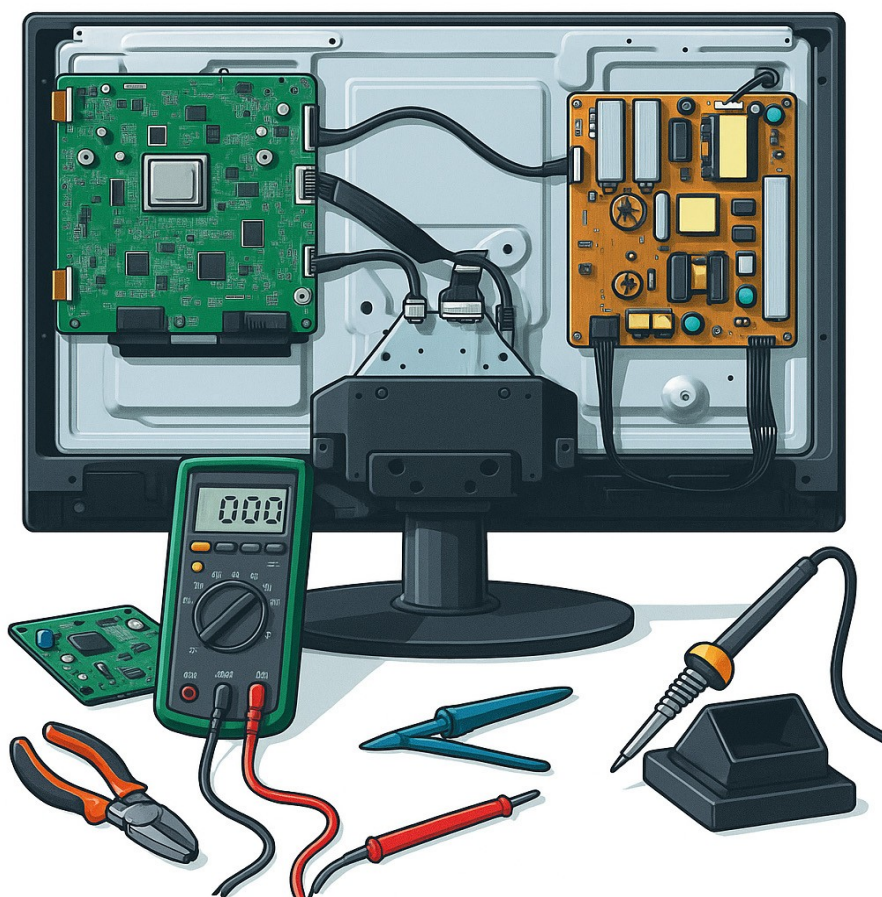


Silvio Ferreira

MANUTENÇÃO DE TELEVISORES



**Para Iniciantes e Profissionais.
Do Básico ao Avançado.**

PIRATARIA

É CRIME!

DENUNCIE!



- ✓ COMPROU O MEU LIVRO/CURSO EM UM LUGAR SUSPEITO?
- ✓ VIU ALGUM SITE OU GRUPO SUSPEITO VENDENDO OU DISTRIBUINDO O MEU LIVRO/CURSO?
- ✓ ENTRE EM CONTATO COMIGO. SEREI GENEROSO CONTIGO! MEU E-MAIL É:

SILVIO_HARD@HOTMAIL.COM

A PIRATARIA ESTÁ

DESTRUINDO

**O TRABALHO E
A CARREIRA**

DE MUITOS

**ESCRITORES E
PROFESSORES!**

NÃO INCENTIVE A PIRATARIA: QUANDO VOCÊ COMPRA E/OU BAIXA MATERIAL PIRATA, O TRABALHO ÁRDUO E HONESTO DE ALGUÉM ESTÁ SENDO DESTRUÍDO.

© 2025 by Silvio Ferreira

Todos os direitos reservados e protegidos pela lei 5.988 de 14/12/73. Nenhuma parte deste livro poderá ser reproduzida ou transmitida, sem prévia autorização por escrito do autor, sejam quais forem os meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros.

Autor: Santos, Silvio Ferreira

Coleção Manutenção de Televisores

Conheça meus livros e cursos:

www.clubedotecnico reparador.com.br

www.silvioferreira.net.br

silvio_hard@hotmail.com

Dedicatória

Dedico esta obra a minha esposa e sócia no trabalho e na vida, Josiane Gonçalves e a meus filhos André Vítor, Geovane Pietro, Gabriela Vitória e Alice Sofia.

Agradeço a Deus, pelo nascer de cada dia, pela força e motivação diária.

Conheça a coleção completa

 **Atenção! Atenção! Atenção! Atenção!**

Você acaba de dar o **start definitivo nos seus estudos**. Este é o **Volume 01 da nossa coleção Manutenção de Televisores**, o ponto de partida, a base que sustenta tudo o que vem pela frente.

Sim, este é o volume mais básico da coleção — e isso é exatamente o que o torna indispensável. Ele foi pensado para ser a **porta de entrada para iniciantes, para quem deseja aprimorar seus conhecimentos ou simplesmente para quem quer fazer parte da nossa comunidade de apaixonados por eletrônica e reparo de TVs**.

Aqui é onde sua transformação começa. **Seja bem-vindo!**

Já vou deixar aqui o link para quem está comprometido em **dar sequência nos estudos, aprofundar no diagnóstico, no reparo, nas técnicas avançadas e**

transformar de vez esse conhecimento em habilidade real na bancada:

<https://clubedotecnicoreparador.com.br/tv2.html>

Apresentação do Volume 01 – Fundamentos, História, Tecnologias e Primeiros Passos Práticos

Se você acha que aprender a consertar televisões é algo complicado, este volume vai provar exatamente o contrário. Aqui começa sua jornada. Uma jornada que não é apenas sobre reparo, mas sobre **compreensão geral sobre o assunto, o que vai impactar diretamente no seu crescimento profissional.**

Imagine começar descobrindo **a incrível história da televisão**, entendendo como tudo começou, quais foram as mentes brilhantes por trás desse invento e como ele evoluiu até se transformar nos televisores modernos que temos hoje. **Por que entender isso?** Porque quem conhece as origens e a evolução da tecnologia desenvolve uma visão muito mais clara e estratégica sobre como diagnosticar, interpretar e solucionar defeitos — além de valorizar cada detalhe de um circuito ou sistema.

Você vai entender como os monitores e televisores evoluíram, desde os CRTs (tubos) até os ultrafinos painéis de LED, OLED, QLED e muito mais. Vai descobrir segredos que vão muito além do básico: conceitos como resolução, pixel, pitch, varredura, taxas de atualização, funcionamento interno do CRT, do LCD, dos sistemas de retroiluminação Edge-lit, Back-lit, Full-Array e seus impactos na qualidade de imagem — e, principalmente, no diagnóstico de defeitos.

E claro... não ficamos no teórico!

Neste primeiro volume, você já parte para a prática.

Aprenderá como fazer a desmontagem correta e segura de TVs e monitores, quais ferramentas usar, como identificar e lidar com parafusos, como fazer uma análise física inicial e organizar seu espaço de trabalho — tudo isso com técnicas profissionais de bancada, mesmo que você seja um completo iniciante.

