

Projetando um DAC para RaspberryPi

Live 02 – Especificação

Valeu apoiadores!

- Alexandre
- Beatriz
- Cássio
- Digão
- Edson
- Henrique
- Leonardo B.
- Leonardo C.
- Rogério





3 Vendidos

→ NOME

(an ANDROID)

NOME

Resumindo

DAC de boa qualidade

- AKM, ESS, CS, PCM

Duas saídas

- 3.5mm Single Ended
- 4.4mm Balanceado

Com AMP

- Tocar qualquer IEM, HE400SE e HD600

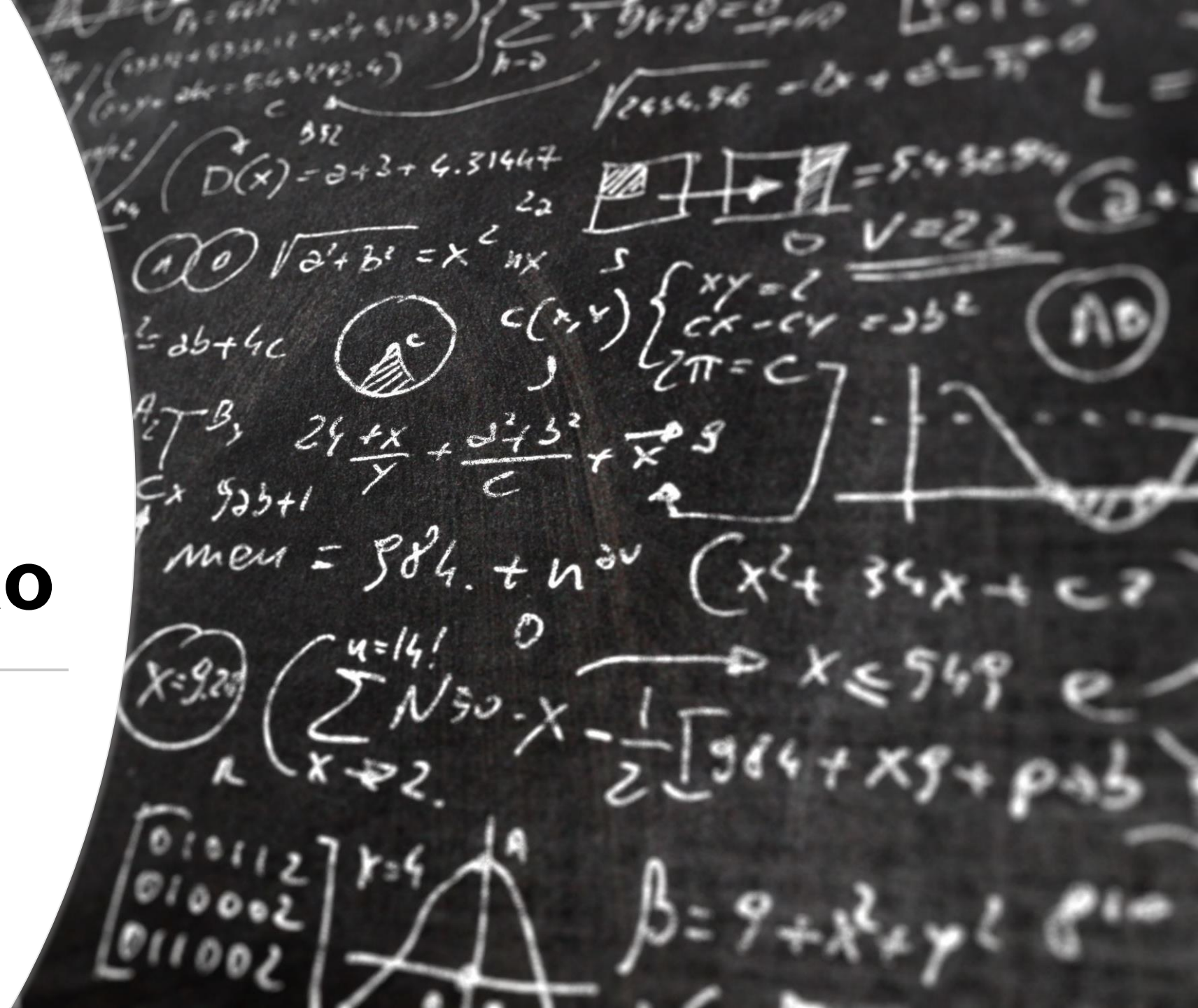
I2S

- Sem USB Audio

Controles por software

- Botão ON/OFF para desligamento seguro

Especificação





Idéia no papel → Tabelas, Diagramas, Premissas, Restrições, etc

Como fazer uma boa especificação?



