

Amplitude



Слушай  
сърцето си

ladore.eu

Спонсор e-card.bg

21 years, Deloitte Europe top50

**Идеята 08.2020:**

- Не търсим бизнес
- Търсим измерима промяна

# Защо сме тук?

За да разкажем докъде сме стигнали.

За да потърсим ентусиасти.

За да си сверим часовника.

За да намерим обратна връзка.

За да начертаем бъдещите стъпки.

# Началото или откъде започнахме?

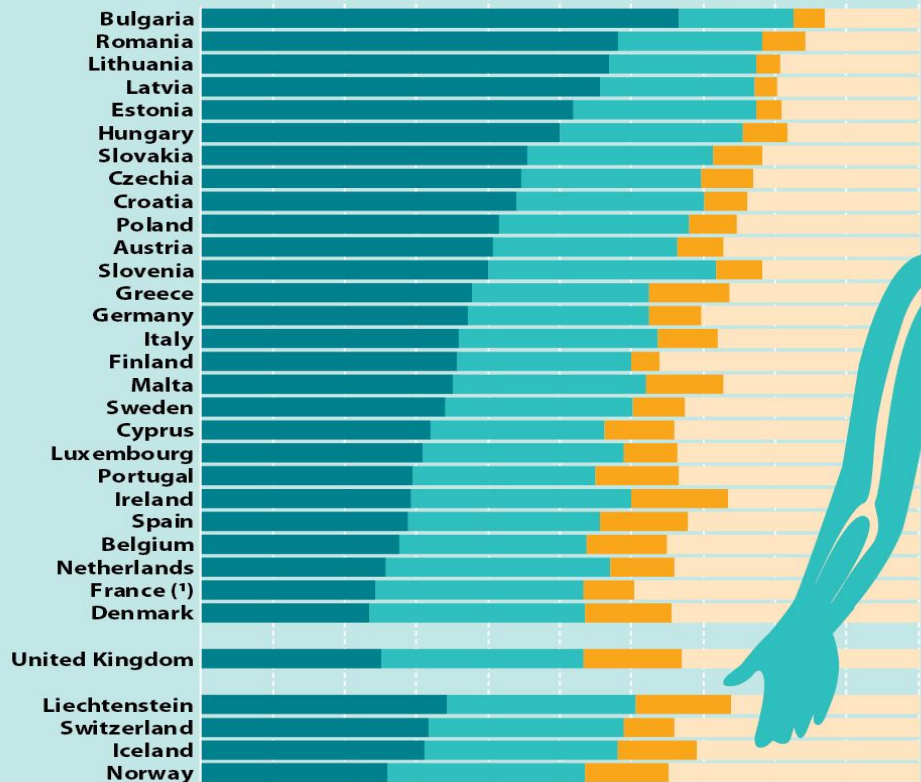
- Проучихме медицински статии и специализирана литература
- Разговаряхме с медици и IT и хардуерни специалисти
- Проучихме технологични възможности
- Закупихме сензори и хардуерни решения

От какво  
умираме най-  
често?

## Основни причини за смърт, 2017

(%)

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100



Заболвания на  
кръвоносната система

Рак

Заболвания на  
респираторната система

Други

(¹) 2016 data instead of 2017.

Какво промени  
COVID-19?



# Технологично

## → Електрокардиографията

Неинвазивно изследване на електрическата активност на сърцето. (Стрес/Холтер)

## → Сензори (оксиметрия)

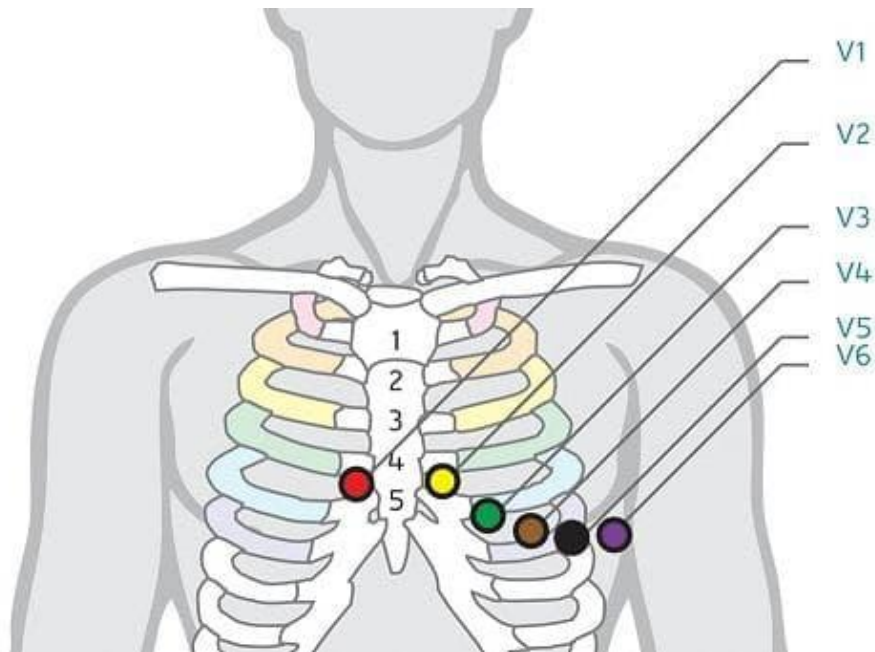
Кислородно насищане. Или други приставки

## → TinyML

Tflite Micro (Tensorflow модели)

