

4

ÁUDIO PARTE 4 INTERFACES DE ÁUDIO

Fabio Montoro
Revisado em 12-3-2015

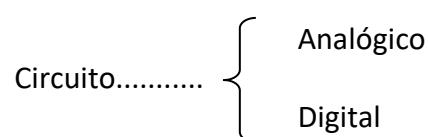
4.1 Definição

Interface é a linha limítrofe de conexão entre dois equipamentos eletrônicos.

Cada interface é caracterizada por um conjunto próprio de regras de conexão. A interface física corresponde à camada 1 do modelo OSI e possui os seguintes tipos de regras:

- **mecânicas** (formato e dimensão dos conectores)
- **elétricas** (impedância, tensão elétrica, corrente elétrica, ...)
- **lógicas** (que sinal trafega em que pino ou contato)
- **funcionais** (temporizações, protocolo, ...)

As interfaces elétricas possuem um ou mais circuitos elétricos:



4.2 Tipos de circuitos

Quanto ao balanceamento, há dois tipos básicos de circuitos para conexão de sinal elétrico, analógico ou digital:

- Balanceado
- Desbalanceado

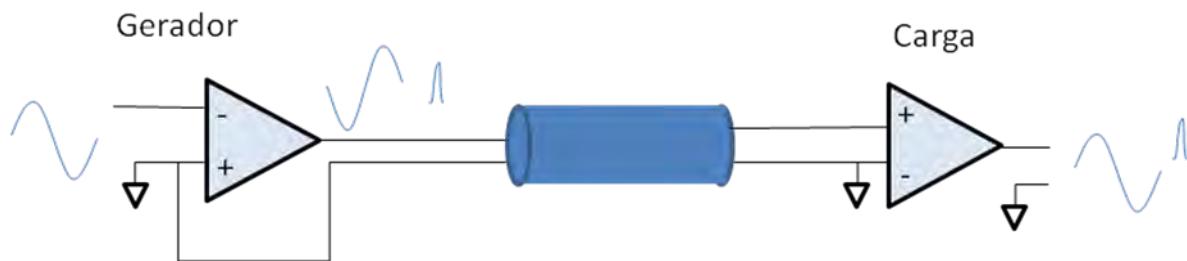


Fig. 4.1: Circuito desbalanceado

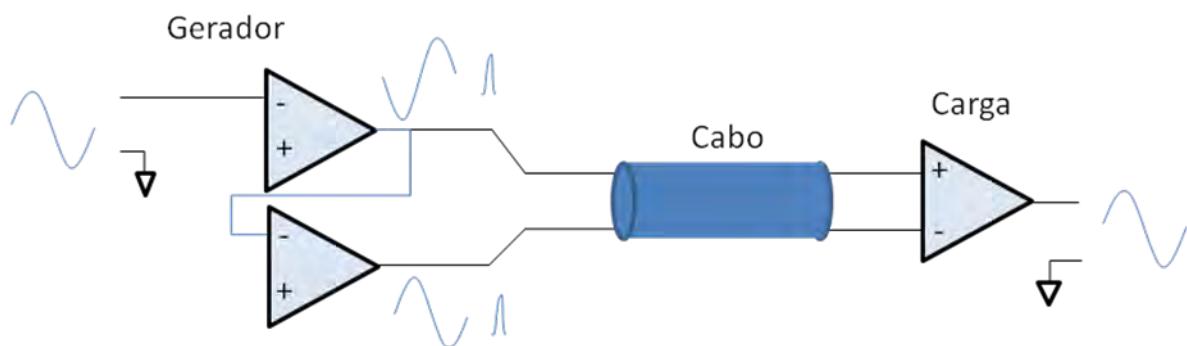


Fig. 4.2: Circuito balanceado

O circuito desbalanceado é mais barato, porém mais suscetível a ser contaminado por ruído externo. É utilizado nos equipamentos domésticos (consumer).

Usar sempre cabo blindado para conectar interfaces desbalanceadas

O circuito balanceado é mais imune a ruídos externos porque os dois condutores possuem a mesma impedância em relação ao terra e à referência de sinal (0 volt). O ruído vai contaminar os dois condutores igualmente e será rejeitado no receptor. É a alternativa utilizada nos equipamentos profissionais.