Vai abrir uma TV e, pela primeira vez, **saber exatamente o que está vendo**. Vai entender cada setor: fonte de alimentação, conversor de LED, placa T-CON, placa-mãe, display e muito mais.

E não para por aí... Você começa a mergulhar nos segredos das fontes chaveadas — que são o coração elétrico de qualquer TV — aprendendo como elas funcionam, como

identificar seus setores (primário, secundário, alta e baixa tensão), como ler a serigrafia da placa, onde medir tensões (AC e DC) e como interpretar tudo isso na prática. Na sequência, você vai desvendar a **placa-mãe da TV**, entender cada porta (HDMI, USB, entradas de vídeo e áudio), descobrir o que são barramentos como o I2C, compreender o seletor de canais (varicap), os sistemas de áudio, o MICOM (o cérebro do controle da TV) e até como funciona internamente o processador principal.

✓ **Esse volume é simplesmente a base sólida que você nunca teve. É aqui que você constrói o alicerce. Do zero absoluto até olhar para uma TV e entender o que é, o que faz e como funciona cada setor.**

Se você quer começar certo, **você começa aqui.**



Volume 01 – O começo da sua transformação. Do desconhecido ao entendimento. Da curiosidade ao domínio.

Além disso, você vai ter a oportunidade de conhecer a minha didática na prática. Perceba como explico cada tópico **“tim tim por tim tim”**, nos mínimos detalhes e sempre focado no seu aprendizado. Aqui o objetivo é um só: **fazer você realmente entender!**

Apresentação do Volume 02 – Diagnóstico, Reparo e Casos Reais de TVs LCD/LED

Se o **Volume 01** te deu a base, o **Volume 02** é o passo definitivo para você entrar de vez na prática do diagnóstico e reparo de TVs LCD e LED. Adquira o seu volume 02 no link abaixo.

Aqui o foco é um só: **colocar a mão na massa de verdade e começar a identificar, entender e resolver os defeitos mais comuns que aparecem na bancada de qualquer técnico profissional.**

Você vai aprender **como diagnosticar uma TV que não liga**, aquela que liga e apaga, ou ainda aquelas situações clássicas onde a TV tem som, mas a tela fica completamente escura, ou quando a imagem aparece com cores distorcidas, listras, manchas ou até a famigerada tela branca.

O método é simples e direto:

Sintoma por sintoma, causa por causa, teste por teste.

Fontes Chaveadas – Diagnóstico Real

Aqui você deixa de apenas “trocar placas” e passa a entender **de verdade como diagnosticar fontes chaveadas**, localizar PWM, diodos, filtros, retificadores e capacitores com defeito. Vai aprender a **testar fusíveis, verificar curto, identificar capacitores estufados ou com ESR alterado**, e o mais importante: **entender a lógica de funcionamento da fonte**.

Placa T-CON – A Chave Para os Problemas de Imagem

Você vai aprender como um defeito simples na T-CON pode provocar **listras, distorções, congelamentos de imagem, perda de sincronismo ou tela totalmente branca**. E claro: vai saber **como testar e o que fazer em cada caso**.

Backlight – Teste e Reparo Profissional de LEDs

Aqui é onde muitos amadores ficam pelo caminho. No **Volume 02**, você aprende de forma clara **como testar as barras de LED, como usar um testador de LED corretamente**, como substituir LEDs individuais ou barras

completas, e os cuidados essenciais na hora de abrir o painel e remontar os difusores de luz sem gerar sombras, manchas ou perdas de brilho.

Placa Principal – Processador, BGA e Quando Vale a Pena Consertar

Nem todo conserto vale o esforço (ou o risco). Por isso, você vai entender **quando faz sentido tentar reparo de solda BGA, reflow ou reballing**, e quando a melhor decisão é substituir a placa. Além disso, vai descobrir quais sintomas geralmente apontam para falhas no processador principal.

Casos Reais, Fluxogramas e Checklist Profissional

Pra fechar, o Volume 02 traz **estudos de casos reais**, com fotos, diagnósticos e soluções passo a passo. Além disso, você ganha um **Checklist de Diagnóstico Rápido**, com **fluxograma de reparo**, **dicas práticas** e **truques que economizam horas de serviço de bancada**, aumentando sua produtividade e evitando erros comuns.

✓ **O Volume 02 é onde o aluno vira técnico. Onde o conteúdo vira resultado. Onde o aprendizado vira reparo de verdade.**

Se você realmente quer fazer parte do seleto grupo que entende, diagnostica e repara TVs de forma profissional, **esse volume é pra você.**

👉 **O Volume 02 pode ser adquirido no seguinte endereço:**

🔗 <https://clubedotecnico reparador.com.br/tv2.html>

Conheça meus livros e cursos:

www.clubedotecnico reparador.com.br

www.silvioferreira.net.br

silvio_hard@hotmail.com

Sumário

Capítulo 01 – A Incrível História da Televisão01

Tecnologias em Transformação 02

Antes da Televisão: as ideias que antecederam o
milagre da imagem em movimento 03

Os primeiros nomes que moldaram a televisão 04

A era do tubo – O nascimento da televisão eletrônica .. 07

Raízes da Descoberta 08

Da Ciência à Televisão 09

A Era de Ouro e Além 11

Legado do CRT 15

A invenção da TV em cores 16

A chegada da televisão ao Brasil 17

A influência da TV no design dos monitores 18

Curiosidades que quase ninguém conta 19

Por fim 19

Capítulo 02 – Monitores e Televisores

– Do CRT ao LED	21
Aura Inaugural	22
Resolução, Pixel e Pitch — Entenda o que isso significa	27
Dot Pitch e Grille Pitch: conceitos do tempo dos CRTs	28
E nas telas modernas (LCD, LED, OLED)?	29
Tamanho da Tela	31
Relação de Aspecto (Aspect Ratio)	33
Formação da imagem na tela/ varredura em CRT	33
Taxa de Atualização em CRT	35
Filamentos/ Catodo/ Grade de controle/ Grade screen/ Grade de foco	37
Fly-Back	37
M.A.T.	37
Yoke	38
Monitores analógicos e digitais	38
PnP e Drivers (Somente Monitores de Computador)	43
Certificações TCO e MPR-II	43
Certificação Energy Star	45

Monitores e TVs LCD	47
Monitores e TVs LED	51
OLED (Organic Light Emitting Diode)	55
QLED (Quantum Dot Light Emitting Diode)	56
TVs e Monitores Plasma (PDP)	57

Capítulo 03 - Prática I - Desmontagem

Segura: Técnicas e Cuidados	61
Seja bem-vindo à parte prática!	62
Teste seus conhecimentos	64
Tudo que você precisa saber sobre desmontagens de TVs e Monitores	73
O manual é importante?	75
Análise Física Inicial	81
Ferramentas Para Desmontar uma TV ou Monitor	83
Como Lidar com Parafusos	90
Tipos de Parafusos Comuns	91
Como desmontar sua TV (ou qualquer outro aparelho) de forma organizada e segura	98

