

Amplitude



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



Технологично

→ **Електрокардиографията**

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

→ **Сензори за газ/оксиметрия**

Кислородно насищане. Или други
приставки

→ **TinyML**

Tflite Micro (Tensorflow модели)

→ **Html5 интерфейс**

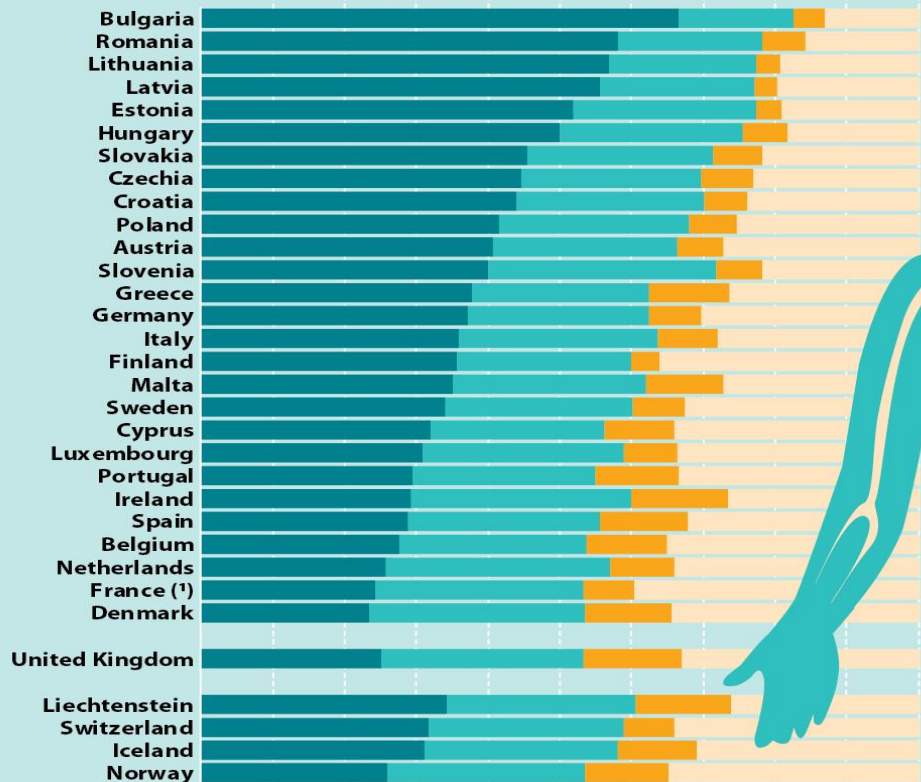
Лесен за създаване и поддръжка

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

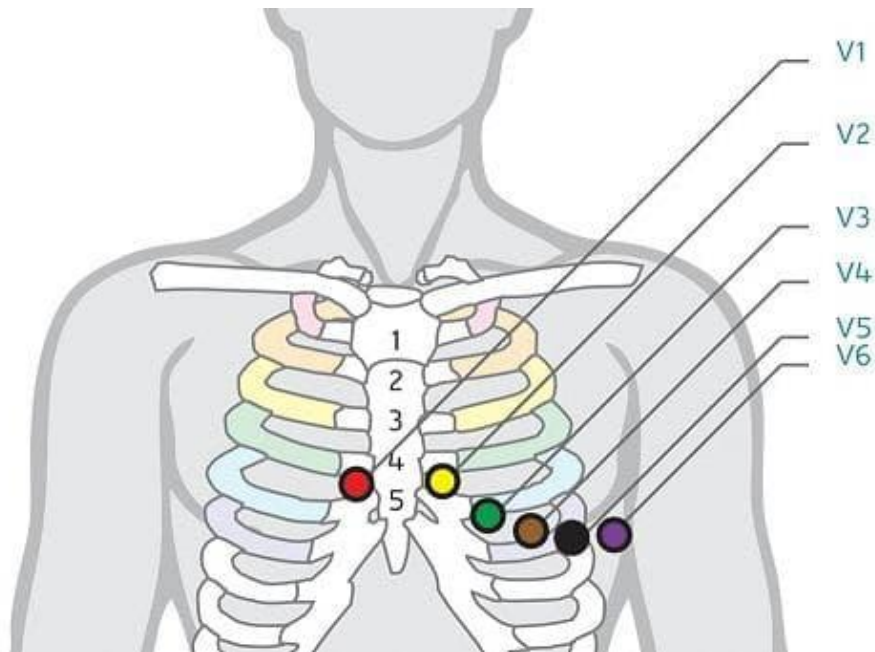
Рак

Заболвания на
респираторната система

Други

(¹) 2016 data instead of 2017.

Какво промени
COVID-19?