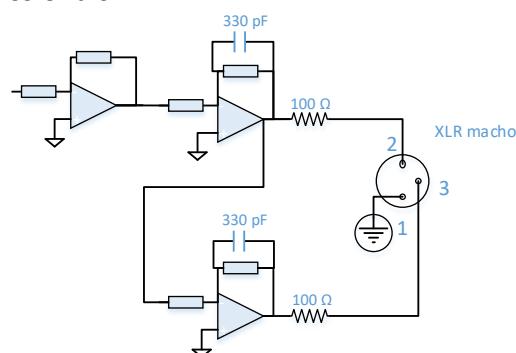


Fig. 4.3: Exemplo de circuito analógico balanceado

4.3 Impedâncias de saída e de entrada

Em uma conexão de áudio, a regra é que sempre a impedância de saída (R_{out}) seja pelo menos dez vezes menor que a impedância de entrada do estágio seguinte (R_{in}).

$$R_{out} \leq 10 \cdot R_{in}$$

[4.1]

4.3.1 Cargas em paralelo

É permitido colocar cargas em paralelo, desde que a regra seja observada.

Por exemplo: quantos amplificadores com impedância de entrada igual a 30 kΩ podemos ligar, em paralelo, na saída de um mixer com impedância de 1 kΩ?

Neste caso, a carga deve ter, no mínimo, 10 kΩ, o que permite colocar, no máximo, 3 amplificadores em paralelo.

4.4 Nível do sinal

Quanto ao nível do sinal de áudio analógico, há basicamente 3 categorias, além do sinal que alimenta os sonofletores:

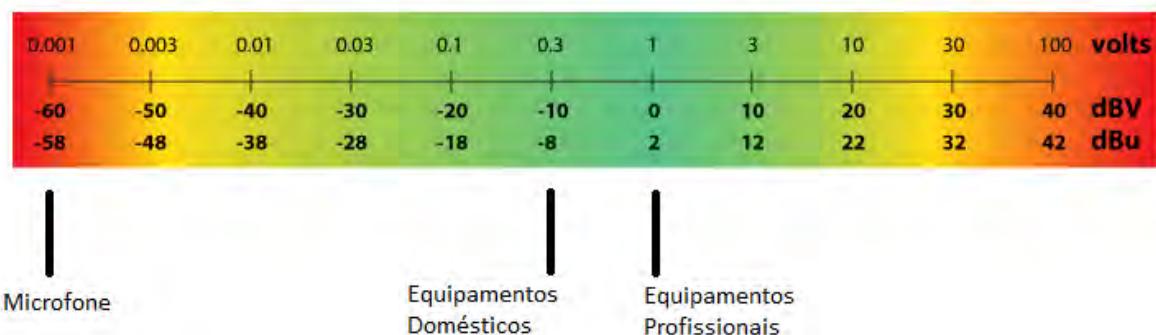


Fig. 4.4: Níveis de sinais de áudio analógico

Os sinais digitais seguem as especificações de suas respectivas interfaces e não há que se preocupar com níveis, desde que se saiba exatamente qual é a interface digital que se está conectando.

4.5 Conectores de interfaces analógicas

Os circuitos平衡ados precisam de dois fios para o sinal e um para a tensão de referência (0V) ao passo que os circuitos desbalanceados precisam de apenas dois fios, sendo um para o sinal e o outro para a referência.



Fig. 4.5: Conectores RCA

Cor	Sinal	Tipo do sinal
Branco	Áudio - canal esquerdo	Analógico
Vermelho	Áudio - canal direiro	Analógico
Amarelo	Vídeo composto	Analógico
Laranja	S/PDIF - áudio	Digital
Verde	Central	Analógico
Azul	Surround esquerda	Analógico
Cinza	Surround direita	Analógico
Marrom	Surround back esquerda	Analógico
Tan	Surround back direita	Analógico
Purpura	Subwoofer	Analógico
Vermelho	R	Analógico
Verde	G	Analógico
Azul	B	Analógico
Amarelo	Sincronismo horizontal	Analógico