Linguagem objetiva

Evita opiniões e
ambiguidades



Definições precisas

Facilita o entendimento
para múltiplos públicos



Requisitos claros e testáveis

Permite a avaliação de
sucesso do projeto
Auditoria de normas e
requisitos



Expectativas de custo e volume

Orienta a possibilidade
comercial

Desafios

- Falta de informações
- Falta de conhecimento
- Dependência da escolha de componentes
- Sucesso (Volume) → desconhecido



Modelo

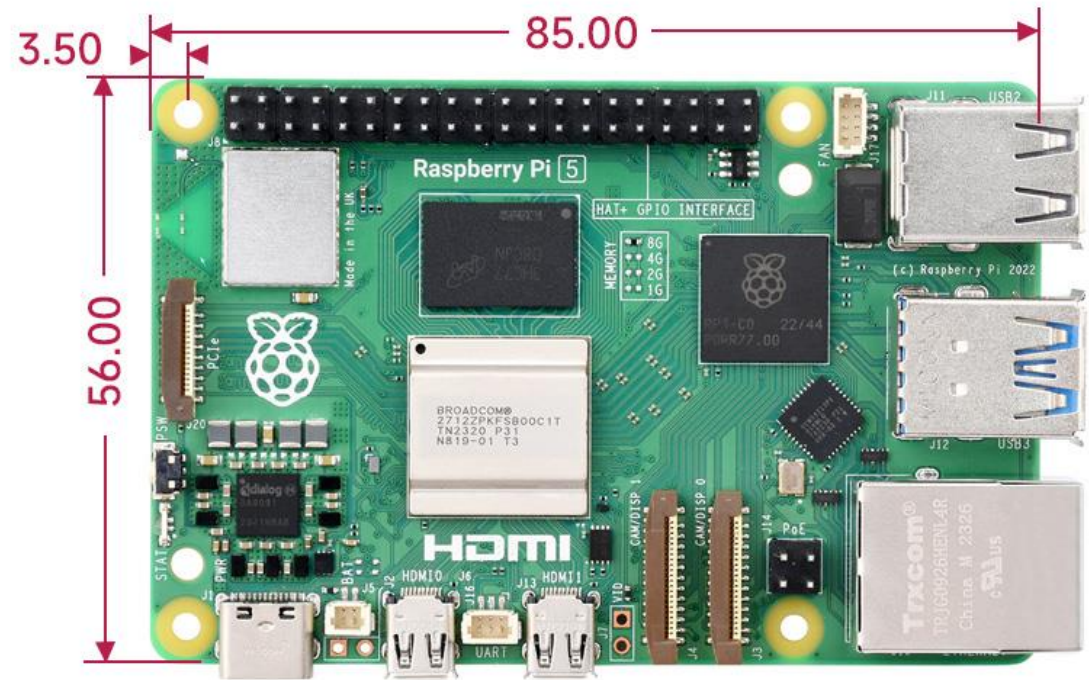
Item	Descrição	Requisito	Prioridade	Justificativa
1	Potência de Saída	100mW SE / 200mW DIFF	Obrigatório	Fones exigentes
2	Tamanho	100 x 100 mm	Opcional	Caber no gabinete
3

Perguntas importantes

- Qual o tamanho físico?
- Quais são as entradas e seus requisitos?
- Quais são as saídas e seus requisitos?
- Quais são os requisitos de energia?
- Há normas a serem atendidas?
- Quais são os blocos do Sistema?
- Custo esperado?