## → Html5 интерфейс

Лесен за създаване и поддръжка



## Видове отвеждания

**Прекардиални отвеждания - V1, V2, V3  
(цветове на светофара)**

**Периферни отвеждания - aVR, aVL,  
aVF - дясна ръка, лява ръка, ляв крак**

# QRS комплекс

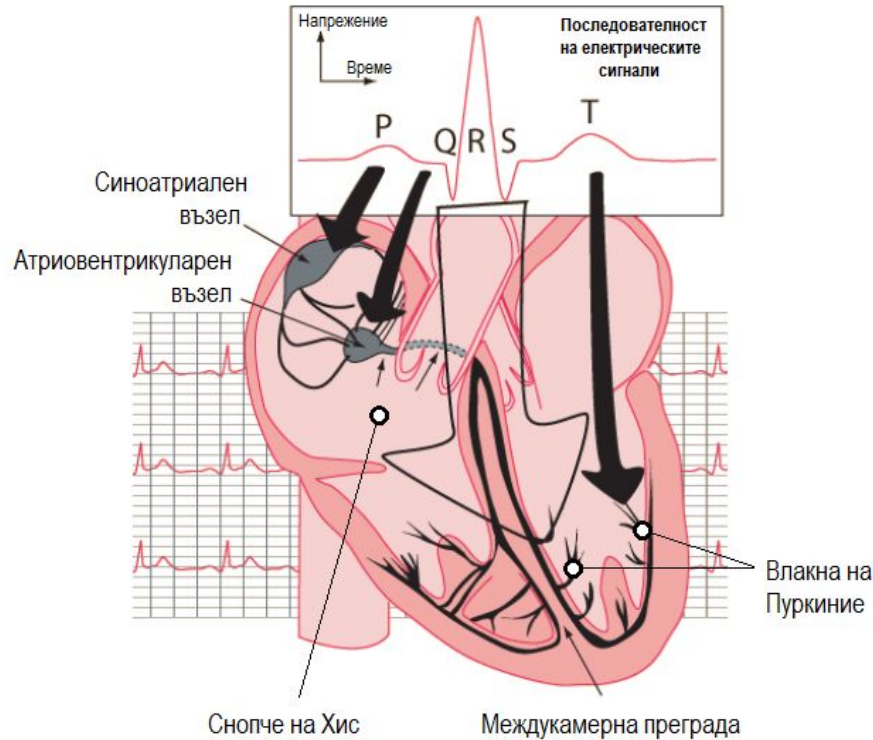
**P** - възбуждане на ляво и дясно предсърдие (деполяризация) (+)  
0.07-0.11s

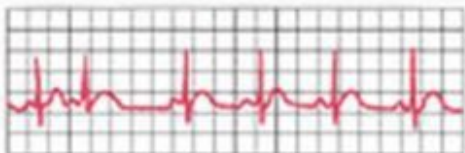
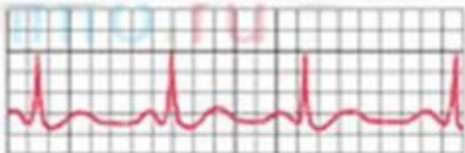
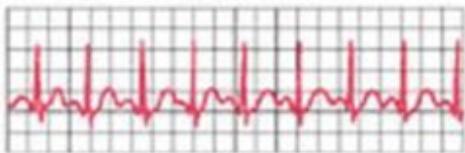
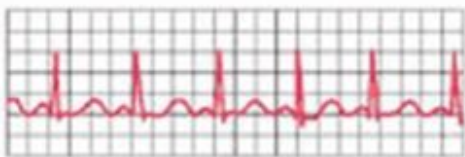
**Q** - възбуждане на интервентрикуларна преграда (-) 0.03s

**R** - камерна деполяризация (+)

**S** - отрицателна вълна (-) 0.06-0.10s

**T** - реполяризация (отпускане) на двете вентрикули (+) 0.12-0.28s





# Тривиални видове

Норма 60-90 удара в минута

Тахикардия  $> 90$

Брикардия  $< 60$

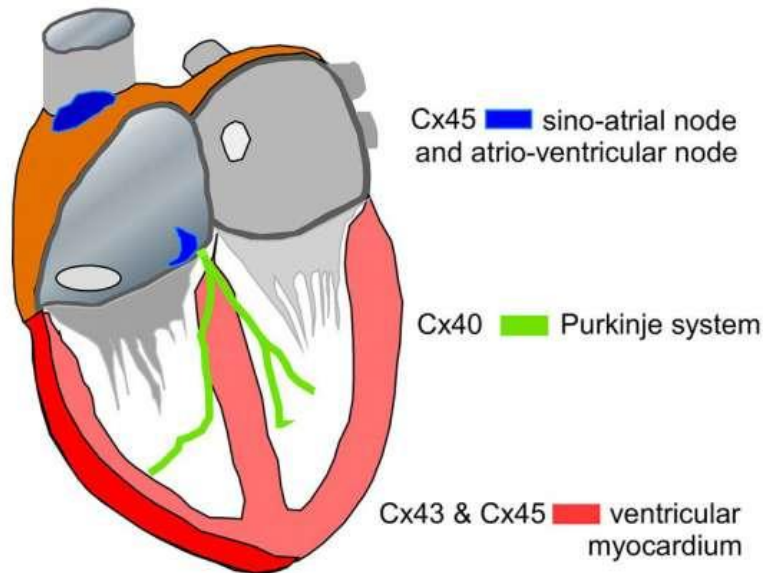
Аритмия

## Списъкът болести:

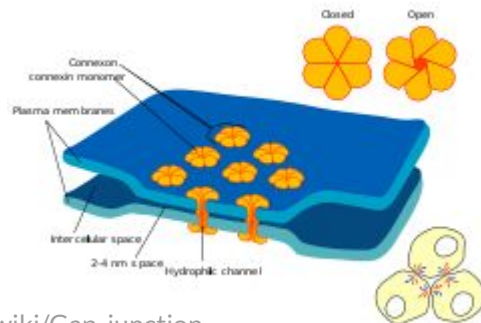
- Ишемична болест
- Предсърдно мъждене
- Синусова тахикардия
- ...
- ...
- е твърде дълъг!