4.5.1 TRS 3 POLOS

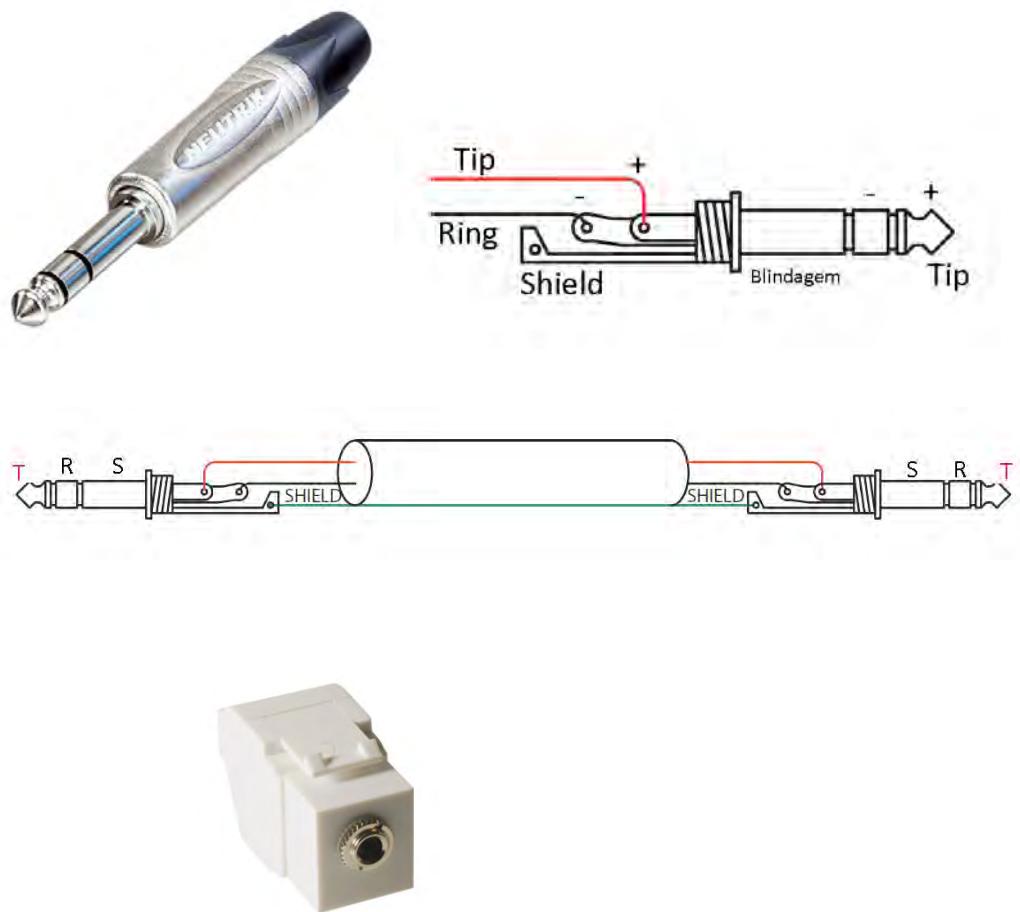


Fig. 4.6: Conectores TRS

Os conectores TRS (ou TS, se tiver apenas dois polos) podem ter três tamanhos:

- 2,5 mm (\approx 3/32 pol)
- 3,5 mm (\approx 1/8 pol)
- 6,35mm (1/4 pol)

A nomenclatura P1, P2, P3, P10, etc, pode gerar confusão. É melhor especificar: TRS de 3,5 mm ou TS de 3,5 mm quando quiser se referir ao modelo de dois polos, e assim por diante.