Видове отвеждания

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

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

QRS комплекс

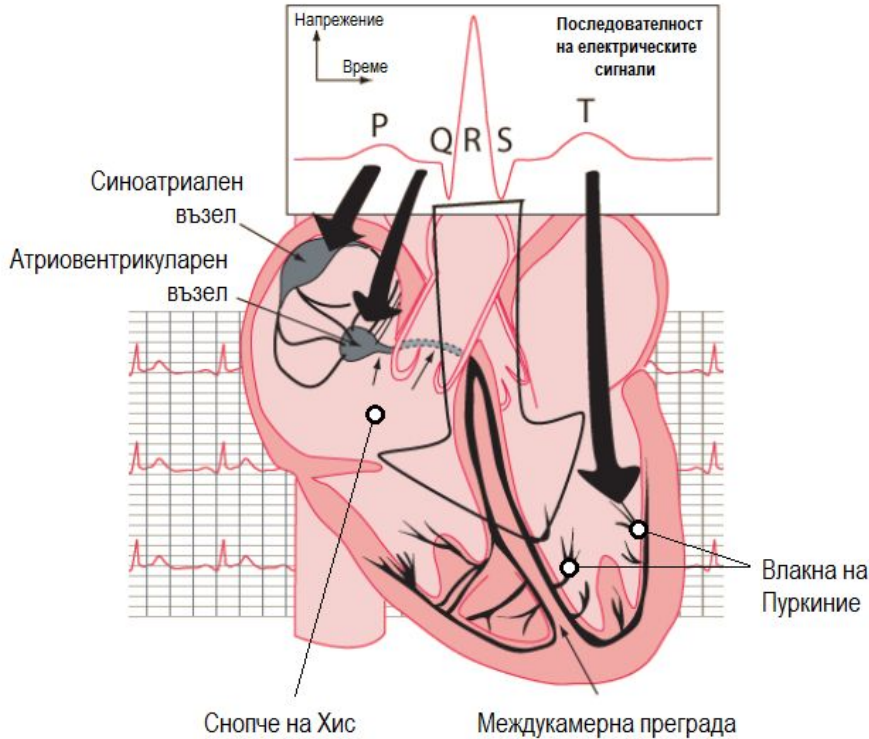
P - възбуждане на ляво и дясно предсърдие (деполяризация) (+)
0.07-0.11s

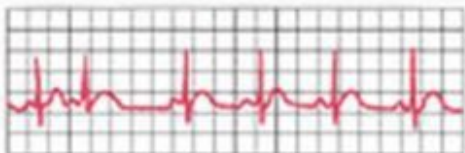
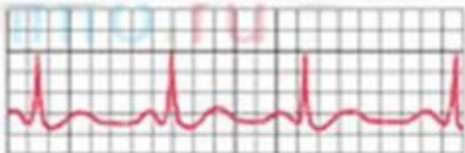
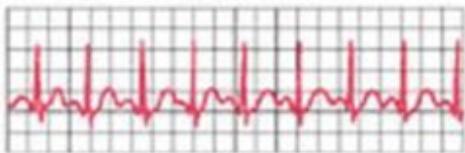
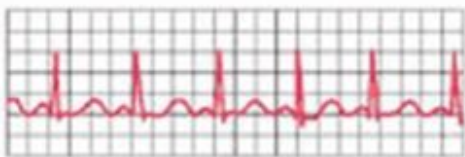
Q - възбуждане на интервентрикуларна преграда (-) 0.03s

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

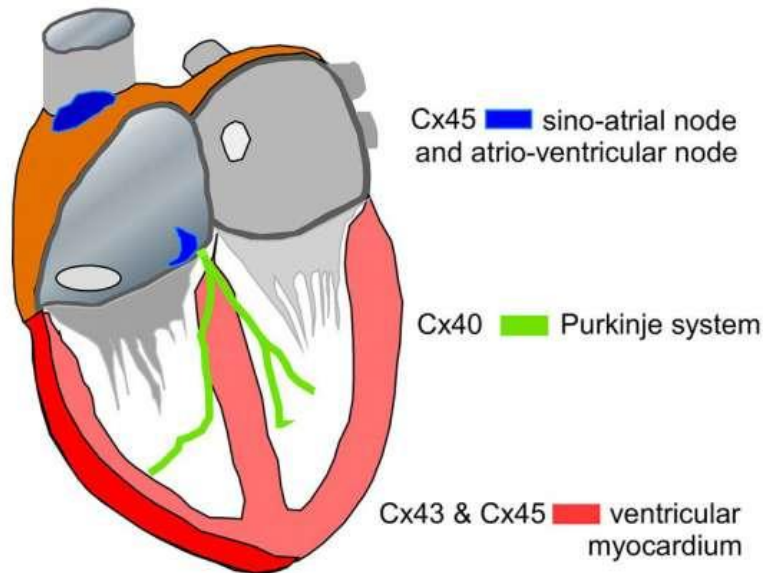
Барикардия < 60

Аритмия

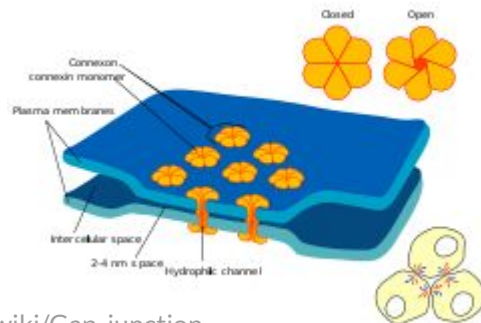
Списъкът болести:

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

Cx43 & Cx40 & Cx45  atrial myocardium



André G. Kléber



https://en.wikipedia.org/wiki/Gap_junction

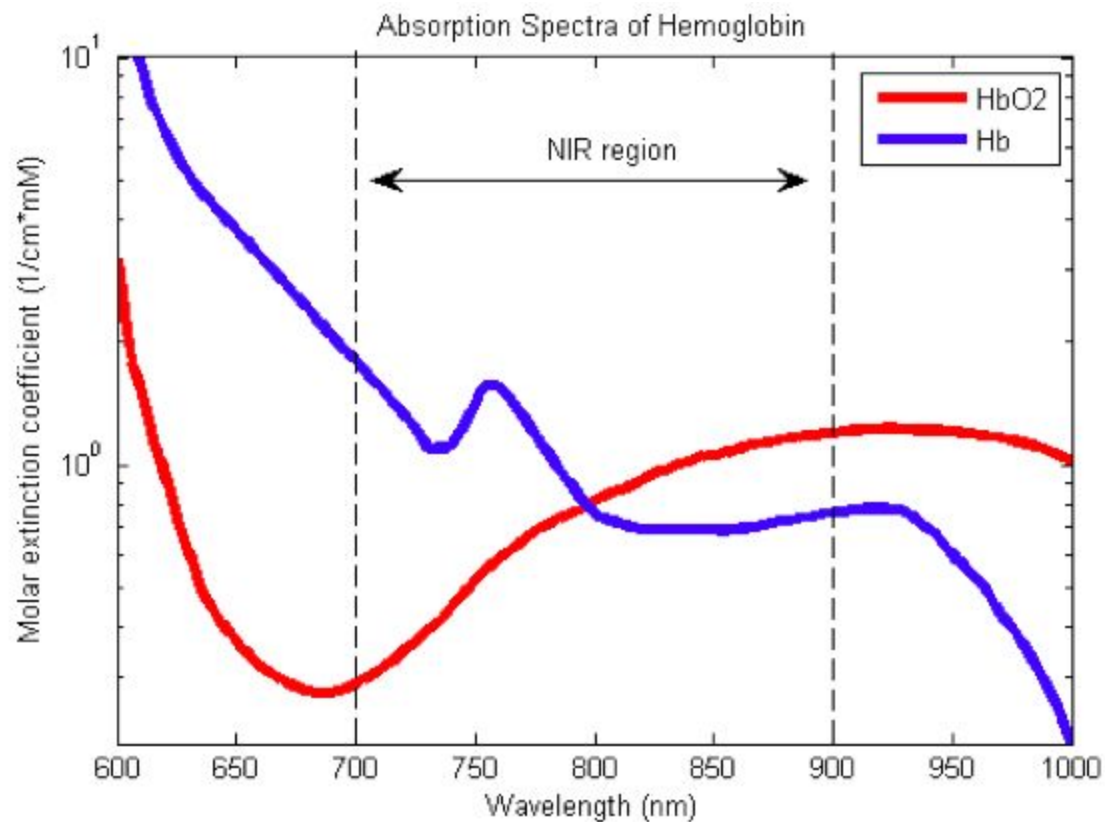
Синоатриален възел

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

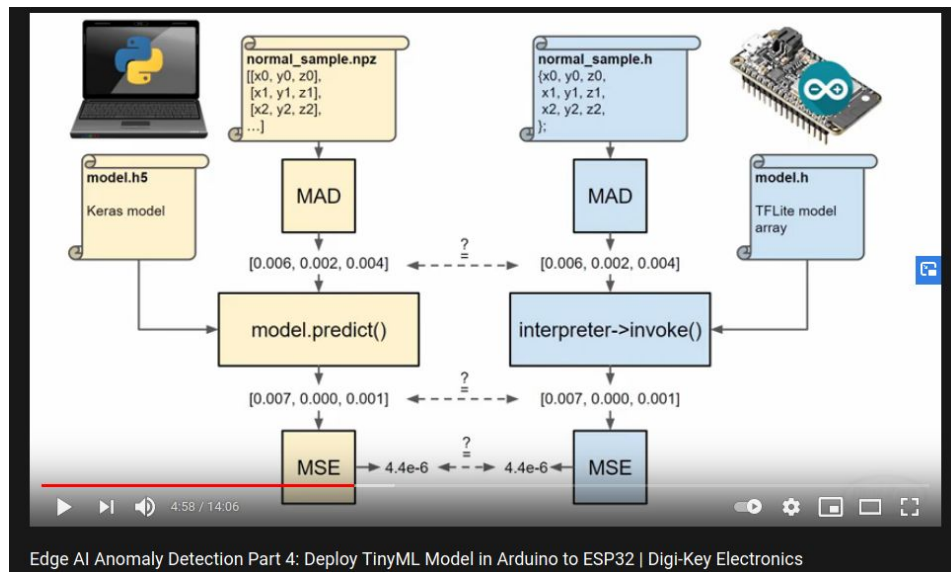
Tensorflow Lite

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)

Микроелектроника

Олимекс

Къде са **данните**?

Уреди за оксиметрия.