Cx43 & Cx40 & Cx45  atrial myocardium



André G. Kléber



[https://en.wikipedia.org/wiki/Gap\\_junction](https://en.wikipedia.org/wiki/Gap_junction)

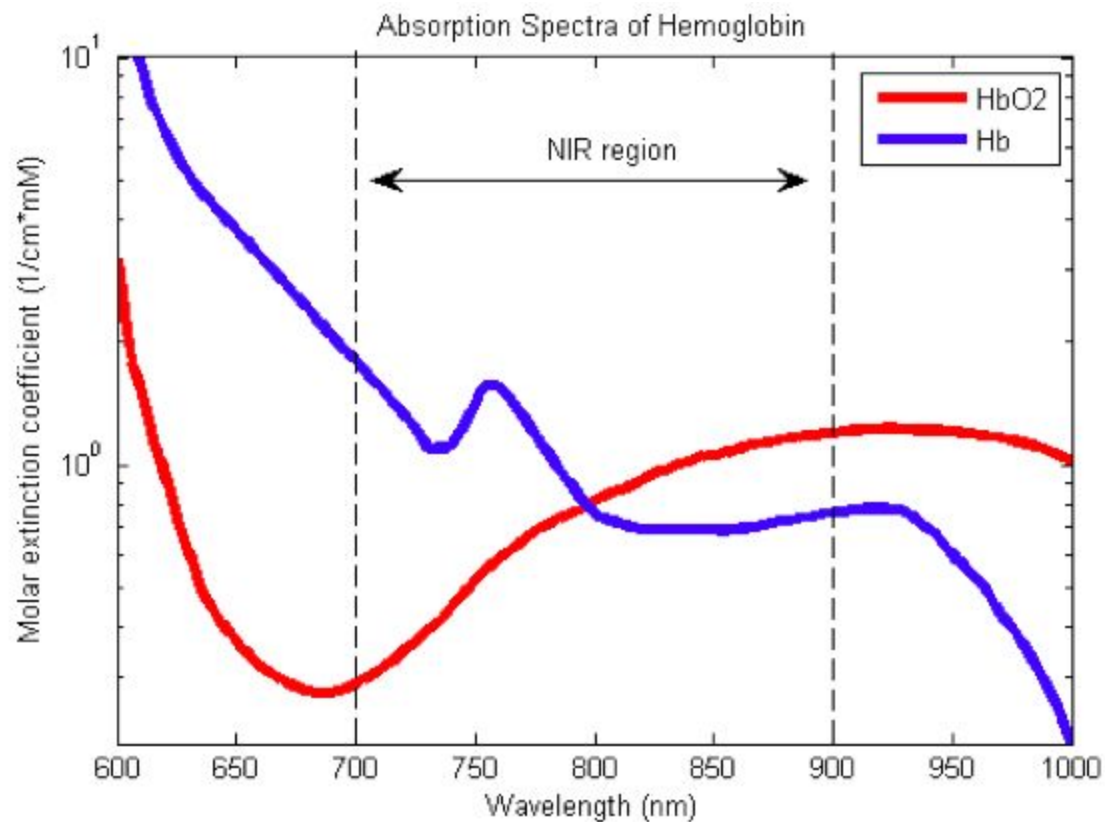
# Синоатриален възел

Цепковидните контакти се образуват, когато набор от шест мембранны белтъка – конексини, образува издължена структура - конексон.

Електрическите сигнали за съкращаване на мускулатурата се разпространяват бързо сред мускулните клетки на сърцето, чрез преминаване на йони през цепковидни контакти.

Силно надеждна динамична система в равновесие (когато сте здрави).

# Оксиметрия



# Избрахме esp32



**Shielded and certified**

**Голяма общност от ентусиасти**

**Ползва библиотеките на екосистемата на ардуино**

**2x cores, 80 - 240 MHz**

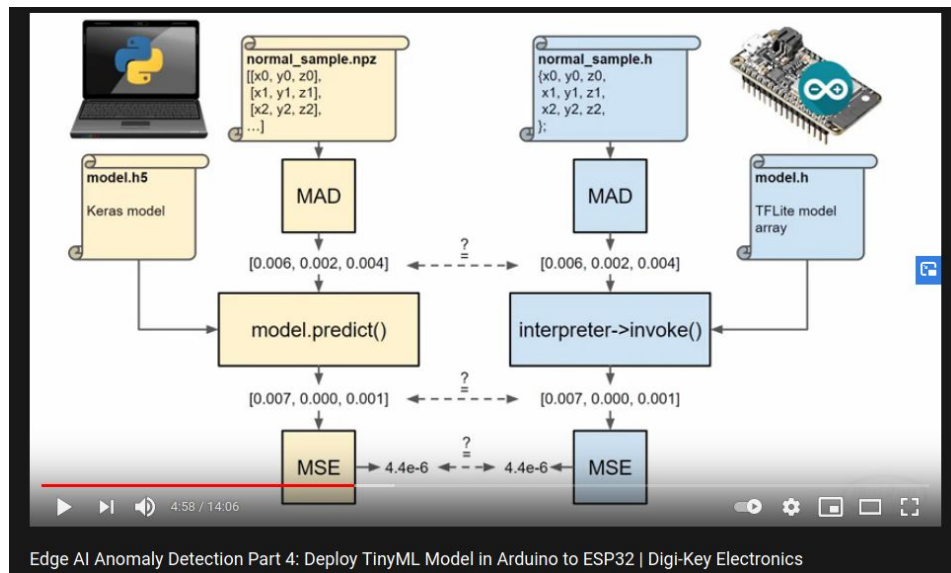
**Tensorflow Lite**

**Свързва се с iPhone**

# Защо tinyML?

Тензорите (CPD) помагат:

- при класификация на нерегулярно сърцебиене
- намирането на алтерниращи Т вълни
- установяването на промените в ЕКГ, предхождащи сърдечния арест



# Какво пропуснах до тук?

Благодарности:

Факултет по Електронна техника и технологии (ТУ)

Олимекс

Микроелектроника

Къде са **данните**?