Fig. 4.7: Conectores TRS

4.5.2 XLR 3 PINOS

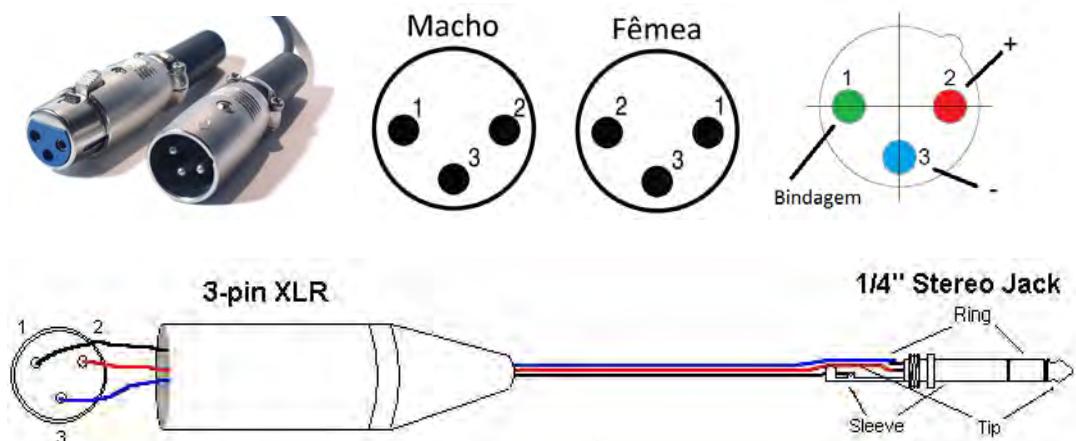


Fig. 4.8: Conectores XLR

4.5.3 AES-45 - 2 POLOS



Fig. 4.9: Conectores AES-45 de 3 polos

4.5.4 PRESSÃO 2 POLOS

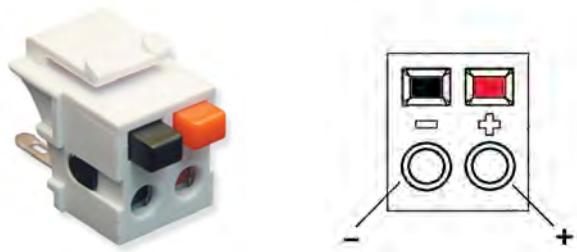


Fig. 4.10: Conector de pressão com encaixe Keystone

4.5.5 POSTE



Fig. 4.11: Conectores de parafuso, banhado a ouro, apropriados para saída de áudio

4.6 Conector RJ-45

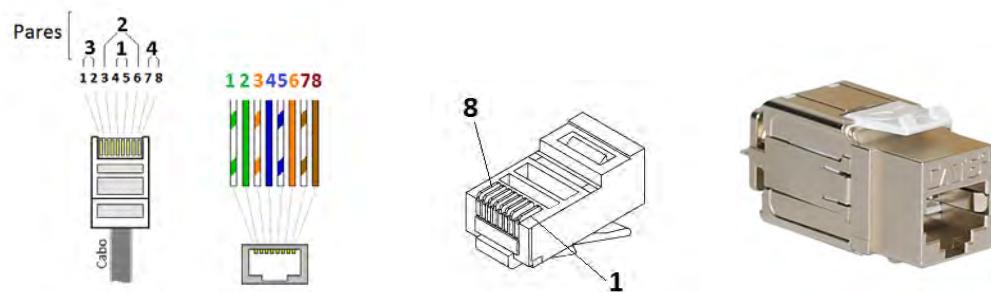


Fig. 4.12: Conectores RJ-45

4.7 Interface HDMI

A interface HDMI - *High-Definition Multimedia Interface* - foi desenvolvida para transmitir sinais audiovisuais de DVD players, set-top boxes e outras fontes para aparelhos de TV, projetores e outros monitores.