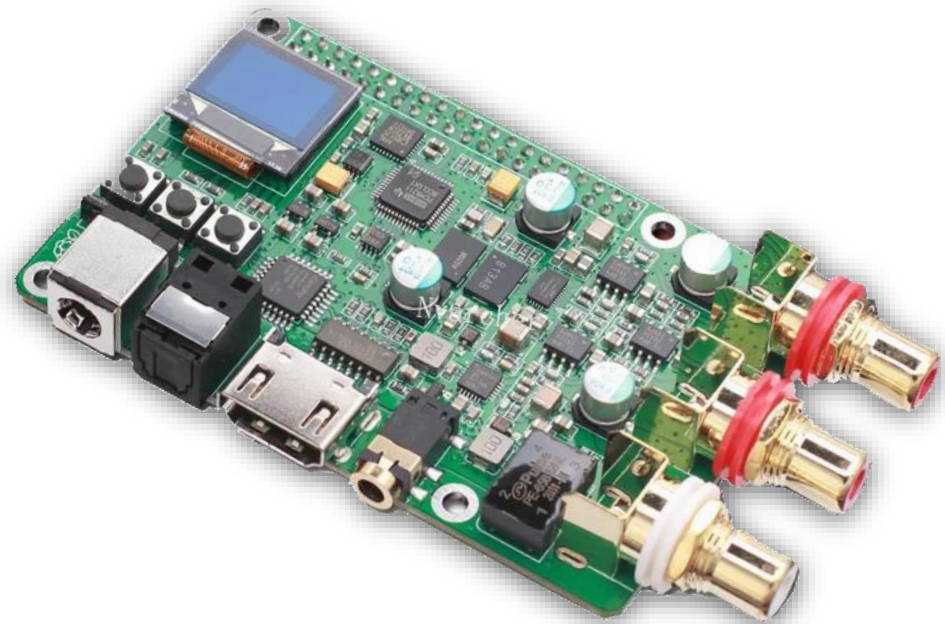
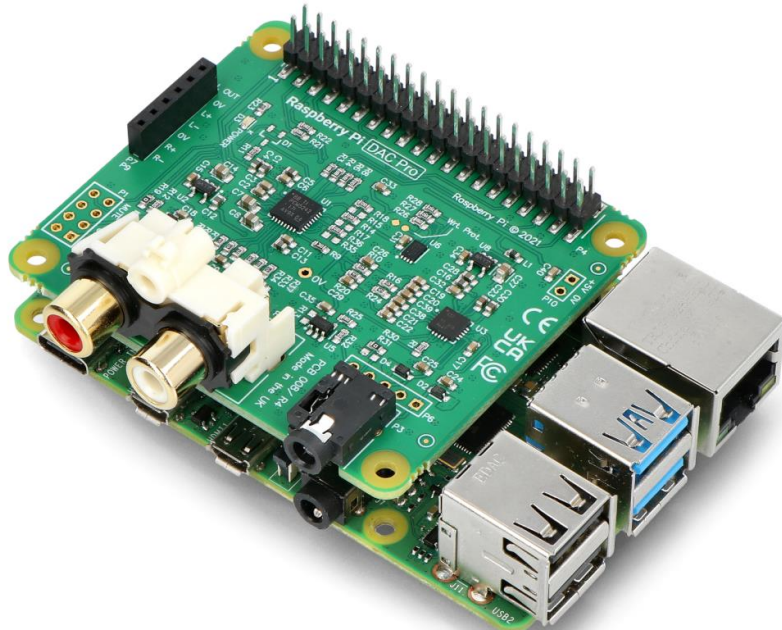