Благодарим на:

Олимекс

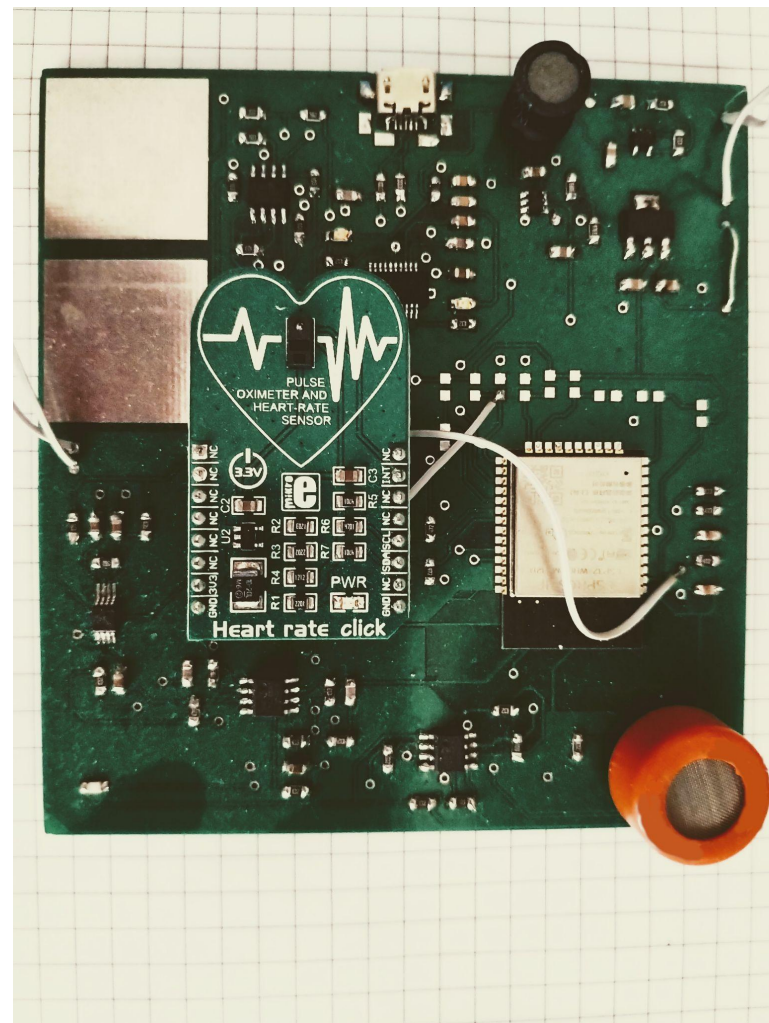
SHIELD-EKG-EMG

ECG-CLIP

SHIELD-EKG-EMG-PRO

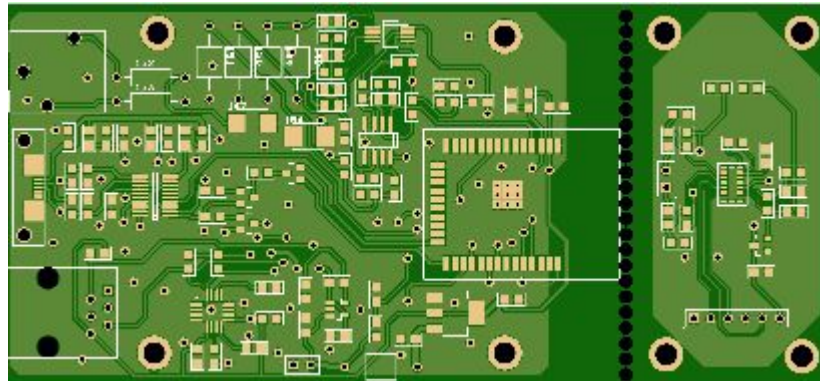
Прототип v1

- 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)

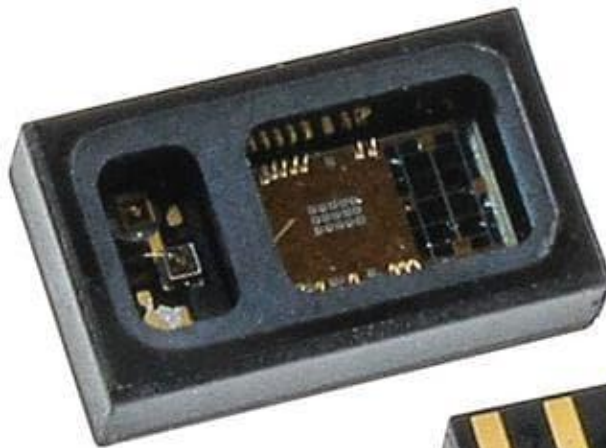
Оксиметрия

Синхронизирано по
пулсова вълна

Филтриращи алгоритми

I2C протокол

lib:86150 (protocentral)