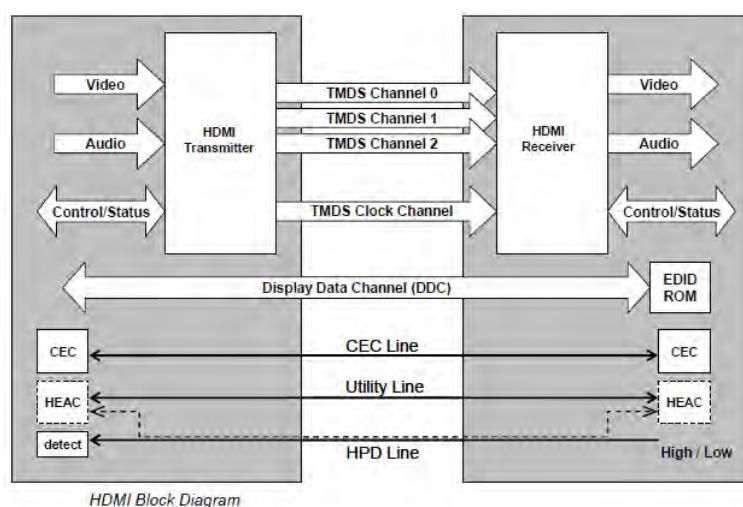


Fig. 4.13: Interface HDMI 2.0

A figura 2.12 mostra o diagrama em blocos da especificação versão 2.0.

A codificação de linha (para transmitir) utilizada pelo HDMI é a mesma do DVI, denominada **TMDS** (*Transition-Minimized Differential Signaling*), em circuitos平衡ados.

Cada um dos três canais TMDS de dados transmitem serialmente no respectivo par de fios, 8 bits a cada período de clock (Clock Channel), usando a codificação de linha 10-bit-DC-balanced, em sequência com transição minimizada, a uma taxa total de 10 bits para cada ciclo de clock TMDS que, por sua vez, está sincronizado com a taxa de pixel que está sendo transmitida.

O canal DDC (*Display Data Channel*) tem a finalidade de transmitir e receber informações de controle.

A codificação HDMI pode transmitir até 8 canais de áudio diretos e um canal de retorno de áudio (ARC)

A interface HDMI define 5 tipos de conectores:

A = conector padrão (19 pinos)

B = possui 2 conjuntos TMDS, para aplicações de super alta definição (29 pinos)

C = versão de menor tamanho (mini, com 19 pinos)

D = versão menor ainda (micro)

E = versão para aplicação automotiva

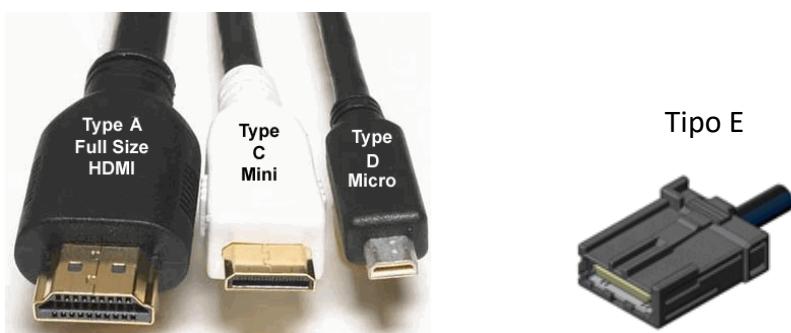


Fig. 4.14: Conectores HDMI

Uma fonte HDMI deve transmitir áudio codificado em L-PCM em uma das seguintes taxas: 32 kHz, 44.1 kHz, 48 kHz, 88.2 kHz, 96 kHz, 176.4 kHz ou 192 kHz.

O cabo HDMI pode pertencer a duas categorias:

- Categoria 1: suporta clock TMDS até 74,25 MHz
- Categoria 2: suporta clock TMDS até 340,00 MHz

Os cabos HDMI devem ter comprimentos inferiores a 10 metros, observando que eles podem ou não ter um equalizador interno, a fim de conseguirem operar com comprimentos maiores. Para efeito de especificação o importante é saber qual é a categoria do cabo, às vezes



Fig. 4.15: Equalizador de cabo HDMI

denominadas comercialmente de "standard" e "high speed", apropriadas para operas, respectivamente, até 2,25 Gbps (mínimo do padrão HDMI) e 10,2 GBps.