Tamanho Físico



Unit:mm

Alguns formatos em existência

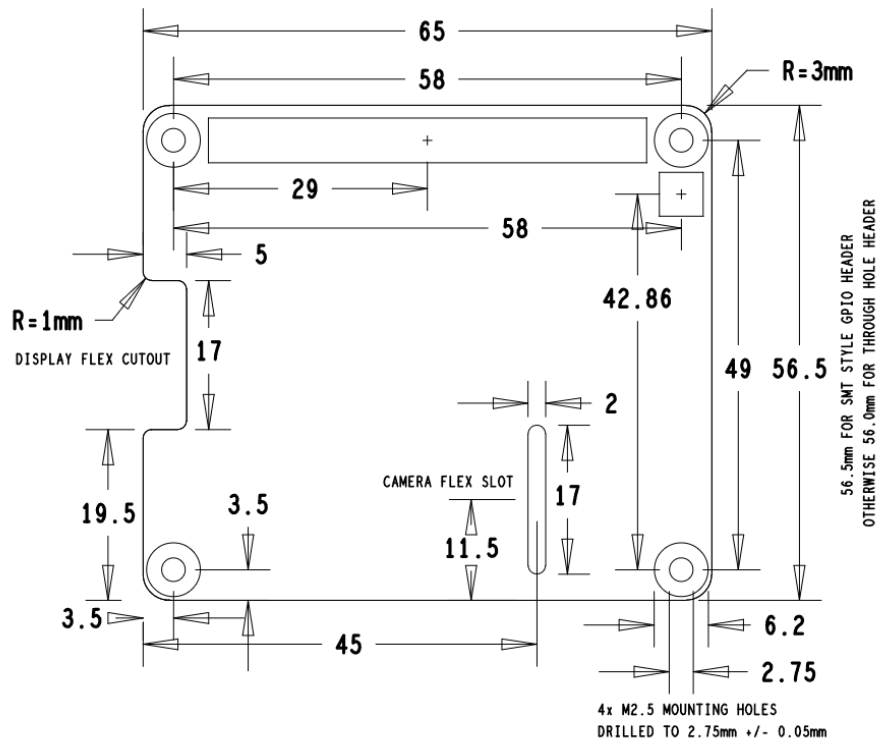


Padronização

RASPBERRY PI HAT BOARD MECHANICAL SPECIFICATION (c) Raspberry Pi 2014/2018

FOR FULL SPECIFICATION INCLUDING ELECTRICAL REQUIREMENTS

PLEASE SEE <https://github.com/raspberrypi/hats>



MINIMUM HAT REQUIREMENTS:

- BOARD MUST BE 65x56mm or 65x56.5mm AS PER THIS DRAWING
- BOARD MUST HAVE 3mm RADIUS CORNERS AS PER THIS DRAWING
- BOARD MUST HAVE 4 MOUNTING HOLES IN CORNERS AS PER THIS DRAWING
- BOARD MOUNTING HOLES MUST FOLLOW MOUNTING HOLES SPECIFICATION
- BOARD MUST HAVE FULL 40W GPIO CONNECTOR

MOUNTING HOLES SPECIFICATION:

- MOUNTING HOLES SHOULD IDEALLY BE NON-PLATED. IF PLATED, HOLE AND LAND MUST BE ELECTRICALLY ISOLATED (DO NOT CONNECT THESE TO GND)
- MOUNTING HOLE LAND SHOULD BE MIN. 6.2mm AND EITHER ISOLATED COPPER OR BARE BOARD (OPEN SOLDER MASK)
- MOUNTING HOLES SHOULD BE DRILLED TO 2.75mm +/- 0.05mm

FURTHER NOTES:

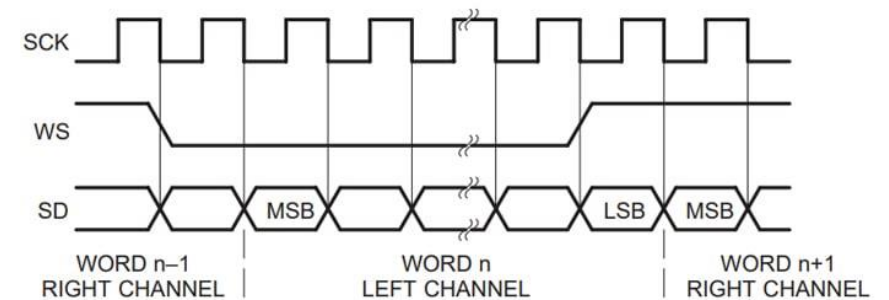
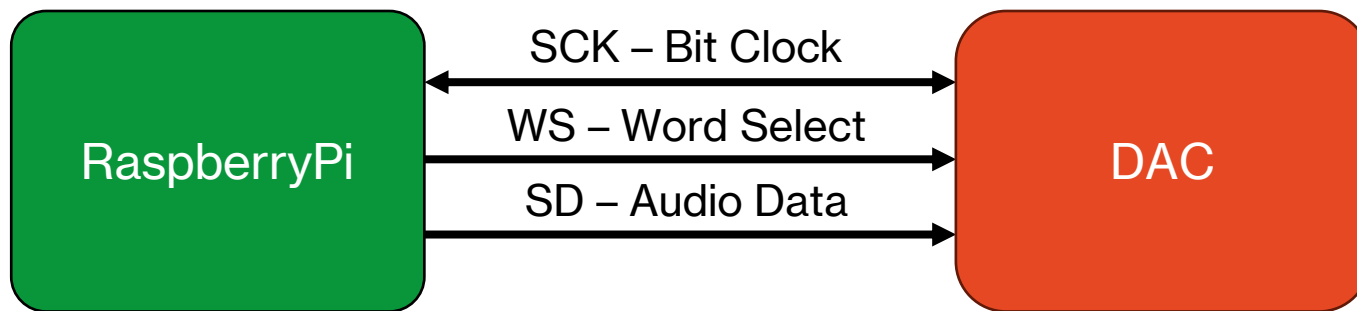
- IT IS RECOMMENDED TO PROVIDE SLOTS OR CUTOUTS FOR CAMERA AND DISPLAY FLEXIS SO CAMERA AND DISPLAY CAN STILL BE USED WITH HAT ATTACHED
- CAMERA FLEX SLOT AND DISPLAY FLEX CUTOUT ARE EXAMPLES OF HOW TO DO THIS