Capítulo 04 – Como é Por Dentro de uma TV LCD/LED 111

Vamos dar início a mais um capítulo importante 112

Anatomia de uma TV LED 113

Fonte de Alimentação 118

Conversor LED 123

Retroiluminação e Painéis Edge-lit e Back-lit em TVs ... 127

O que é Retroiluminação? 128

Evolução da Retroiluminação 128

1. Lâmpadas CCFL (Cold Cathode Fluorescent Lamp) .. 128

2. LEDs: A Revolução na Retroiluminação 129

Edge-lit: LEDs nas Bordas 130

Back-lit (ou Direct-lit): LEDs atrás do painel 131

Back-lit e Full-Array 133

Edge-lit ou Back-lit: Qual é mais comum? 134

Display LCD 135

Placa T-CON 141

Placa-mãe 144

Capítulo 05 – Fonte Chaveada 151

Entenda as Fonte Chaveadas das TVs	152
Como Aprender Fontes Chavedas?	153
Fonte Primária e Secundária, Alta e Baixa Tensão	156
Fonte Primária e Secundária na placa	157
Serigrafia na placa – Básico	158
Serigrafia na placa – Informações e Alertas	162
Divisão das Fontes através das trilhas da placa	168
Prática: medir tensões	169
Onde medir tensão alternada e Tensão contínua?	171
Aprenda em Definitivo	189
Placas Conjgadas	190
Conversor de LED	193

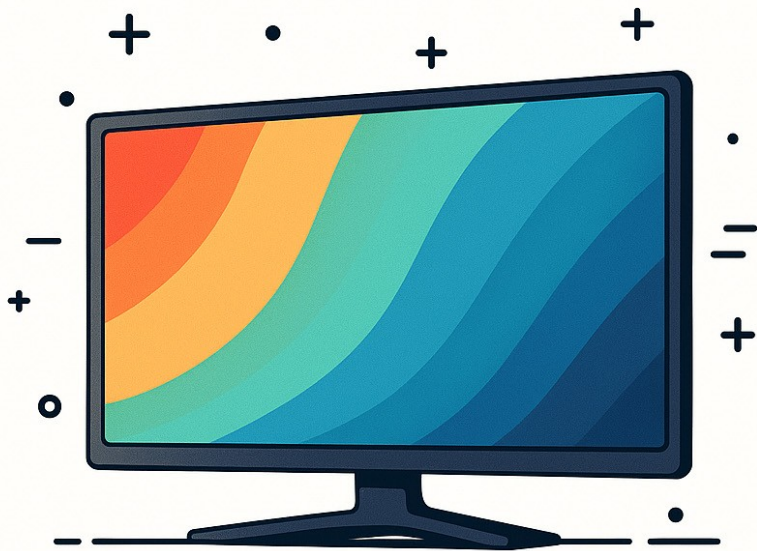
Capítulo 06 - Placa-mãe 195

Anatomia de uma placa-mãe	196
Porta HDMI	199
Evolução do Padrão HDMI	202
O que é a “chave HDMI”?	204
Como funciona esse circuito na prática?	205

E o “chaveamento HDMI/DVI”?	206
O que é o Barramento USB e Como Funciona nas Placas de TV	206
USB em Televisores: Mais do Que Uma Simples Porta	207
Evolução das Versões USB	208
Entradas Y, Pb, Pr, Áudio L/R, CBVS — Entenda o Que São e Como Funcionam	209
Conectores Y, Pb, Pr – Vídeo Componente	211
CBVS – Vídeo Composto	211
Áudio L e Áudio R – Canais Estéreo	212
Conectores RCA x P2 – Adaptações Comuns	212
Conector DB15	213
Seletor varicap	217
I2C (Inter-Integrated Circuit) – Comunicação entre Componentes Eletrônicos	220
Setor de Áudio da TV – Como Funciona?	223
O Processador da Placa-Mãe – O Cérebro da TV	226
MICOM, Teclado e CR	232

CAPÍTULO

01



A Incrível História da Televisão

Tecnologias em Transformação

A televisão é, sem dúvida, um dos maiores inventos da humanidade. Mais do que um simples aparelho, ela moldou comportamentos, aproximou culturas e influenciou gerações inteiras. Mas você já parou para se perguntar como tudo começou?

Neste capítulo, vamos viajar no tempo para entender como surgiu a televisão, quem foram os nomes por trás dessa revolução tecnológica e como ela evoluiu até os sofisticados aparelhos que temos hoje — incluindo os monitores modernos, que herdaram grande parte dessa trajetória.

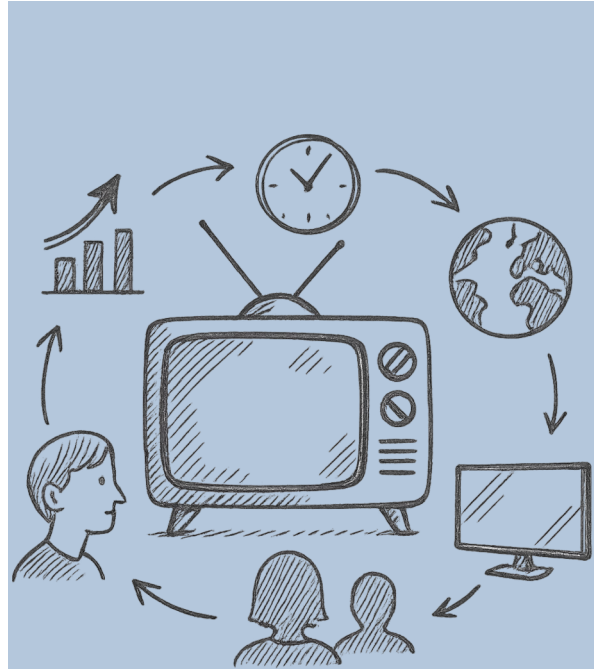
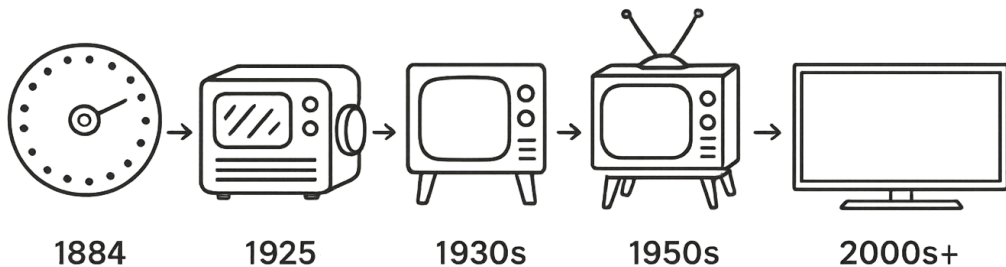


Figura 01.01: já parou para pensar como tudo começou?



Antes da Televisão: as ideias que antecederam o milagre da imagem em movimento

A televisão é fruto da convergência de várias descobertas anteriores: eletricidade, transmissão de sinais, fotografia, imagem em movimento, e, principalmente, luz. Para que alguém pensasse em transmitir imagens por ondas, era preciso primeiro aprender a **quebrar uma imagem em partes (pontos)** e depois reconstruí-la do outro lado. No final do século XIX, já se falava na ideia de "telegrafia visual". Em 1884, o estudante alemão **Paul Nipkow** inventou o **Disco de Nipkow**, um disco giratório perfurado que podia quebrar uma imagem em linhas, base do que viria a ser a transmissão de imagens analógicas.