Descrição do recurso	Versão HDMI					
	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	2.0
Codificação de vídeo YCbCr 4:4:4	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Compressão de vídeo YCbCr 4:2:2	sim	sim	sim	sim	sim	sim
True Color (24 bits por pixel)	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Áudio Linear-PCM, 192 kHz, 24 bits (8 canais)	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Blue-ray e HD DVD em resolução máxima	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Supora áudio padrão DVD	x	sim	sim	sim	sim	sim
Supora áudio super CD (DSD)	x	x	sim	sim	sim	sim
Deep Color (30, 36 e 48 bits por pixel)	x	x	x	sim	sim	sim
Sincronismo labial (Auto lip-sync)	x	x	x	sim	sim	sim
Áudio Dolby True HD	x	x	x	sim	sim	sim
Áudio DTS HD Master	x	x	x	sim	sim	sim
Supora a transmissão de vídeo estereoscópico 3D	x	x	x	x	sim	sim
Possui um canal de dados Ethernet 100 Mbps	x	x	x	x	sim	sim
Canal de áudio reverso (Audiorreturnchannel)	x	x	x	x	sim	sim
Supora vídeo com resolução 4k a 30 fps	x	x	x	x	sim	sim
Supora vídeo com resolução 4k a 60 fps	x	x	x	x	x	sim
Codificação de vídeo YCbCr 4:2:0	x	x	x	x	x	sim
Supora 32 canais de áudio	x	x	x	x	x	sim
Áudio de ultra alta fidelidade (1536 kHz)	x	x	x	x	x	sim
Transmite dois canais de vídeo a 2 destinos	x	x	x	x	x	sim
Transmite 4 canais de áudio a destinos distintos	x	x	x	x	x	sim
Supora aspecto 21:9	x	x	x	x	x	sim
Data do Lançamento ==>	2002	2004	2005	2006	2009	2013
Taxa máxima [Gbps] ==>	4,95			10,2		18