Уреди за оксиметрия.



Благодарим на:

Олимекс

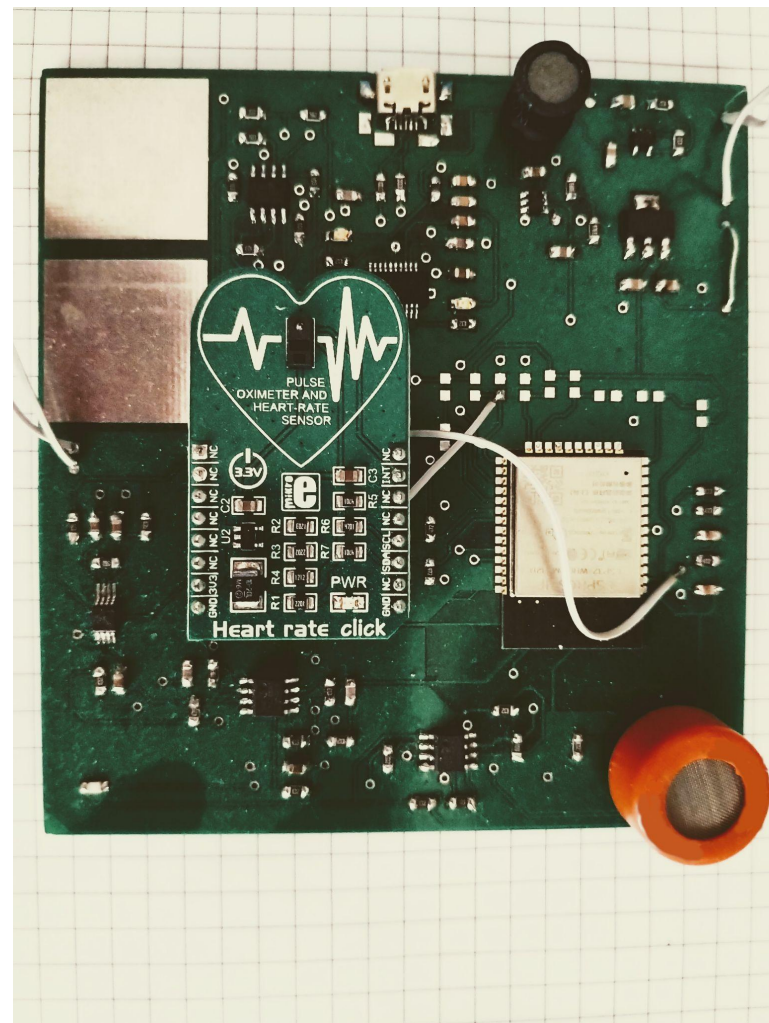
SHIELD-EKG-EMG

ECG-CLIP

SHIELD-EKG-EMG-PRO

# Прототип v1

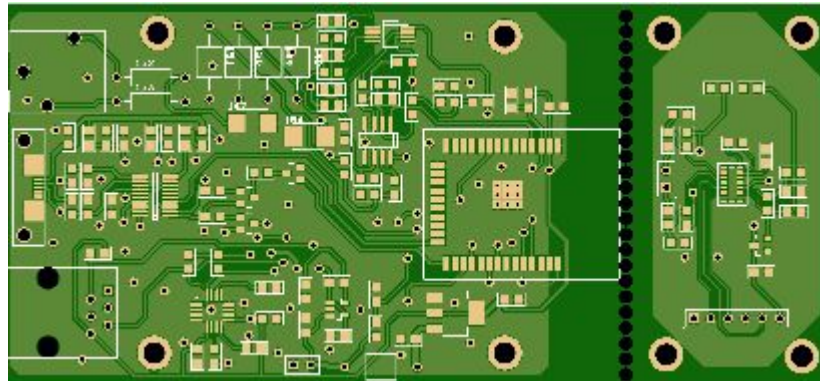
- Неергономичен
- Проблеми с ЕКГ
- Оксиметрията е неизползваема
- Липсва акселерометър
- Батерията е неподходяща
- Бяхме забравили RTS и DTR





# Прототип v2

- Жак за ЕКГ кабел
- Microusb за захранване и програмиране
- RJ21 бокса за приставки
- Приставка за оксиметрия
- Акселерометър
- Батерия



# MAX86150

Интегрирано ЕКГ (ADC)

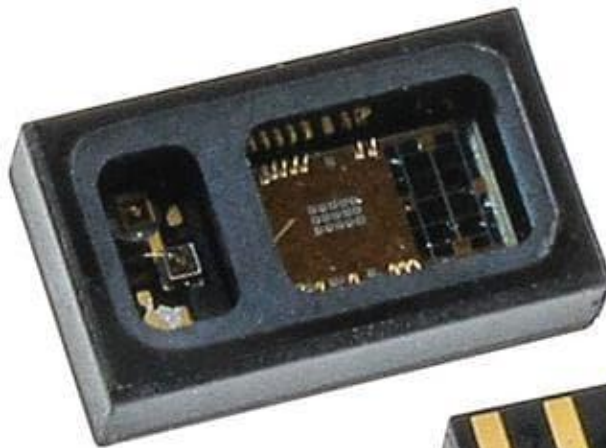
Оксиметрия

Синхронизирана по  
пулсова вълна

Вградени филтри

I2C протокол

lib:86150 (protocentral)