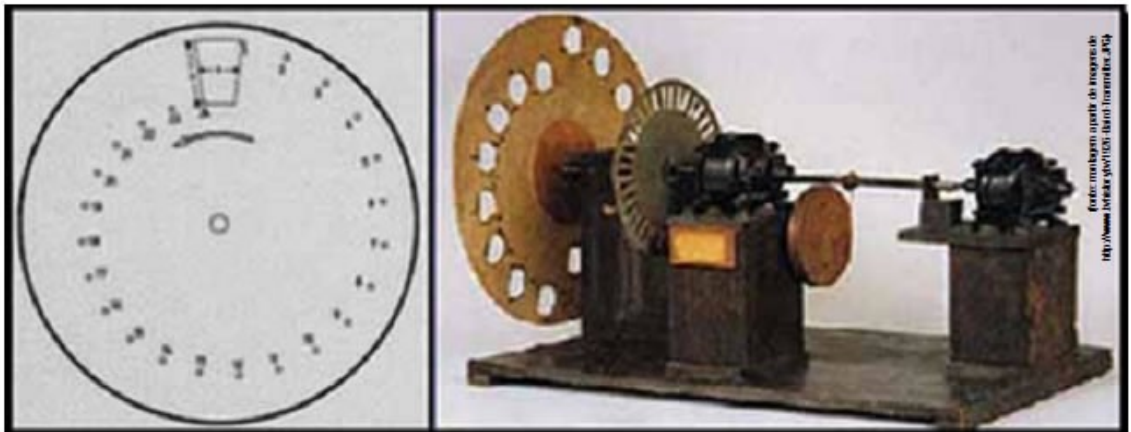


Figura 01.02: Disco de Nipkow.

Era um sistema mecânico e rudimentar, mas abriu caminho para o conceito de varredura de imagem, fundamental para os aparelhos futuros.

🧑🏻🔬 Os primeiros nomes que moldaram a televisão

◆ Paul Nipkow

(Alemanha – 1884)

- Criador do primeiro sistema mecânico de varredura de imagem.
- Seu "disco de Nipkow" influenciou os experimentos das primeiras transmissões.

◆ John Logie Baird

(Escócia – 1920s)

- Conhecido como o **pai da televisão mecânica**.
- Em 1925, conseguiu transmitir a imagem de um rosto humano (um boneco, na verdade) com um sistema baseado em disco giratório.
- Em 1928, fez a primeira transmissão transatlântica de TV e criou a primeira TV em cores rudimentar.

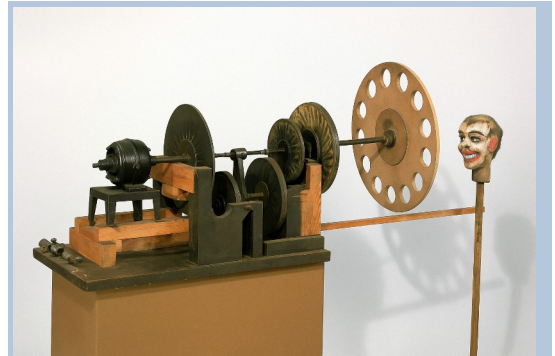


Figura 01.03: sistema baseado em disco giratório. Reprodução.

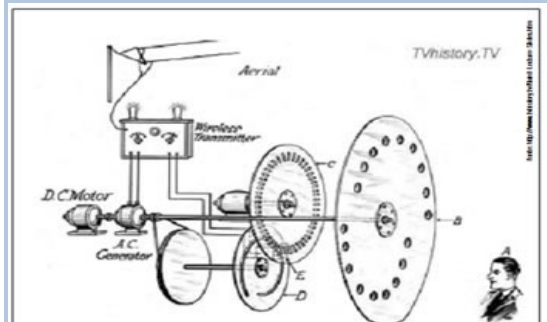


Figura 01.04: rascunho do sistema.

◆ Philo Farnsworth (EUA – 1927)

- Criador do **primeiro sistema eletrônico real de TV**.
- Transmitiu a primeira imagem eletrônica real (um símbolo simples) em 1927.
- Suas ideias substituíram os sistemas mecânicos e foram a base da TV moderna.
- Teve embates com grandes corporações, como a RCA, que tentaram patentear suas ideias.

◆ Vladimir Zworykin (Rússia/EUA – 1920s)

- Trabalhou na RCA e desenvolveu o **iconoscópio**, um tipo de tubo eletrônico de captação de imagem.
- É um dos pais do **tubo de imagem (CRT)**, componente essencial das TVs até os anos 2000.



Figura 01.05: um iconoscópio.

Capítulo 01 – A Incrível História da Televisão



Figura 01.06: Zworykin segurando o tubo do iconoscópio.

A era do tubo – O nascimento da televisão eletrônica

A Invenção do Tubo de Raios Catódicos (CRT)

Antes da televisão eletrônica se tornar realidade, era necessário desenvolver uma tecnologia capaz de converter sinais elétricos em imagens visíveis.

Essa façanha foi alcançada com o tubo de raios catódicos, ou CRT (*Cathode Ray Tube*), um dispositivo que utilizava feixes de elétrons para excitar uma tela fosforescente, produzindo imagens por luminescência.

O marco principal veio em 1897, quando o físico alemão Karl Ferdinand Braun

desenvolveu o primeiro CRT funcional, conhecido como Tubo de Braun.

Esse dispositivo usava um feixe de elétrons, controlado por campos magnéticos ou eletrostáticos, para gerar pontos de luz ao atingir uma tela revestida com fósforo.

Capaz de desenhar padrões simples, como linhas luminosas, o tubo foi inicialmente aplicado em osciloscópios, mas sua tecnologia tornou-se a base para a televisão e monitores.

Raízes da Descoberta

A invenção do CRT não surgiu isoladamente, mas foi construída sobre décadas de avanços científicos:

- **Johann Hittorf (1869)**: Estudando descargas elétricas em tubos de vácuo com gases rarefeitos, Hittorf observou os chamados raios catódicos — feixes de partículas emitidos por um cátodo. Seus experimentos, embora qualitativos, abriram caminho para investigações mais precisas.
- **William Crookes (década de 1870)**: Crookes aprimorou esses estudos com o tubo de Crookes, um antecessor direto do CRT. Preenchido com gás rarefeito, o tubo permitia visualizar os raios catódicos, que projetavam sombras e moviam objetos leves, sugerindo que tinham massa. Crookes inicialmente acreditava que os raios eram uma forma de radiação, não partículas.
- **J. J. Thomson (1897)**: Contemporâneo de Braun, Thomson usou tubos de raios catódicos para demonstrar que esses raios eram compostos por partículas carregadas negativamente — os elétrons. Sua descoberta, que determinou a relação carga/massa do elétron, foi fundamental para a física moderna e para o entendimento do funcionamento do CRT.



Figura 01.07: três descobertas fundamentais para o surgimento do tubo de raios catódicos (CRT) — da observação dos raios à identificação do elétron.