Fig. 4.16: versões da especificação HDMI

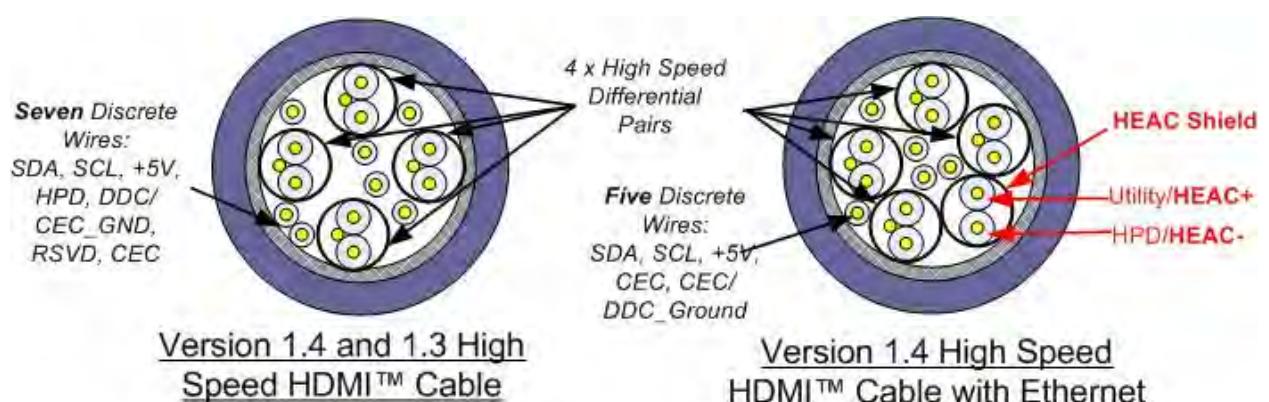


Fig. 4.17: Cabo HDMI

4.8 Interface USB

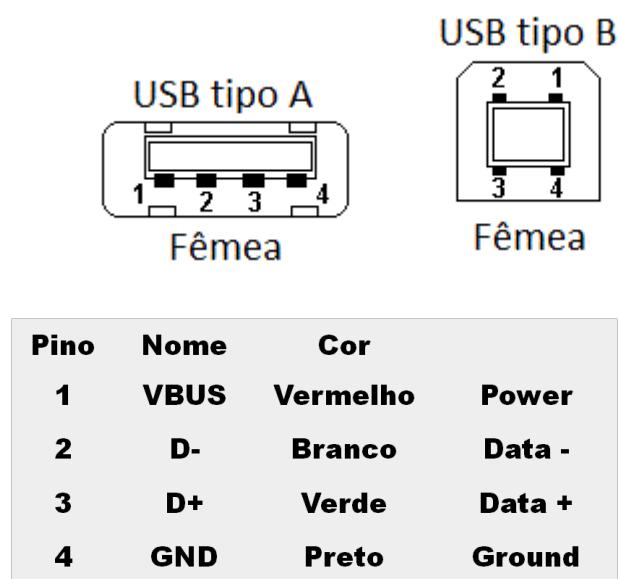


Fig. 4.18: USB



Fig. 4.19: Conectores USB

4.9 Interface RAD Rane

Interface proprietária da Rane para interconectar dispositivos remotos (RAD = Remote Audio Device) ao roteador Mongoose e aos processadores da linha HAL.

A Rane recomenda cabo F/UTP com 4 pares, mas funciona em UTP.

Pode transportar dois canais de áudio em cada sentido do cabo (RX e TX).

Um par é responsável pelo protocolo de controle e outro par leva a alimentação aos RADs.



Fig. 4.20: Sinais no cabo - Rane

Os conversores A/D utilizam taxa de amostragem de 48 kHz em 24 bits. Consegue operar em cabos com comprimento de até 150 metros.

4.10 Interface Cobranet

Interface e protocolo, desenvolvidos pela Peak Audio, uma divisão da Cirrus Logic.

Opera com taxa de amostragem de 48 kHz em 16, 20 ou 24 bits, encapsulado em pacotes Ethernet. Opera em enlaces com taxa de 100 Mbps ou maior.

Deve operar com retardo entre dois pontos Cobranet, menor que 3800 -0 + 250 μ s.

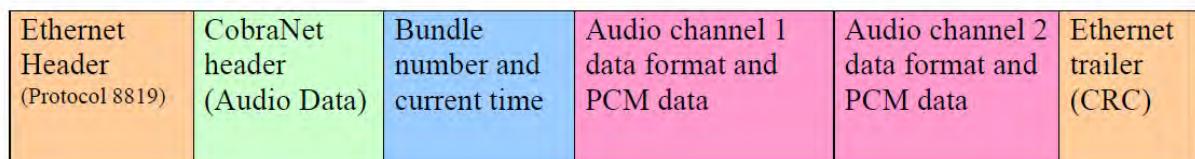


Fig. 4.21: Pacote Cobranet

O protocolo Cobranet apresenta a limitação de não ser roteável.

4.11 Interface AES3

Lançada em 1992, utiliza conectores XLR e transmite dois canais de áudio, no mesmo sentido, via cabo de 110 Ω .

O fabricante Rane possui um RAD com interface AES3.



Fig. 4.22: Interface AES3 - Rane

4.12 Interface S/PDIF

Abreviação de "Sony/Philips Digital Interface Format", é uma interface digital.

É uma versão de baixo custo baseada na AES3.

É definida em cabo coaxial de 75Ω (conector RCA) e fibra óptica (conector Toslink), utilizando uma codificação bifase, com alcance de até 10 metros.

Possui resolução configurável entre 16 e 24 bits.

Funciona com taxas de amostragem de: 32, 44,1 e 48 kHz

Pode transportar dois canais de áudio sem compressão (PCM) ou com compressão (surround 5.1 e 7.1). Não suporta o transporte de codificações sem perda (dolby TrueHD e DTS-HD Master Audio) pois estas exigem uma banda passante mais alta.

Foi adotada e padronizada na norma IEC 60958 como padrão IEC 60958 type II.

4.13 Interface ADAT

Lançada em 1991 pela empresa Alesis, sigla de "Alesis Digital Audio Tape", transmite até 8 canais de áudio em um cabo óptico, em uma direção. Para conexão bidirecional são necessários dois cabos.

Transmite 8 canais de áudio com amostragem de 48 kHz e 24-bit ou 4 canais de áudio com amostragem de 96 kHz e 24 bits.

4.14 Imunidade ao ruído e blindagem

Dizem que este assunto exige técnica, arte, magia e sorte.