Decisão

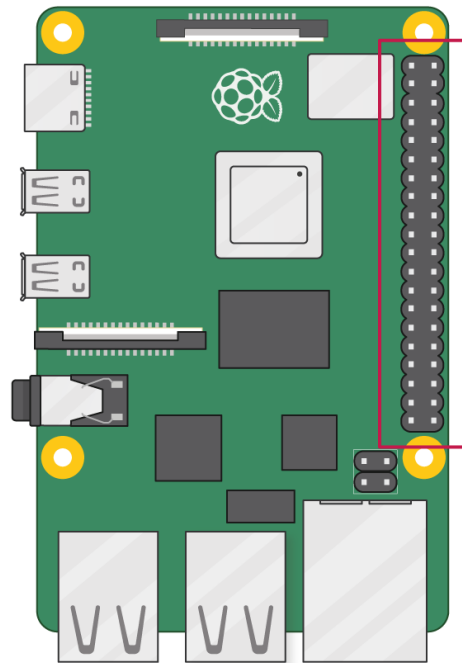


Entradas

- Entrada de áudio → I2S



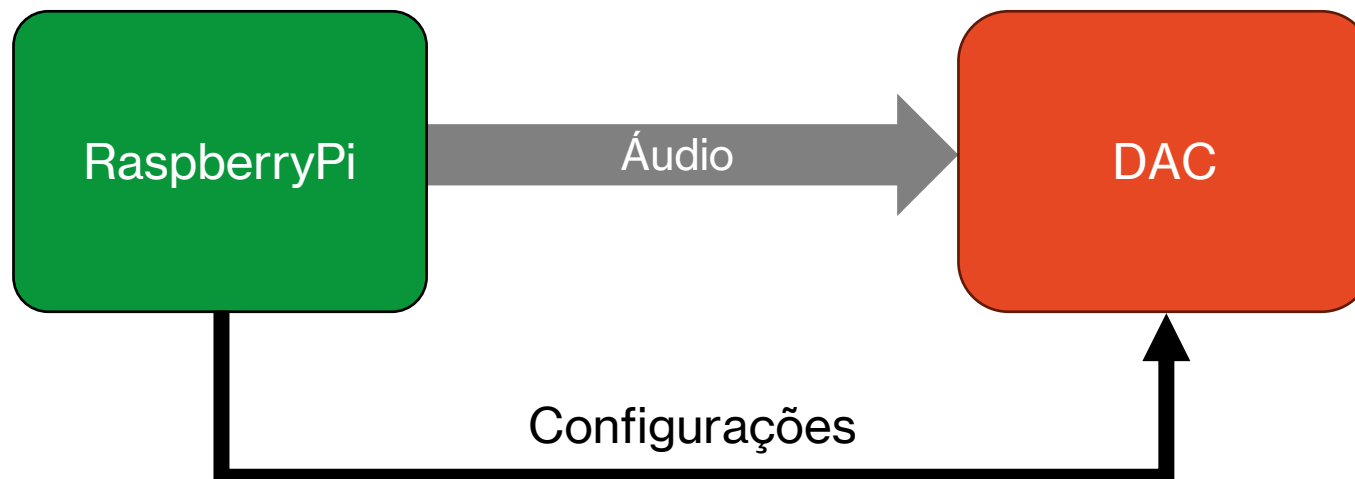
Conector de expansão



3V3 power	1	2	5V power
GPIO 2 (SDA)	3	4	5V power
GPIO 3 (SCL)	5	6	Ground
GPIO 4 (GPCLK0)	7	8	GPIO 14 (TXD)
Ground	9	10	GPIO 15 (RXD)
GPIO 17	11	12	GPIO 18 (PCM_CLK)
GPIO 27	13	14	Ground
GPIO 22	15	16	GPIO 23
3V3 power	17	18	GPIO 24
GPIO 10 (MOSI)	19	20	Ground
GPIO 9 (MISO)	21	22	GPIO 25
GPIO 11 (SCLK)	23	24	GPIO 8 (CE0)
Ground	25	26	GPIO 7 (CE1)
GPIO 0 (ID_SD)	27	28	GPIO 1 (ID_SC)
GPIO 5	29	30	Ground
GPIO 6	31	32	GPIO 12 (PWM0)
GPIO 13 (PWM1)	33	34	Ground
GPIO 19 (PCM_FS)	35	36	GPIO 16
GPIO 26	37	38	GPIO 20 (PCM_DIN)
Ground	39	40	GPIO 21 (PCM_DOUT)

Entradas

- Entrada de configuração → Colocar o DAC no modo correto
 - Depende do DAC → **I2C**, **SPI** ou similar
 - Podemos deixar essa decisão para mais tarde?



Saídas

- Já fizemos boa parte do trabalho no conceito inicial!