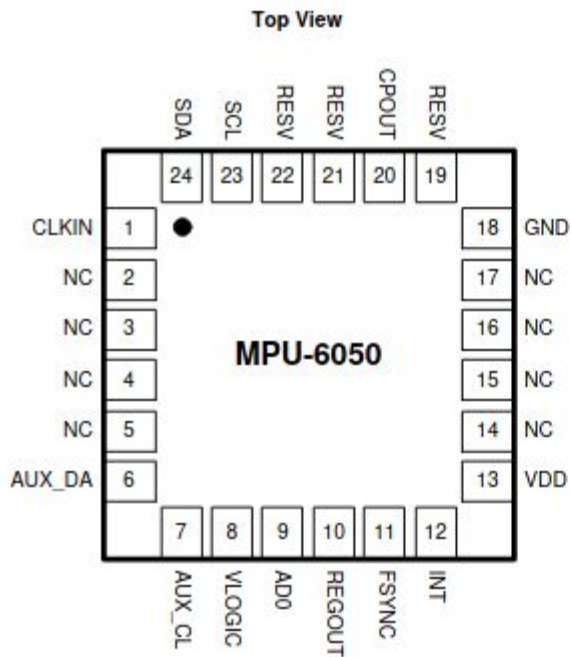
MPU6050

3D жирокоп

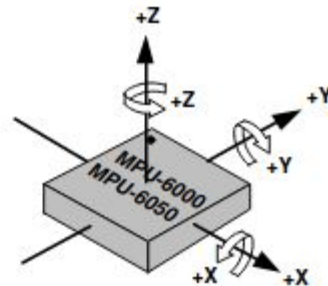
3D акселерометър

I2C

lib:Adafruit_MPU6050



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



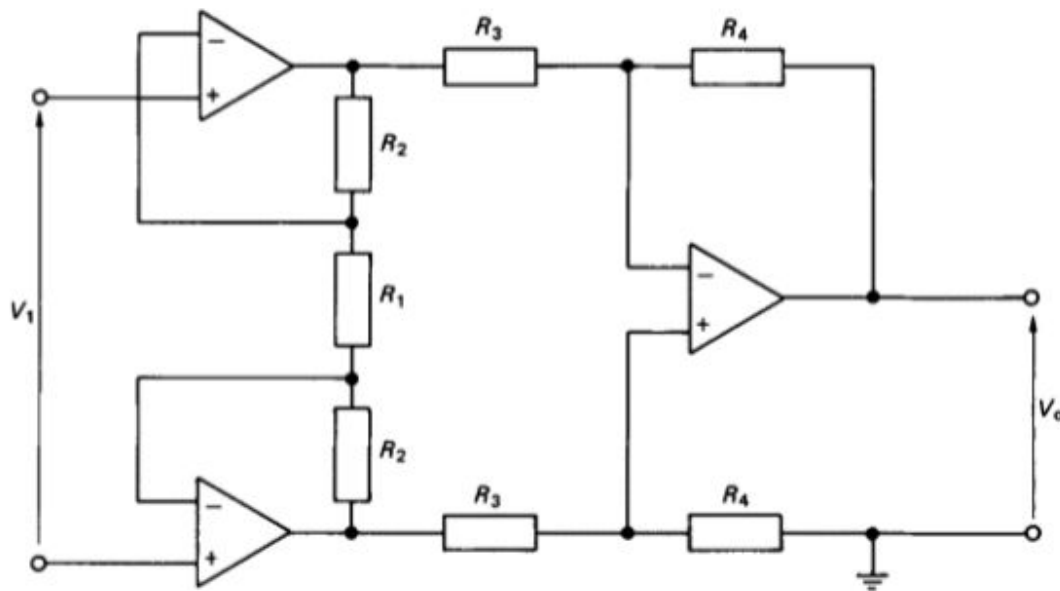
Orientation of Axes of Sensitivity and
Polarity of Rotation

Принципна схема

Видове усилватели:

- Операционен
- Инструментален
(Диференциален)