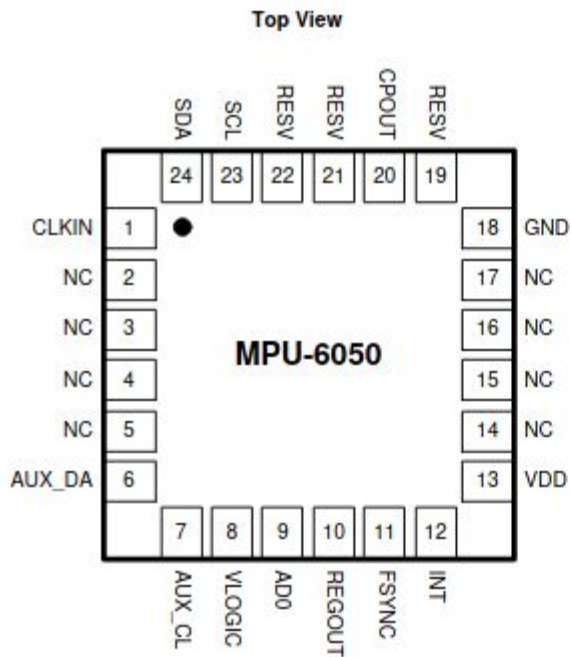
# MPU6050

3D жирокоп

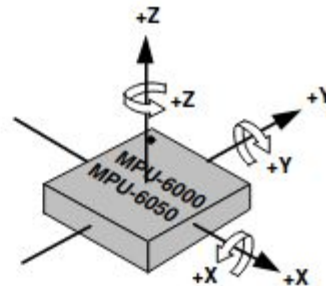
3D акселерометър

I2C

lib:Adafruit\_MPU6050



QFN Package  
24-pin, 4mm x 4mm x 0.9mm



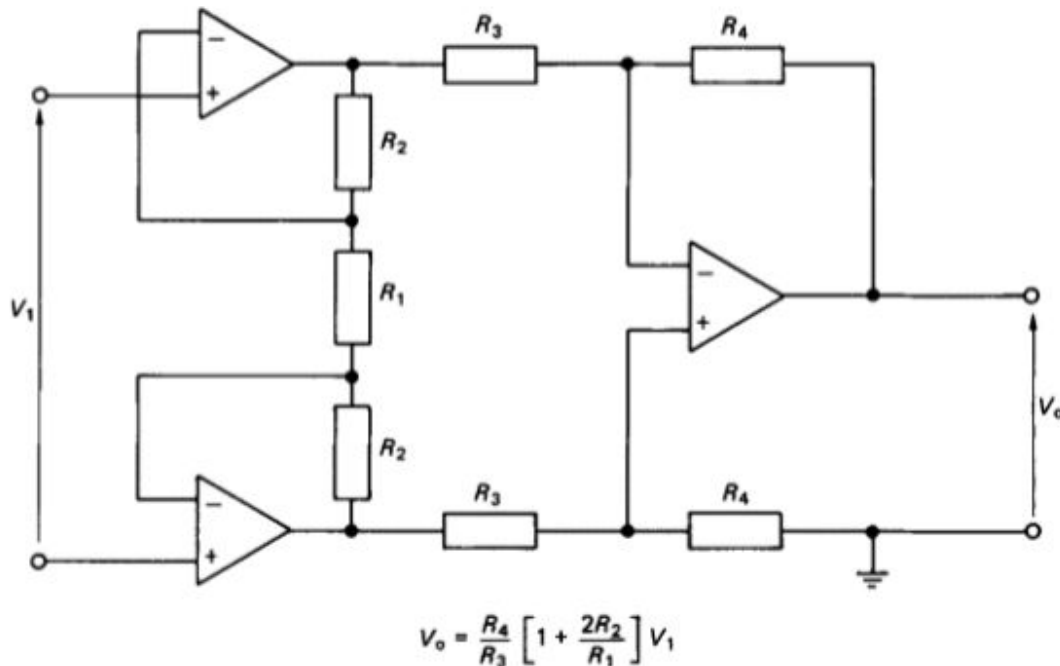
Orientation of Axes of Sensitivity and  
Polarity of Rotation

# Принципна схема

Видове усилватели:

- Операционен
- Инструментален (Диференциален)