 - Single Ended – 3.5mm
 - Diferencial -4.4mm (Pentaconn)
- Fones “guia”
 - Qualquer IEM de referência → Qual?
 - HD600
 - HE400SE
- Mas o que isto significa em termos de potência?

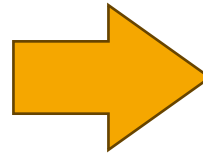


Cálculo da Potência

Potência – Eletricidade vs Som

$$P(W) = \frac{V_{rms}^2}{Z_{headphone}} = Z_{headphone} I_{rms}^2 \quad [1]$$

$$P(mW) = 10^{\frac{(L_p - S_{headphone})}{10}} \quad [2]$$



$$V_{rms} = \sqrt{\frac{Z_{headphone}}{1000} \left(10^{\frac{(L_p - S_{headphone})}{10}} \right)} \quad [3]$$


$$I_{rms} = \sqrt{\frac{1}{1000 Z_{headphone}} \left(10^{\frac{(L_p - S_{headphone})}{10}} \right)} \quad [4]$$

Processo para especificar

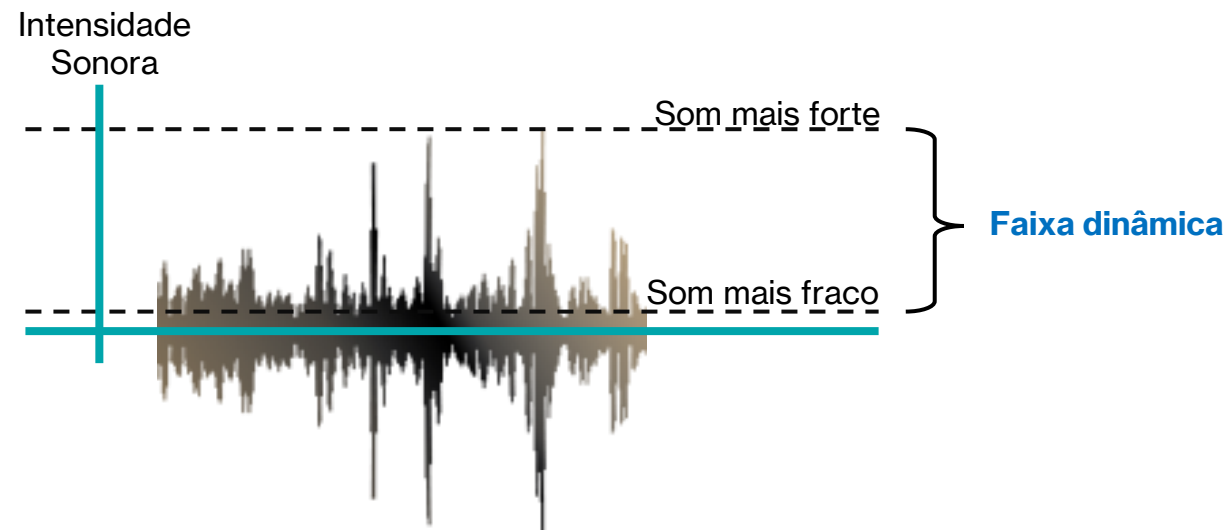
- Conhecer Sensibilidade (S) e Impedância (Z) para um fone alvo
- Escolher nível de pressão sonora (L_p) adequado
- Calcular potência (P_{RMS}) e/ou tensão (V_{RMS}) de saída