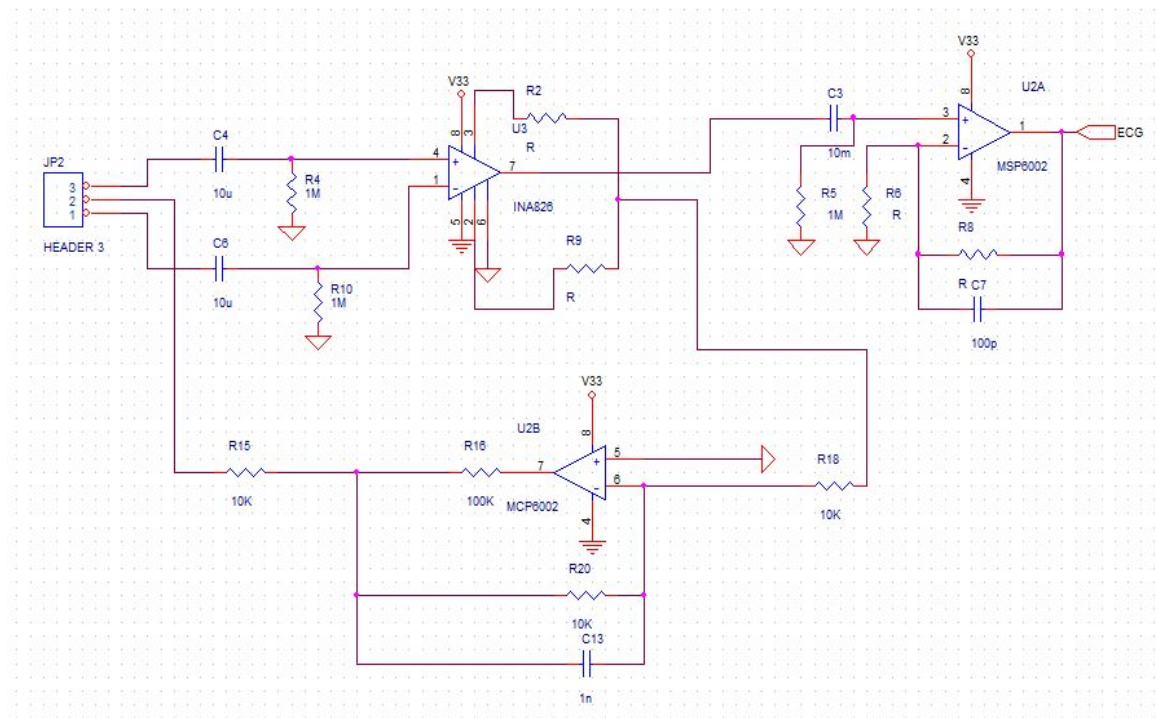
$$A_2 = R_4 / R_3$$



$$V_o = \frac{R_4}{R_3} \left[1 + \frac{2R_2}{R_1} \right] V_1$$

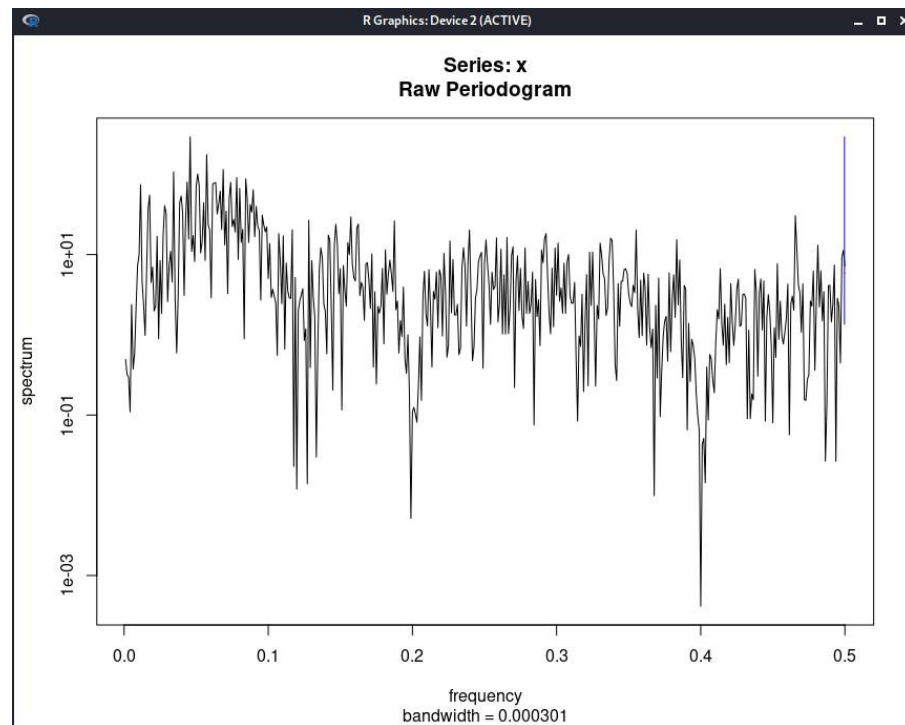
Схемата на ЕКГ усилвателя

- 1) Неинвертиращи усилватели mcp6002
- 2) Диференциален усилвател Ina826



Сигнал / шум

- Основни източници
- Анализ
- Филтри
- Фрактали



Филтър 50hz

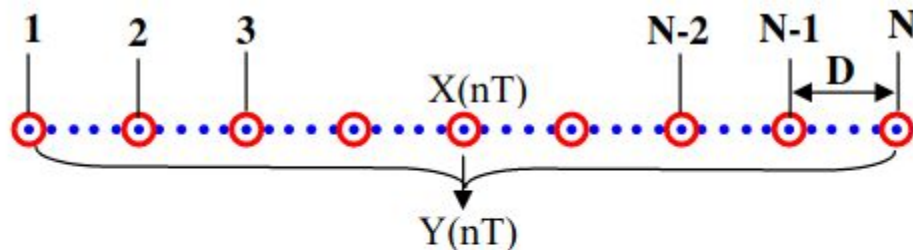


Fig.1.Principle of averaging of FilterDxN.