$$A_2 = R_4 / R_3$$

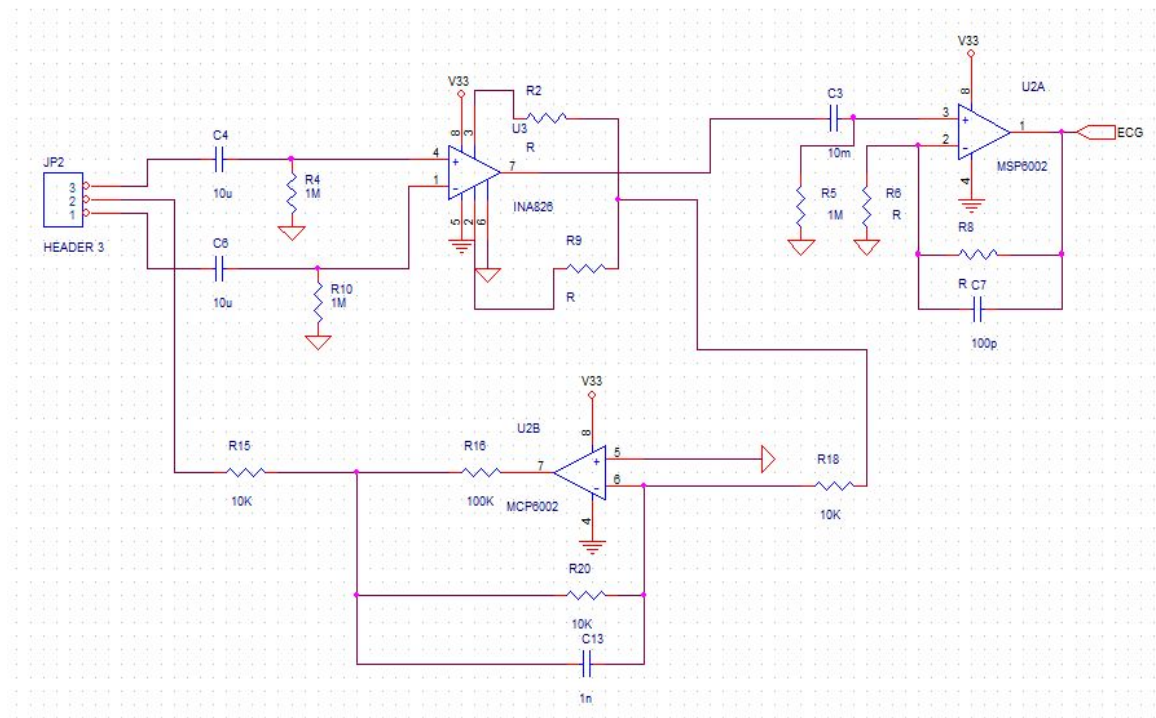


Първото стъпало на инструменталния усилвател представлява реално огледално разположени неинвертиращи операционни усилватели, чиято верига на обратната връзка се формира от резисторите  $R_2$  и  $R_1$ . Виртуалният нулев потенциал се явява „в средата“ на  $R_1$ .

# Схемата на ЕКГ усилвателя

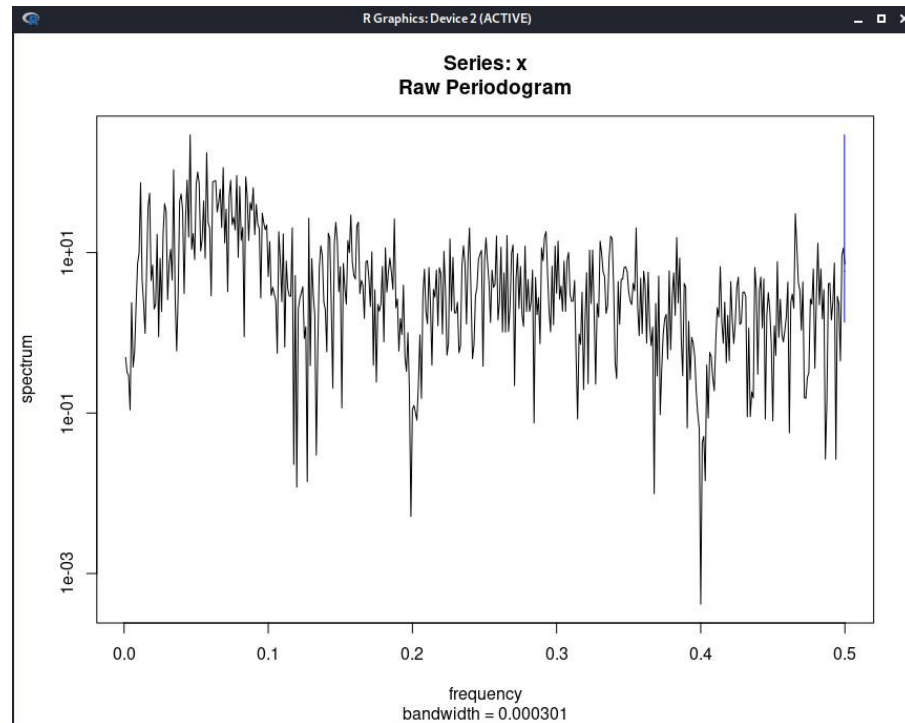
1) Неинвертиращи  
усилватели mcp6002

2) Диференциален  
усилвател Ina826



# Сигнал / шум

- Основни източници
- Анализ
- Филтри
- Фрактали



# Филтър 50hz

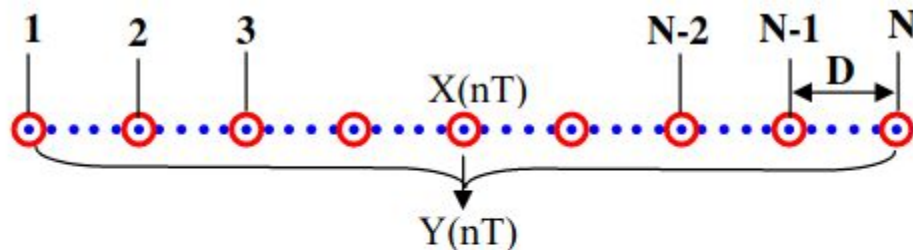


Fig.1.Principle of averaging of FilterDxN.

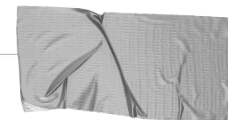
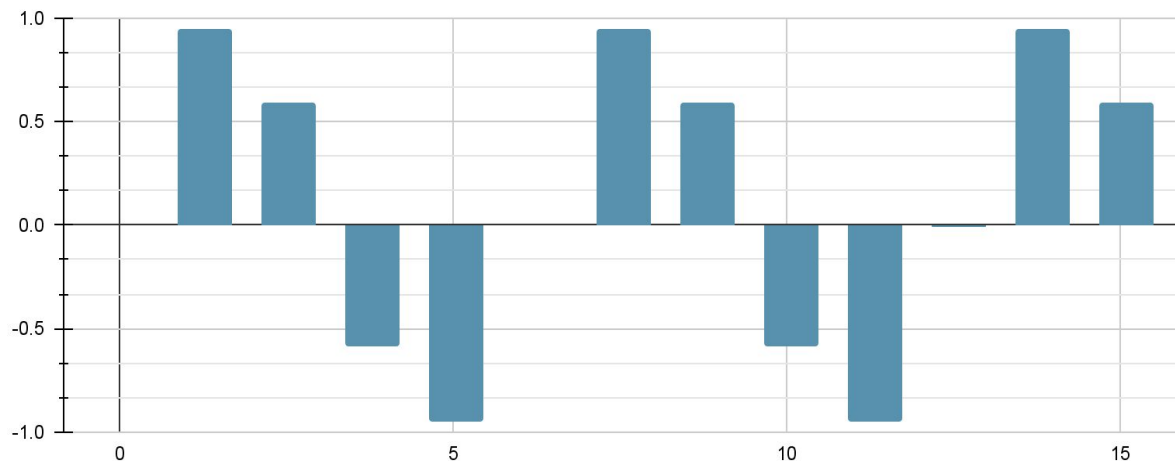
The filter is named *FilterDxN*, with difference equation given by (1):