Discussão – Pressão Sonora

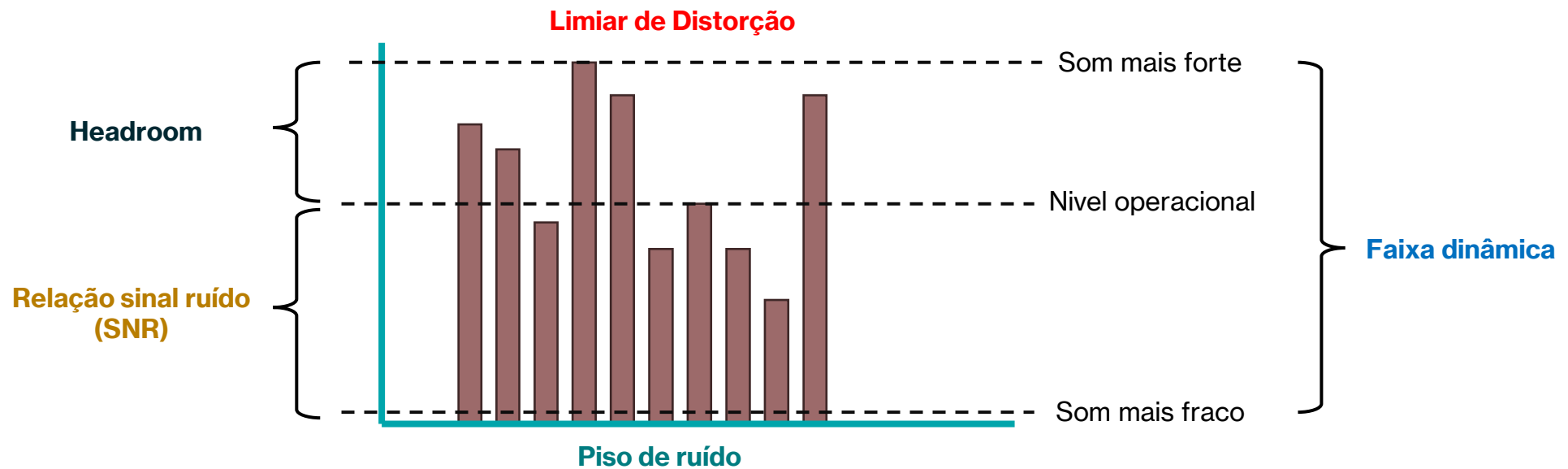
Sound source	dB SPL
Colt 45 pistol - 8 meters	140
Threshold of pain	130
Rock Concert	120
Night club music	110
Chainsaw / Jet ski	100
Lawnmower	90
Cabin of jet aircraft cruising	80
Car - 10 meters	70
Average conversation - 1 meter	60
Average suburban home (night)	50
Quiet auditorium	40
Quiet whisper - 1.5 meters	30
Extremely quiet recording studio	20
Anechoic Chamber	10
Threshold of hearing	0