Da Ciência à Televisão

Com o Tubo de Braun como base, a televisão eletrônica ganhou forma nas décadas de 1920 e 1930. Dois inventores se destacaram:

- **Philo Farnsworth:** Em 7 de setembro de 1927, Farnsworth demonstrou o primeiro sistema de televisão eletrônica funcional, transmitindo imagens rudimentares, como uma linha reta, usando um CRT. Seu protótipo marcou o início da TV totalmente eletrônica.
- **Vladimir Zworykin:** Trabalhando na RCA, Zworykin desenvolveu o iconoscópio (uma câmera eletrônica, patenteada em 1938) e o cinescópio (um tubo CRT receptor). Suas inovações tornaram a TV viável para produção comercial. Farnsworth e Zworykin disputaram patentes, com Farnsworth vencendo uma batalha legal crucial contra a RCA.

Em 22 de março de 1935, a Alemanha iniciou as primeiras transmissões regulares de televisão, usando um sistema de 180 linhas de baixa resolução, muitas vezes com propósitos propagandísticos sob o regime nazista. No Reino Unido, a BBC lançou transmissões regulares em 2 de novembro de 1936, consolidando a TV como um meio de comunicação.

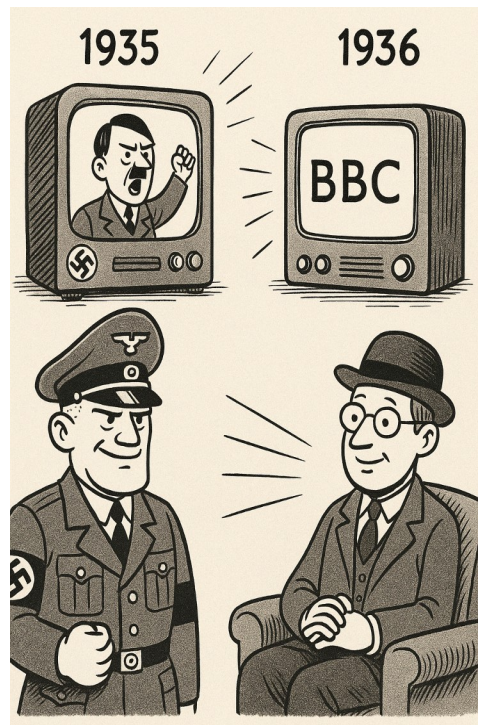


Figura 01.08: 1935 e 1936

A Era de Ouro e Além



Figura 01.09: quando a sala era o cinema da família. A magia da televisão nos anos 50, unindo gerações em frente à tela.

Capítulo 01 – A Incrível História da Televisão

A televisão moderna começou a tomar forma nas décadas de 1920 e 1930 com os primeiros sistemas mecânicos e eletrônicos. Inventores como John Logie Baird (Reino Unido) e Walter Bruch (Alemanha) desenvolveram tecnologias que culminaram nas transmissões regulares, como as da Alemanha em 1935 (180 linhas, com propósitos propagandísticos) e da BBC em 1936. Após a Segunda Guerra Mundial, a televisão explodiu em popularidade, impulsionada por avanços técnicos e pela crescente demanda por entretenimento doméstico.

Nos Estados Unidos, a introdução da TV em cores com o sistema NTSC em 1953 marcou o início da “Era de Ouro” da TV, na década de 1950.

Na Europa, sistemas como PAL (desenvolvido na Alemanha, adotado em 1967) e SECAM (usado na França a partir de 1967) garantiram qualidade superior de imagem e expandiram a adoção global da TV colorida.

Os tubos de raios catódicos (CRTs) tornaram-se a tecnologia dominante, oferecendo imagens confiáveis apesar de seu peso e volume. Além de televisores domésticos, os CRTs foram amplamente utilizados em monitores de computador, radares, equipamentos médicos (como monitores de ECG e ultrassons) e videogames arcade, como os clássicos da Atari nos anos 1970.



Programas icônicos começaram a ser produzidos: sitcoms, séries policiais, telejornais, programas de auditório e os primeiros desenhos animados.

Figura 01.10: a TV passou a ocupar um papel central nos lares e na cultura de massa.

A "Era de Ouro" também foi marcada por inovações que transformaram a experiência do espectador. O controle remoto, introduzido pela Zenith em 1950, trouxe conveniência, enquanto as transmissões via satélite, iniciadas na década de 1960, permitiram eventos globais, como a transmissão da chegada à Lua em 1969, vista por milhões. A invenção do videocassete (VCR) na década de 1970 revolucionou o consumo de mídia, permitindo que as pessoas gravassem programas e alugassem filmes. Culturalmente, a TV tornou-se um fenômeno social, com sitcoms como *I Love Lucy* e telejornais moldando a opinião pública.



Figura 01.11: uma década marcada por grandes sucessos televisivos.

Por mais de 70 anos, os CRTs dominaram o mercado, mas a transição para telas planas começou nos anos 1990. As TVs de plasma, introduzidas comercialmente em 1997, ofereceram imagens vibrantes, mas eram caras e consumiam muita energia. As telas de cristal líquido (LCD), mais acessíveis, ganharam popularidade nos anos 2000, especialmente com a adoção da alta definição (HDTV), que se tornou padrão após 2005. As TVs LED, uma evolução do LCD com melhor eficiência energética, e as OLED, com cores mais vivas e pretos profundos, substituíram quase completamente os CRTs por volta de 2010. Essas

tecnologias também impulsionaram novos formatos, como TVs 4K e smart TVs, integradas à internet.

A transição para telas planas não apenas reduziu o tamanho e o peso dos televisores, mas também transformou seu papel, de um simples aparelho de entretenimento a um centro multimídia conectado. Apesar do declínio, os CRTs deixaram um legado duradouro, tendo sido a espinha dorsal da televisão por décadas.

Legado do CRT

O tubo de raios catódicos foi uma das invenções mais influentes do século XX, moldando a comunicação, o entretenimento e a tecnologia. Sua evolução, desde os experimentos de Hittorf até os sistemas de TV em cores, reflete o poder da colaboração científica e da inovação incremental. Mesmo obsoleto hoje, o CRT deixou um legado duradouro, pavimentando o caminho para as tecnologias de exibição modernas.



Figura 01.12: um CRT.

A invenção da TV em cores

Se a imagem em preto e branco já era um milagre, imagine as cores! A primeira transmissão comercial em cores ocorreu nos Estados Unidos em 1954, com o padrão NTSC (National Television System Committee), desenvolvido pela RCA.

Outros padrões surgiram:

- **NTSC (EUA):** pioneiro, mas com cores menos estáveis.
- **PAL (Brasil, Europa):** maior fidelidade de cor, com imagens mais naturais.
- **SECAM (França, Europa Oriental):** mais resistente a interferências.



Figura 01.13: viva as cores!

“A revolução das cores na TV começou em 1954 – e encantou o mundo inteiro.”

A popularização demorou devido ao alto custo dos televisores. No Brasil, a TV em cores chegou em 1972, com a transmissão da Festa da Uva em Caxias do Sul (RS), impulsionada por emissoras como a Globo. As cores transformaram novelas, esportes e propagandas, encantando os brasileiros.

A chegada da televisão ao Brasil

A televisão chegou oficialmente ao Brasil em **18 de setembro de 1950**, com a inauguração da **TV Tupi**, em São Paulo. Fundada por **Assis Chateaubriand**, foi a primeira emissora da América Latina.

Curiosidade: como quase ninguém tinha TV em casa, aparelhos foram instalados em praças públicas e lojas. O Brasil foi o primeiro país tropical do mundo a ter televisão.

