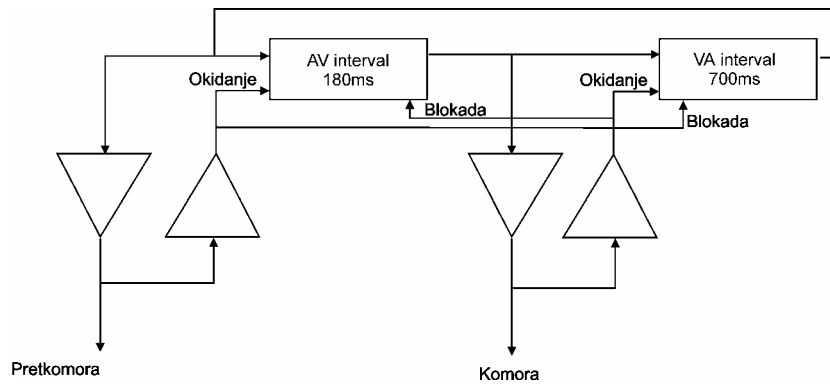
Programibilni parametri su:

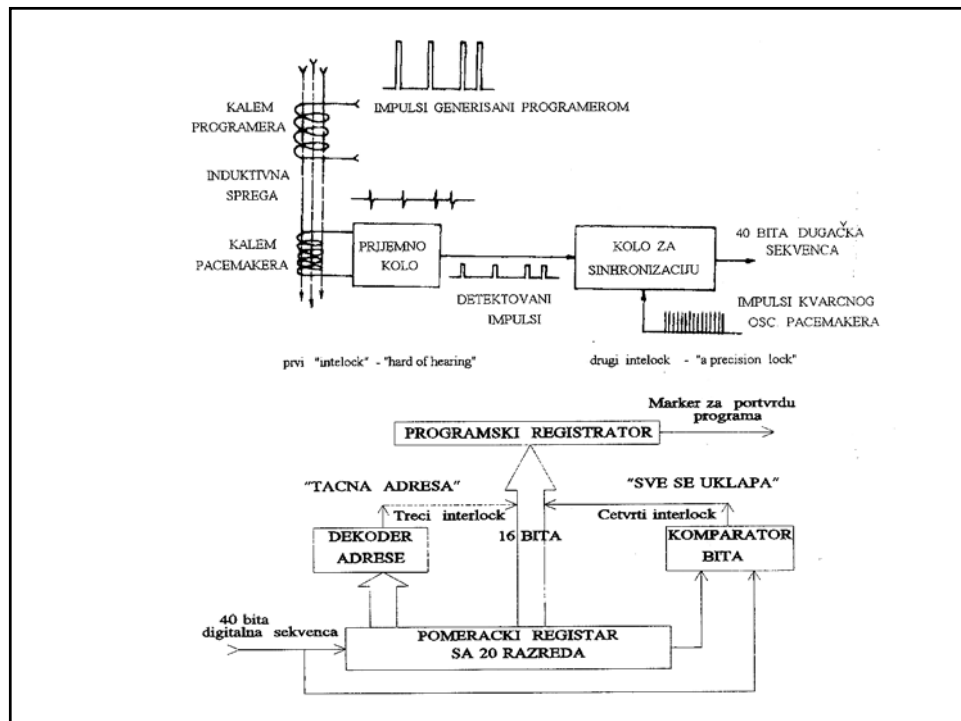
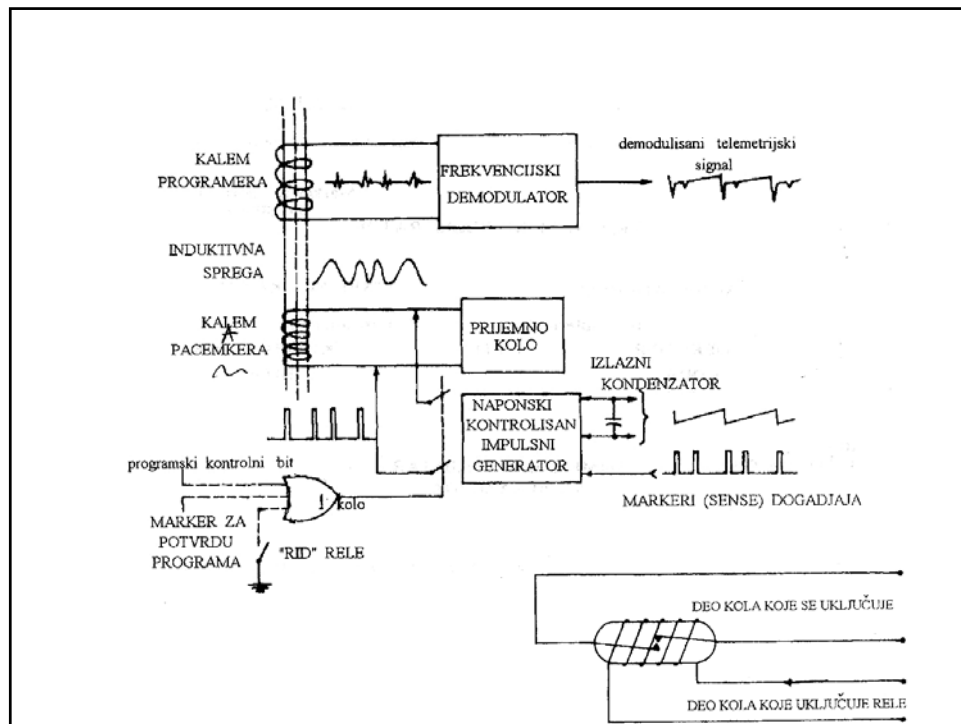
- 5) Atrijalni energetski izlaz: trajanje impulsa atrijalnog stimulusa pri amplitudi od 5.5 mA. Vrednosti su 0, 0.5, 1, i 1.5 ms.
- 6) AV kašnjenje: kašnjenje između detekcije P talasa ili atrijalnog stimulusa i generisanja ventrikularnog stimulusa. Vrednosti su: 80, 120, 165 i 250 ms.