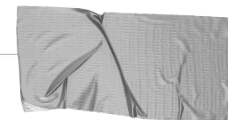
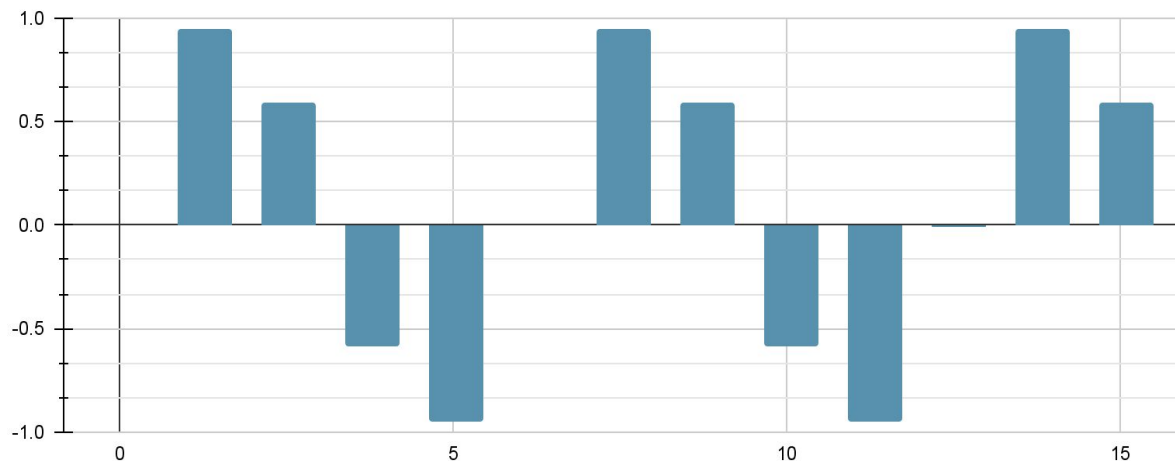
The filter is named *FilterDxN*, with difference equation given by (1):

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

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

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

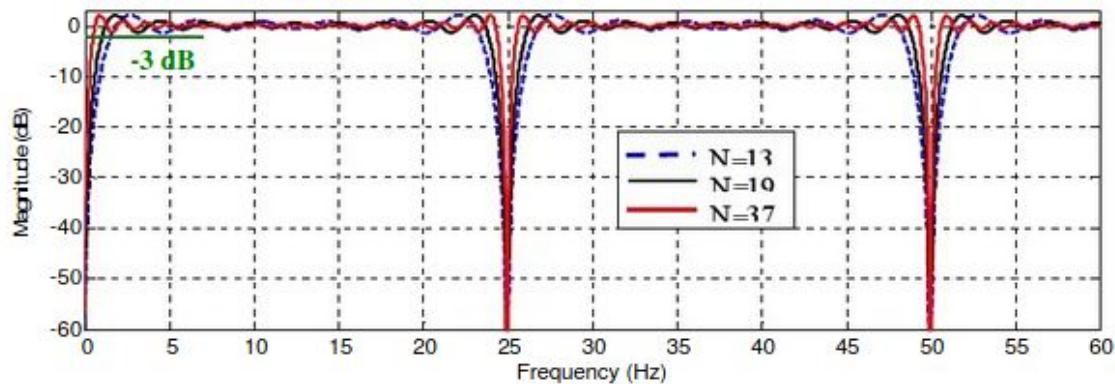
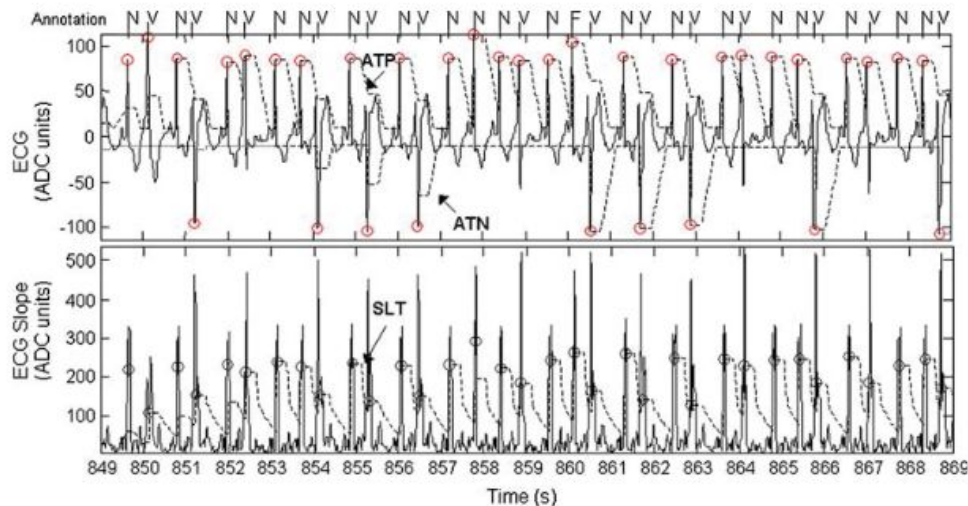
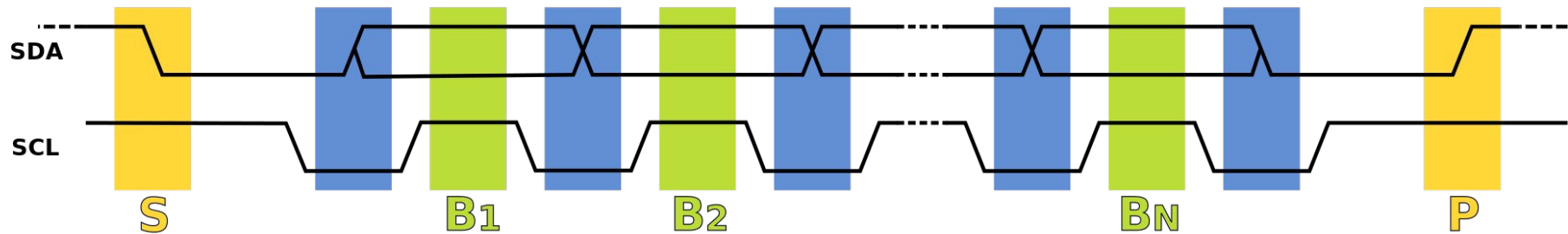