Da caixa pesada ao painel fino: evolução dos aparelhos

Os primeiros televisores eram verdadeiros trambolhos: enormes, pesados, com imagens em preto e branco e qualidade duvidosa. Com o tempo, vieram as melhorias:

Década	Evolução
1950–60	TVs de válvula, preto e branco
1970	TV em cores se populariza
1980	Chegada do controle remoto e da TV portátil
1990	TVs mais compactas e com entrada para vídeo (VHS, videogames)
2000	Adeus CRT: entrada das telas planas LCD, LED e plasma
2010+	Smart TVs, 4K, 8K, integração com internet e apps

A influência da TV no design dos monitores

O avanço da televisão influenciou diretamente os monitores de computador. No início, os monitores eram nada mais que televisores adaptados — muitos até usavam a mesma tecnologia CRT. À medida que as TVs evoluíram para LCD e LED, os monitores seguiram o mesmo caminho.

Hoje, a linha entre TVs e monitores está cada vez mais tênue: ambos usam os mesmos tipos de painéis, portas HDMI e tecnologias como HDR e taxa de atualização alta.

💡 **Curiosidades que quase ninguém conta**

- A primeira imagem transmitida por Farnsworth foi um símbolo em forma de "\$".
- A palavra "televisão" vem do grego *tele* (distância) + do latim *visio* (visão).
- Os primeiros televisores vinham com uma lente de aumento na frente da tela.
- Nos anos 1980, havia TVs com rádio AM/FM e até toca-fitas embutido.
- O controle remoto surgiu em 1956, e era chamado de "Lazy Bones" (preguiçoso).

📺 **Por fim...**

A televisão é muito mais do que um equipamento eletrônico. É uma ponte entre o mundo e nossas casas. Sua evolução técnica — do disco de Nipkow aos painéis OLED atuais — foi marcada por criatividade, disputas de patentes, avanços científicos e uma incrível capacidade de adaptação.

Capítulo 01 – A Incrível História da Televisão

Conhecer essa história é fundamental para qualquer técnico ou curioso que deseje entender o que está por trás das telas que usamos todos os dias. Nos próximos capítulos, vamos mergulhar na parte técnica: estrutura interna, circuitos e reparos.

Vamos ter conteúdo teórico? Com certeza.

Mas também teremos muito conteúdo prático — daquele tipo que você lê e já pode aplicar na hora, direto na bancada, no aparelho, na placa.

Nada de teoria solta: aqui você vai encontrar explicações que se transformam em ação. Você lê, entende e segue o passo a passo com segurança.

Prepare suas ferramentas. A jornada está só começando.

CAPÍTULO

02



Monitores e Televisores – Do CRT ao LED

Aura Inaugural

Seja muito bem-vindo(a) a mais este capítulo. Estamos diante de um capítulo importante, principalmente se você for iniciante na área. A partir de agora, vamos explorar diversos aspectos fundamentais sobre televisores e monitores. Este capítulo pode (e deve) ser encarado como uma introdução técnica indispensável. E, por mais básico que possa parecer, pare e pense: você saberia explicar com segurança o que são resolução, pixel, dot pitch, tríade, aperture grille e grille pitch? Se a resposta for "não", então este capítulo não é tão básico assim, concorda?

Todo conhecimento técnico tem seu valor e minha missão aqui é ser o mais técnico e didático possível, para que você avance com segurança e clareza no mundo do reparo.

Bem-vindo ao Capítulo



Figura 02.01: pronto para mais uma aventura? Então embarque comigo nesta jornada de conhecimento, onde cada página revela um novo desafio, uma descoberta e uma oportunidade de aprender.

Monitores e televisores são um dos principais dispositivos de saída de dados que conhecemos. Os mais comuns hoje são os aparelhos celulares. Mas, isso não vem ao caso.

Mas como assim dispositivo de saída de dados? Não seria melhor dizer que é “Monitores e televisores são telas que usamos para ver coisas, como filmes, jogos ou o que está no computador”.

Bom, a explicação anterior não está errada. Mas não é tecnicamente precisa e nem corretamente didática.

Como estou falando de televisores e monitores, entenda o seguinte: neste universo destes dispositivos, existem os dispositivos de entrada e os de saída de dados.

Na computação, dispositivos de entrada e saída são periféricos que permitem a comunicação entre o usuário (ou outro sistema) e o computador ou aparelho eletrônico.

Os dispositivos de entrada são os que enviam dados para o sistema. O usuário insere informações neles.

 Exemplos:

- Teclado (você digita comandos ou textos)
- Mouse (você envia movimentos e cliques)

- Microfone (envia áudio para o sistema)
- Scanner (envia imagem do papel para o computador)
- Câmera (envia vídeo ou imagem)

Os dispositivos de saída são os que recebem dados do sistema e apresentam ao usuário.

 Exemplos:

- Monitor ou televisão (exibem imagens/vídeos)
- Alto-falantes (emitem sons)
- Impressora (transforma arquivos em papel)

Por fim, dispositivos de entrada e saída ao mesmo tempo: alguns fazem os dois papéis: enviam e recebem dados.

 Exemplos:

- Tela sensível ao toque (touchscreen): recebe o toque (entrada) e exibe imagem (saída)
- Pendrive (entrada quando grava, saída quando lê)
- Modem (envia e recebe dados da internet)

E as **TVs, monitores e celulares são dispositivos de saída?**

Sim!

A tela de uma TV, monitor ou celular é um clássico exemplo de dispositivo de saída de dados.

Ela recebe **dados digitais ou analógicos do sistema interno** (ou de uma placa-mãe, placa gráfica, processador, etc.) e **exibe isso em forma de imagem, vídeo, texto ou interface**. Ou seja: são **dispositivos de saída visual**.

Entendeu? São dados visuais! Exatamente. A saída, nesse caso, é **dados convertidos em estímulos visuais**.

O olho humano recebe essa informação por meio da luz, das cores, do movimento na tela. Esses dados podem representar:

- Um filme
- Uma interface gráfica (menus, botões, sistema)
- Um jogo
- Um gráfico técnico
- Códigos de erro, etc.

Este capítulo não é um curso completo de eletrônica aplicada, mas trará uma ótima base sobre alguns aspectos do funcionamento interno de monitores e TVs, apresentando alguns dos principais circuitos responsáveis pela formação de imagem, além de componentes eletrônicos importantes. Mas entenda: este capítulo não é um curso de eletrônica. Meu objetivo aqui é elevar e preparar o seu nível de conhecimento. Meu objetivo é “pegar as mãos” daqueles que estão iniciando do zero, encaminhá-los por uma trilha de conhecimento inicial, e quando chegar no final dessa trilha poder dizer:

- Agora você já pode começar a sua jornada!

Veremos os principais tipos de monitores e televisores, seu funcionamento do ponto de vista didático, elementos que definem a resolução, a formação da imagem e muito mais. O objetivo é fazer com que você compreenda desde a estrutura mais antiga até as tecnologias modernas, e possa aplicar esse conhecimento nos seus estudos sobre eletrônica e reparos.