Programibilni parametri su:

- 7) Maksimalna frekvencija pretkomora: uključivanje postepenog spuštanja ili AV bloka za smanjenje frekvencije srca preko dozvoljene vrednosti. Programiraju se vrednosti: 100, 130, 160 i 180 otkucaja u minutu.
- 8) Frekvencija na koju VVI stimulacija pada: učestanost na kojoj treba da prestane inhibiciona funkcija u slučaju uključivanja "postepenog spuštanja". Vrednosti su 55, 65, 75 i 85 otkucaja u minutu.

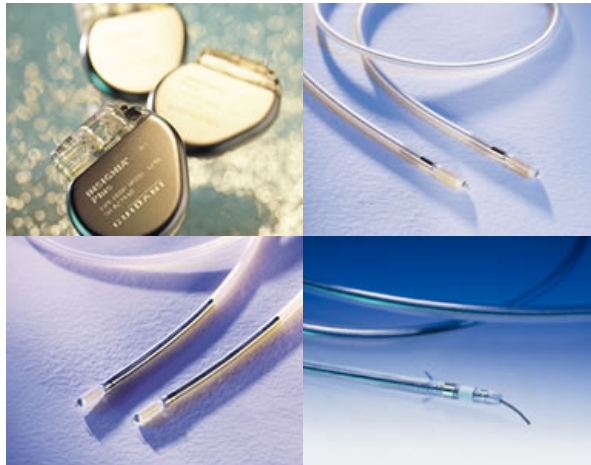
Blok šema DDD stimulatora





Komercijalni primeri pacemaker-a

- Vodeći proizvođači pacemakera
 - Guidant
 - Medtronic
- Standardni izgled savremenih pacemaker-a
- Provodnici za različite namene



Preuzeto od www.guidant.com

Komercijalni primeri pacemaker-a

- Tipična veličina i oblik implatabilnih srčanih stimulatora
- Gornji deo je konektor za povezivanje sa provodnicima



Preuzeto od www.medtronic.com