Fig.2. Frequency response of FilterDxN calculated for $f_s=250$ Hz, $D=10$, and three different N -values - $N=13$, $N=19$, $N=37$, corresponding to low cut-off frequency of 0.5 Hz, 1 Hz and 1.5 Hz, respectively.



Алгоритъм за намиране на QRS комплекс

- 1) $\text{Sign}(\text{ECG}_i - \text{ECG}_{i-n}) \cdot \text{Sign}(\text{ECG}_i - \text{ECG}_{i+n}) > 0$
- 2) $\text{ECGSlope}_i > \text{SLT}$ (сумата на абсолютната стойност $|\text{ECG}_i - \text{ECG}_{i-n}|$ $i=1..5$)



I²C шина 7бит адресируема, 100 Kbit/s - 3.4 Mbit/s

От max86150 получаваме ... NAK

Честотата се задава от master-a на шината.

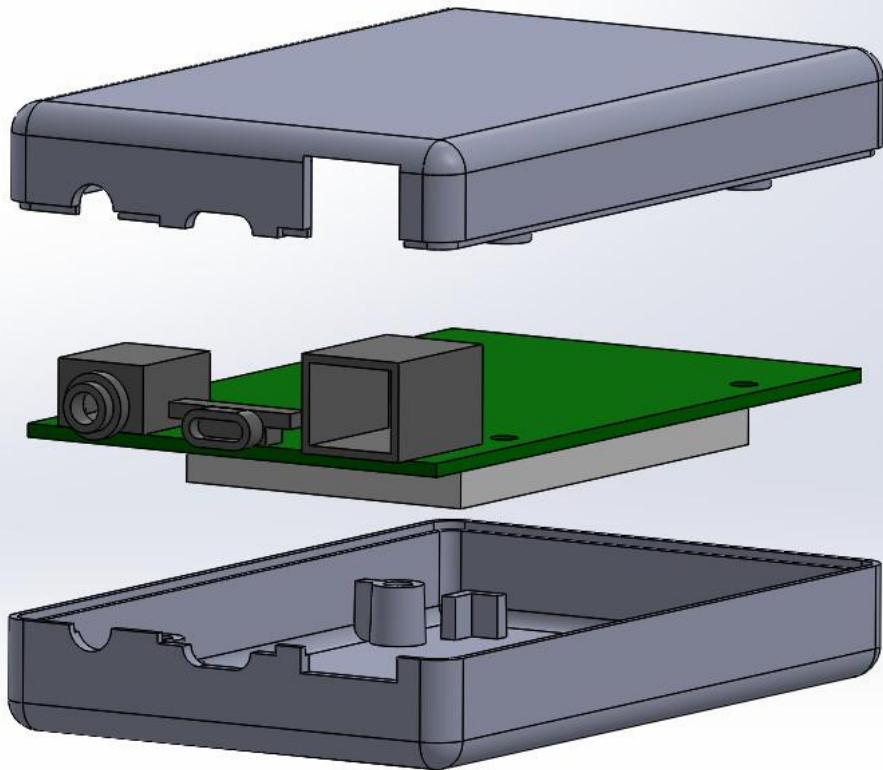
Можем да намерим ниска честота на шината, съобразена с дължината на кабела и устройствата

А може би сме забравили 4.7к пулъп 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 Désiré Waller 1887!

Eniac 1946

Прогноза за времето,
балистични изчисления

1960 Мултиплексиране

1977 MRI

2002 3G

2005 Arduino

2007 Iphone

Sept 2016
Esp32

Feb 2021

Cats
In
Zoom

1940-2000

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

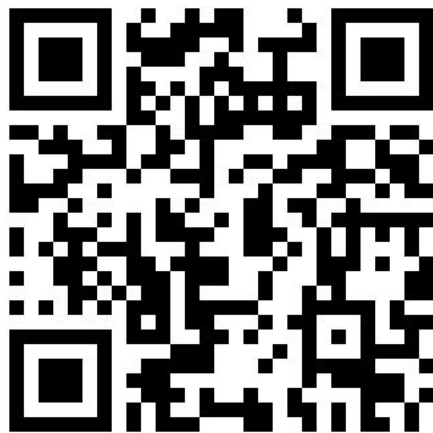
2006 Twitter

2004 Facebook

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

Dec 2020

Благодаря!



Петко Маринов

www.tregatti.tech

info@tregatti.tech

<https://github.com/tregatti-tech/ESP32ECG/>

ladore

www.ladore.eu

ecard

www.e-card.bg