Aliás, este é um dos poucos materiais atuais que ainda abordam tecnologias antigas como os monitores/televisores CRT. Devido a isso, este material está desatualizado? óbvio que não! Meu objetivo é apenas ser didático e explicar alguns conceitos interessantes. Só isso. É um “risco controlado”. Você verá que, quando formos colocar a “mão na massa”, quando chegar o momento de pegar uma televisão na bancada para executar atividades práticas, vamos usar tecnologias atuais, que no caso

vai ser uma TV LED. Se você está lendo esta edição, aproveite ao máximo, pois versões futuras provavelmente não incluirão mais esses conteúdos. É uma aula de história da eletrônica que pode não se repetir.

🔍 Resolução, Pixel e Pitch — Entenda o que isso significa

O **pixel** é a menor unidade de imagem de uma tela — ele pode ter sua **cor e brilho controlados individualmente**. Em monitores e televisores, a combinação de milhões de pixels forma as imagens que vemos.

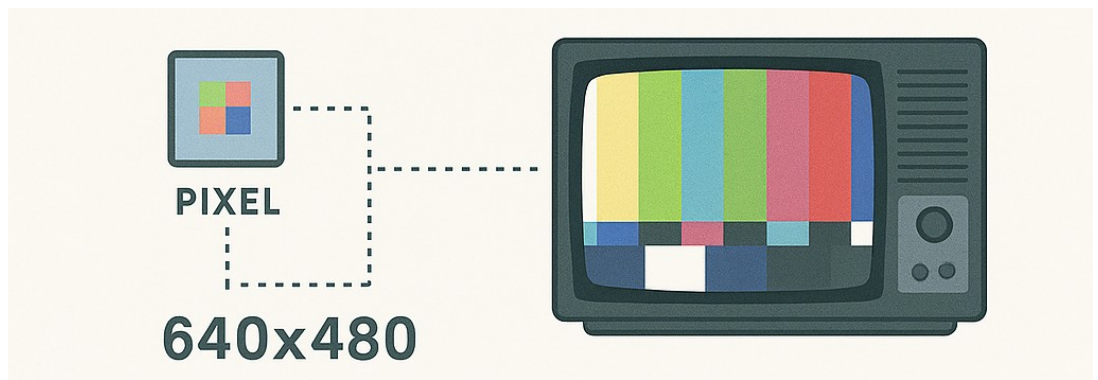


Figura 02.03: Pixel.

A **resolução** indica **quantos pixels a tela consegue exibir**. Por exemplo, uma resolução de **640x480** significa **640 pixels na horizontal** por **480 pixels na vertical** — ou seja, 307.200 pontos controlados na tela.

Quanto maior a resolução, maior a quantidade de detalhes que a imagem pode exibir, resultando em **mais nitidez e definição**.

Dot Pitch e Grille Pitch: conceitos do tempo dos CRTs

Nas **telas de tubo (CRTs)** — como os antigos monitores e televisores — usava-se o conceito de **dot pitch**, que é a **distância entre dois pontos da mesma cor** (vermelho, verde ou azul) dentro da estrutura da tela. Quanto **menor** essa distância, **mais compactos os pontos de cor** e, portanto, **mais nítida a imagem**. Alguns CRTs usavam uma tecnologia diferente chamada **aperture grille**, onde as imagens eram formadas por **linhas verticais de cores RGB**. Nestes modelos, o termo usado era **grille pitch**, que mede a **distância entre duas linhas da grade vertical**.

Dot Pitch e Grille Pitch: conceitos do tempo dos CRTs

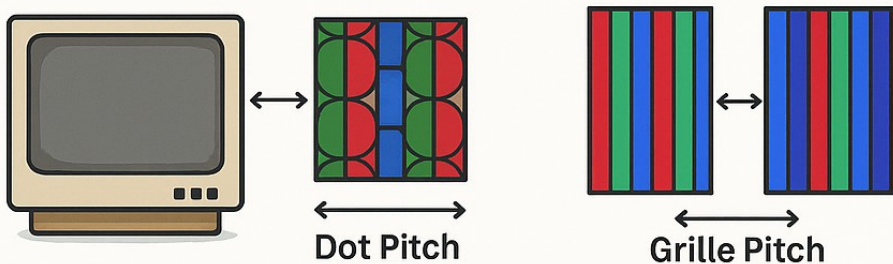


Figura 02.03: observe a imagem. Agora ficou facil entender.

Em resumo, TVs CRT (antigas): usavam aperture grille (ou shadow mask) para criar imagens. Nessas TVs, o grille pitch era importante porque afetava a qualidade da imagem. As linhas verticais ajudavam os feixes de luz a acertar as cores certas (vermelho, verde, azul) para formar a imagem na tela.

E nas telas modernas (LCD, LED, OLED)?

Nas telas modernas, como **LCD, LED e OLED**, o conceito de **dot pitch** não se aplica diretamente, pois a estrutura de formação da imagem é diferente. Essas tecnologias utilizam **matrizes de**

pixels controladas eletronicamente, e a qualidade da imagem está relacionada a fatores como:

- **PPI (Pixels por polegada)** – quanto maior, mais detalhada a imagem
- **Resolução total** – 1920x1080 (Full HD), 3840x2160 (4K), etc.
- **Tamanho e densidade do painel** – que afetam a nitidez percebida.

Embora o termo "pitch" ainda possa ser usado em contextos técnicos (como "pixel pitch" em painéis profissionais), ele **não tem o mesmo peso que tinha nos CRTs**.

O pixel pitch (distância entre os pixels). Quanto menor o pixel pitch, mais pixels cabem na tela, e mais nítida é a imagem. Exemplo: Uma TV LED com pixel pitch pequeno (como 1 mm) mostra mais detalhes do que uma com pixel pitch maior (como 10 mm).

Em resumo, TVs LED (modernas): as TVs LED não têm essas linhas verticais (que citei anteriormente) nem usam a tecnologia aperture grille. Em vez disso, elas usam diodos emissores de luz

(LEDs) para criar a imagem. Cada pontinho de luz (chamado pixel) é feito de LEDs que acendem diretamente nas cores vermelho, verde e azul, sem precisar de linhas ou máscaras para separar as cores. Por isso, o conceito de grille pitch não existe em TVs LED.

Tamanho da Tela

Nas antigas telas CRT, a medida informada pelos fabricantes considerava até a parte escondida pela carcaça. Por isso, a área útil (visível) era sempre menor que o número anunciado. Por exemplo, uma TV ou monitor de 15" podia ter apenas 13,8" de área útil.

Nas telas LCD e LED, essa confusão acabou: a medida informada é a real, visível.

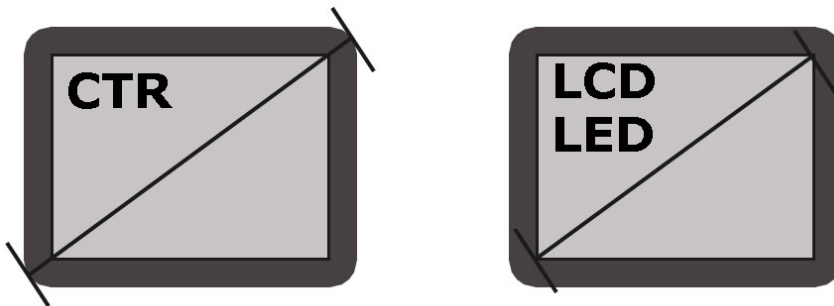


Figura 02.04: medida do tamanho da tela em um CRT e um LCD.