Discussão – Nível de pressão sonora



Discussão – Nível de pressão sonora





Solução inicial

Nível operacional
90dB SPL

Headroom
20dB SPL

Pressão Sonora Max
110dB SPL

Para os fones que decidimos

	Sennheiser HD600	Hifiman HE400SE
Z	322Ω	25.3Ω
Lp	110dBSPL	
S	100.5dB/mW	88.7dB/mW
P	8.91mW	134.90mW
V _{RMS}	1.69V	1.84V
I _{RMS}	5.27mA	73.32mA

Fonte:

<https://reference-audio-analyzer.pro/en/report/hp/sennheiser-hd-600.php>

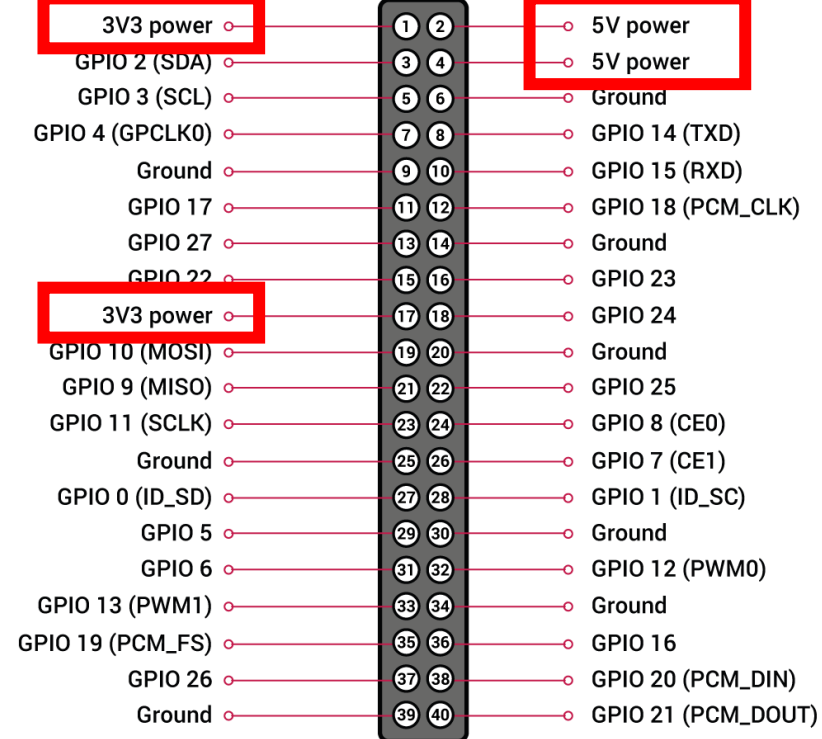
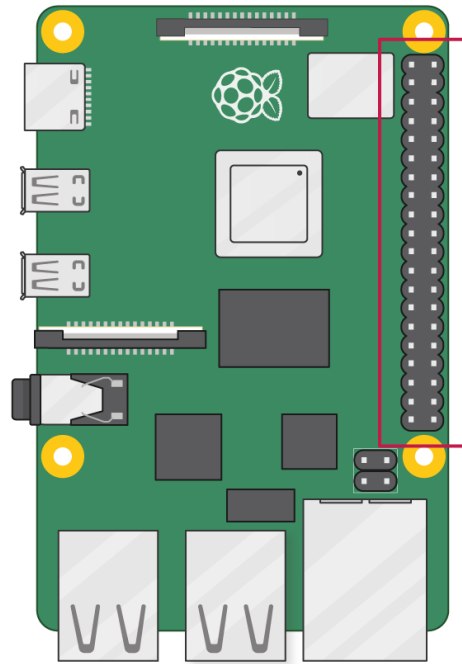
<https://reference-audio-analyzer.pro/en/report/hp/hifiman-he400se-v2.php>



Energia



Entrada de energia



Entrada de Energia

- Duas tensões de entrada
 - 5V – Tudo que tem a ver com o DAC
 - 3.3V – Tensão de níveis lógicos
- Potência necessária → Vai depender dos componentes
 - Não ultrapassar um máximo pode ser um bom guia
 - 5V – 500mA (2.5W)
 - 3.3V – 500mA (1.65W)



Perguntas?



Próxima Live

- Partimos da tabela de spec
- Vamos desenhar o diagrama de blocos!