$$Y(nT) = X(nT) - \frac{1}{N} \left[ X(nT - D \frac{N-1}{2}) + X(nT - D \frac{N-3}{2}) + \dots + X(nT) + \dots + X(nT + D \frac{N-3}{2}) + X(nT + D \frac{N-1}{2}) \right], \quad (1)$$

$$D = F_s \text{ (sampling)} / F_t \text{ (signal)}$$

# Филтър 50hz

Синусова вълна на 50hz семплирана 250 пъти в секунда



## Пояснение:

Пет последователни дискрета, описват пълен период на сигнала.

Когато съберем със знак стойностите на пет последователни дискрета, ще получим нула.

# Филтър 50hz

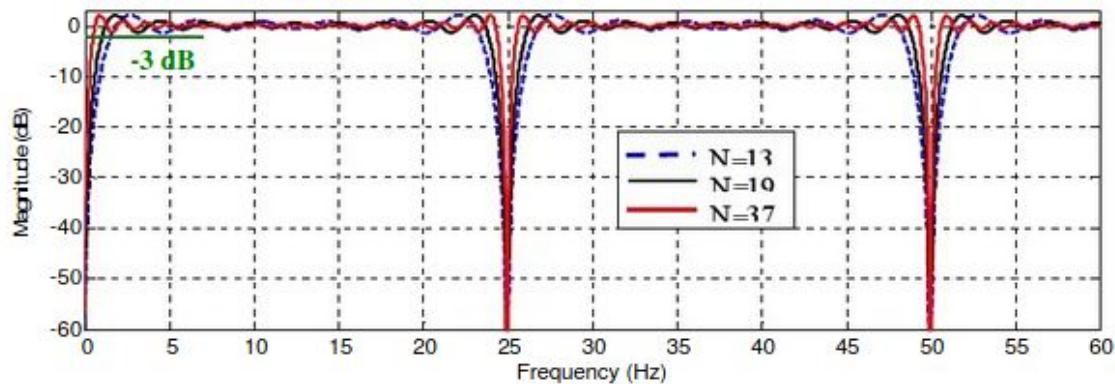
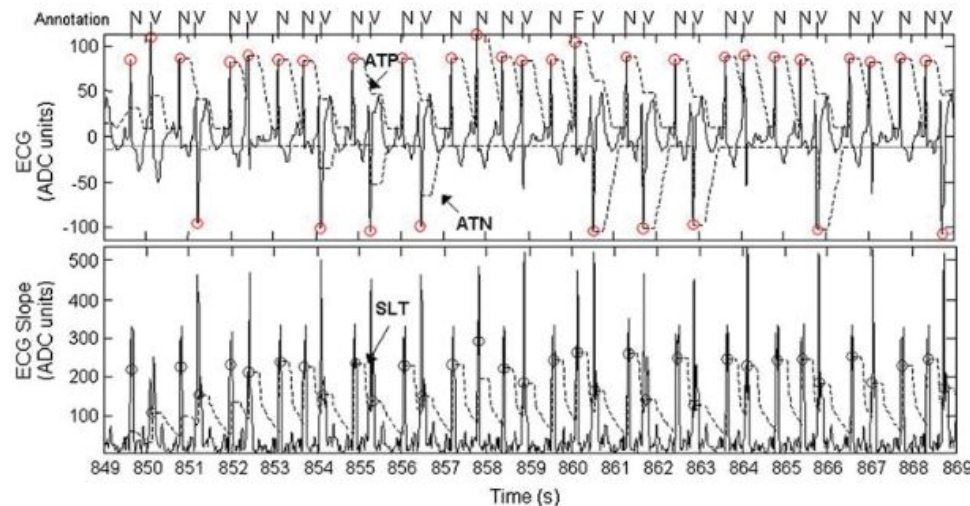


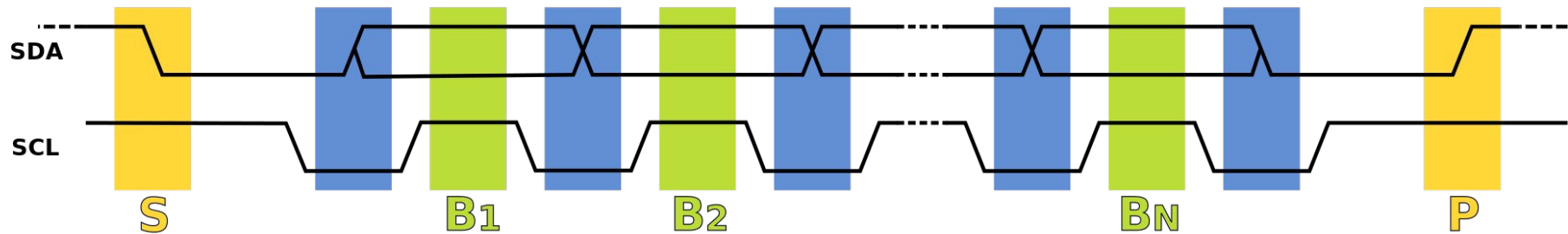
Fig.2. Frequency response of FilterDxN calculated for  $f_s=250$  Hz,  $D=10$ , and three different  $N$ -values -  $N=13$ ,  $N=19$ ,  $N=37$ , corresponding to low cut-off frequency of 0.5 Hz, 1 Hz and 1.5 Hz, respectively.