A missão de transportar o sinal de áudio (principalmente o analógico) entre gerador e carga, com baixa contaminação de ruído, é um desafio.

Experiências mostram que a faixa dinâmica disponível do sinal, ou seja, a diferença entre o nível mais alto do sinal e o limiar de ruído, deve ser de pelo menos 120 dB para que o sistema seja considerado de alto desempenho.

O limiar de ruído é formado basicamente por duas vertentes:

- ruído branco inerente dos equipamentos
- estrutura de ganho mal dimensionada
- ruído acumulado em malhas com o aterramento

Como o ruído próprio dos equipamentos não dá pra reduzir (só trocando o equipamento) e o dimensionamento da estrutura de ganho é aspecto a ser discutido em outra parte deste documento, a questão, neste momento, fica reduzida à terceira vertente.

O ruído acumulado em malhas com o aterramento pode ser gerado por diferenças de potencial entre os dois circuitos elétricos que alimentam os equipamentos, mesmo que toda a instalação e aterramento do cabeamento de áudio tenha sido executada corretamente. Mesmo que isso ocorra, neste caso, nunca se deve desconectar os terras de proteção. Até no mesmo circuito elétrico pode haver pequenas diferenças de tensão.

Manter os terras de proteção conectados

As principais recomendações para evitar o ruído de malha de aterramento são:

- 1 Usar interfaces balanceadas
- 2 Usar cabos blindados
- 3 Conectar a blindagem do cabo, nas duas extremidades, ao terra do chassis
- 4 Conferir se o sistema de aterramento elétrico da edificação está adequado
- 5 Aterrkar os equipamentos, nas duas extremidades, em sistemas de aterramento apropriados
- 6 Entender como a referência de sinal (0V) e o terra estão interligados nos equipamentos
- 7 Conectar a referência 0V ao terra do sinal nos dois equipamentos em um único ponto.

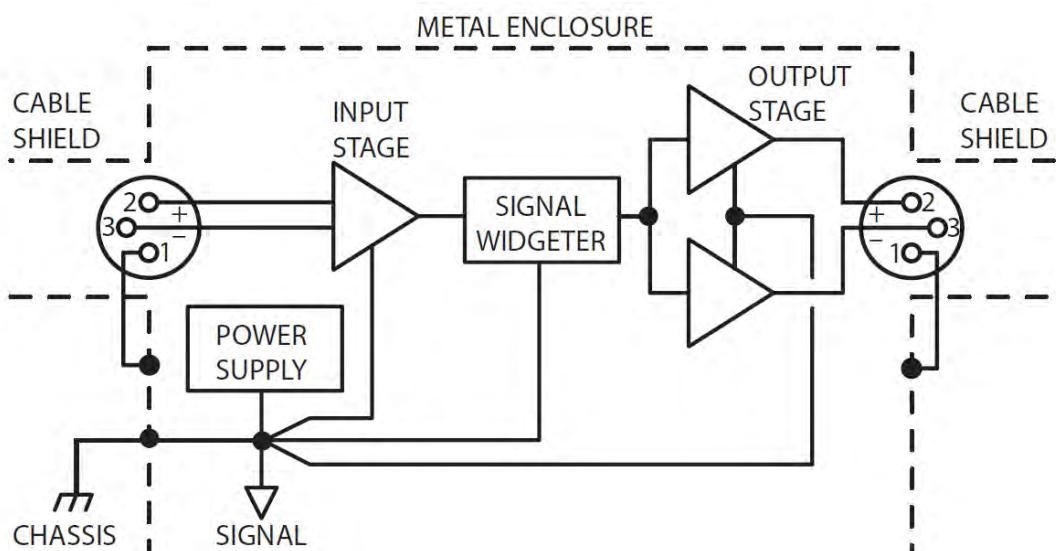


Fig. 4.23: Esquema aterramento

Para se alcançar a faixa dinâmica mencionada, 120 dB, precisamos de um desbalanceamento de impedância menor que 1 ppm:

$$Faixa\ dinâmica = \frac{\text{áudio}}{\text{ruído}} \geq 10^{\frac{120}{20}} = 10^6 = 1000000 \quad [4.2]$$

- O - O - O -