# Алгоритъм за намиране на QRS комплекс



- 1)  $\text{Sign}(\text{ECGi} - \text{ECGi-n}) \cdot \text{Sign}(\text{ECGi} - \text{ECGi+n}) > 0$
- 2)  $(\text{ECGSlope}_i > \text{SLT} \text{ или сумата } |\text{ECGi} - \text{ECG}(i-n)| \text{ } i=1..5)$  **ИЛИ**  
 $(\text{ECGSlope}_i > \text{SLT}/2 \text{ И } \text{ECGi} > 2\text{ATP})$  **ИЛИ**  
 $(\text{ECGSlope}_i > \text{SLT}/2 \text{ И } \text{ECGi} < 2\text{ATN})$





**I<sup>2</sup>C шина** 7бит адресируема, 100 Kbit/s - 3.4 Mbit/s

От max86150 получаваме ... NAK

Честотата се задава от master-а на шината.

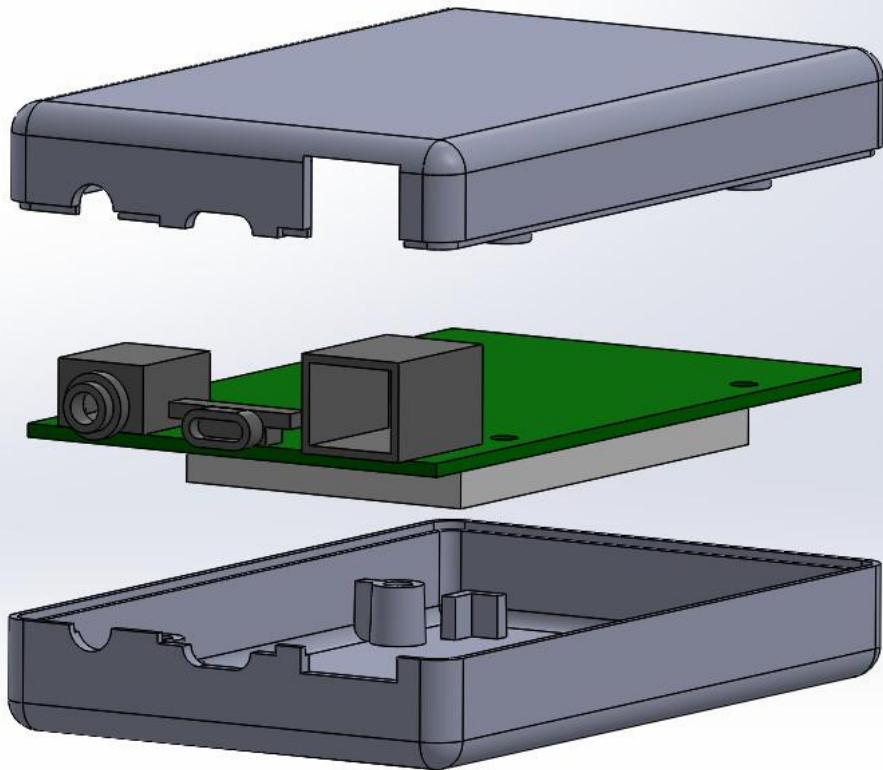
Можем да намерим ниска честота на шината, съобразена с дължината на кабела и устройствата

А може би сме забравили 4.7к пулп резисторите?

# Кутията

3D принтирана

Отделен отсек за  
батерия



# Защо отворен дизайн и отворен код?

Надяваме се на:

- помощта на ентузиасты в различни области
- желанието на ползвателите да предоставят данните през отворен лиценз

# Други отворени проекти

## ЕЕГ, ЕКГ, ЕМГ

<https://openbci.com/>

## Ехография

<https://www.echopen.org/>

## Магнитен резонанс

<https://www.hackster.io/news/a-homebrew-magneto-resonance-imager-mri-pushes-the-limits-of-open-source-hardware-7ec930679f6>

# Исторически - Augustus Desiré Waller 1887!

Eniac 1946

Прогноза за времето,  
балистични изчисления

1960 Мултиплексиране

1977 MRI

1940-2000

2002 3G

2005 Arduino

2007 Iphone

Sept 2016  
Esp32

Feb 2021

Cats  
In  
Zoom

2000 - 2021

1956 EchoG

Персонален компютър

1981

1984

Домашен компютър  
MacOS system 1.0

1990

hypertext documents

1998 KDE 1.0

2003 Android

Tensorflow 2015

Google Brain team

2006 Twitter

2004 Facebook

<https://berthub.eu/>  
Reverse Engineering Cov Vac

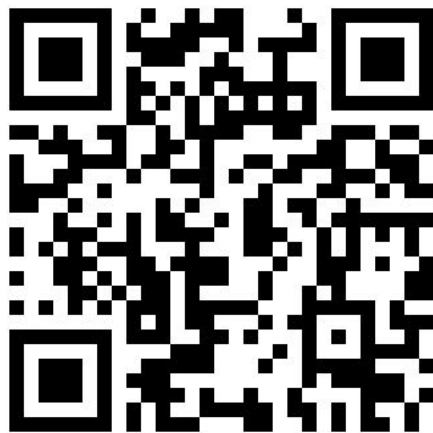
Dec 2020

github.com/  
tregatti-tech

ladore

www.ladore.eu

Благодаря!



Петко Маринов

[www.tregatti.tech](http://www.tregatti.tech)

[info@tregatti.tech](mailto:info@tregatti.tech)

ecard

www.e-card.bg