Meu amigo, eu sei que isso pode parecer antigo e a abordagem desnecessária. Mas, o objetivo é didático. Se você reparar bem um monitor ou TV CRT, a carcaça frontal (a parte de plástico do lado de fora do monitor) cobre um pedaço da tela. Isso faz com que a tela útil (que nós realmente vemos) seja menor do que realmente é indicado.

Por exemplo: quando compramos um monitor CRT de 14", na verdade a área útil de tela é de 13,2". E um de 15" a área útil de tela é de 13,8". Em outras palavras, se você quer um monitor com área útil de 14", é melhor comprar um de área total (o que é informado pelos fabricantes) de 15". A tabela abaixo mostra a relação entre a medida total (nominal), visível e a resolução recomendada (essas resoluções recomendadas reduzem o efeito flicker) para cada um. E isso é válido somente para os monitores CRT, que são antigos. São "pré-históricos". Estou frisando isso aqui, com muita ênfase para evitar "mi-mi-mi" posterior. Coisas do tipo: "o livro é antigo", "o livro é desatualizado". Tudo isso só mostrar que a pessoa sequer leu o material antes de fazer quaisquer julgamentos.

Veja alguns exemplos nessa tabela:

medida nominal	visível	resolução recomendada
14"	13,2"	800 x 600
15"	13,8"	800 x 600
17"	16"	1024 x 768
19"	18"	1280 x 1024
21"	19,7"	1600 x 1200

Relação de Aspecto (Aspect Ratio)

A proporção entre largura e altura da tela define sua forma. Uma relação 4:3 indica que, para cada 4 unidades horizontais, há 3 verticais. Isso vale para TVs e monitores. Com o tempo, surgiram os formatos widescreen (16:9) e ultrawide, principalmente nas telas mais modernas.

Formação da imagem na tela/ varredura em CRT

Agora vamos voltar para a “pré-história!” Mas fique calmo, vai valer cada minuto investido no estudo. Eu quero muito explicar esses conceitos interessantíssimos para você. Você vai aprender, comparar e compreender. Na roda de amigos o show será todo seu!

E se você quiser, pode pular esses conteúdos.

Bom, para quem escolheu estudar, vamos lá!

Todas as imagens reproduzidas pelos monitores e TVs CRT são formadas por um conjunto de pontos luminosos distribuído na área frontal da tela. A formação da imagem na tela dá-se através de um processo ao qual chamamos de *varredura*.

A varredura é o movimento dos feixes de elétrons na tela. Dessa forma para formar a imagem ocorrem alguns processos

fundamentais: cada pixel terá uma cor (mais claro ou mais escuro) que será definida através da variação da intensidade do feixe de elétrons (essa intensidade é controlada pelo sinal de vídeo proveniente da placa de vídeo). A tela possui duas dimensões (largura e altura). Dessa forma a varredura é feita de forma ordenada: da esquerda para a direita e de cima para baixo da tela.

Quando o feixe chegar ao canto direito da tela, ele é apagado ou cortado e deslocado novamente para o canto esquerdo. A esse movimento damos o nome de *retorno* (ou flyback). O tempo em que o retorno gasta varia de 5% a 16% do tempo de traço. Quando o feixe chegar na parte inferior da tela, ele será apagado e reconduzido novamente até parte superior.



Taxa de Atualização em CRT

Ao analisar um monitor, podemos saber várias características do mesmo. Uma delas é um número seguido de Hz. Estamos nos referindo da *taxa de atualização*, que se refere a varredura vertical (ou Refresh Rate), que é a medida de quantas vezes a imagem da tela é refeita por segundo.

A taxa de atualização é medida em Hertz (Hz) e quanto maior for, melhor. Taxas de atualização baixas provocam um efeito chamado *Flicker* (cintilação), e, para evitá-lo o valor deve ser igual ou superior a 75Hz, valor este a partir do qual o olho deixa de perceber a instabilidade. A explicação é simples: a luz que cada ponto emite na tela tem uma duração específica, e o processo de varredura deve ser constante.

Dessa forma mesmo quando as imagens parecem estáticas na tela, na verdade elas estão sendo renovadas o tempo todo. E é exatamente essa renovação que provoca a cintilação porque quando olhamos para o monitor, nosso olhos estão observando uma imagem descontínua e trêmula. Obviamente quanto mais baixa a taxa de atualização, mas visível será essa descontinuidade e pior será para nossas vistas.

Antigamente havia apenas computadores em modo texto, funcionando com sistemas operacionais como o MS-DOS, que usava monitores de 60 Hz, suficiente para o modo texto. Atualmente, usamos interfaces gráficas exibindo milhares de cores, jogos 3D, imagens de alta definição, tudo isso exige uma taxa de atualização de 70Hz a 85Hz para combater a fadiga visual (e é óbvio que neste caso o ideal será optar por modelos LED).

Os antigos Monitores CRT

Não se assuste. Sim, óbvio que são monitores antigos. O objetivo aqui é apenas trazer um estudo dessas tecnologias e na próxima edição já NÃO teremos elas por aqui. Dessa forma, em 2022 e 2023 teremos duas ou três (ou mais) edições que poderão ser usadas para estudo, pois, cada uma terá uma abordagem diferente.

A tecnologia CRT (Cathode Ray Tube) é a mesma utilizadas em televisores de tubo. Ao abrir um monitor CRT veremos que a tela que vemos é, na verdade, um grande tubo, que chamamos de tubo de imagem, com um formato prolongado. Esse tubo contém um canhão de elétrons e uma máscara metálica coberta por uma

camada de fósforo dentro de um invólucro fechado a vácuo. Quando o feixe de elétrons atinge a camada de fósforo, um ponto brilhará na tela.

A principal diferença de um tubo monocromático (exibe só uma cor) para um tubo policromático (exibe várias cores) está exatamente na quantidade de máscaras de fósforos.

O tubo monocromático possui apenas um canhão e uma máscara de fósforo que pode ser branca, âmbar ou verde.

O tubo policromático possui três canhões de elétrons e três máscaras de fósforo nas três cores primárias (verde, vermelho e Azul) conhecidas por cores RGB (Red, Green e Blue).

Para separar as três cores é usada uma máscara, que é uma tela com pontos perfurados (ou listras) instalada atrás da tela de fósforo. Graças a essa máscara cada feixe eletrônico fica alinhado com seus respectivos pontos coloridos, afastando-os dos pontos de outras cores.

O tubo de raios catódicos é o principal componente do monitor. Ele é formado por um tubo de vidro que funciona a vácuo que tem uma camada de material fluorescente interna à superfície da tela. Um canhão eletrônico que fica no pescoço do tubo emite um feixe de elétrons diretamente na tela, se deslocando sobre a sua superfície (varredura).

Filamentos/ Catodo/ Grade de controle/ Grade screen/ Grade de foco

Os filamentos aquecem o catodo que liberará elétrons para a placa. A velocidade dos elétrons será controlada pela *grade de controle*, onde serão acelerados novamente em direção do anodo pela *grade screen*.

A *grade de foco* força a convergência dos elétrons em um ponto da tela. Dessa forma vai se “bombardeando” individualmente todos os pontos da tela (os quais emitirão luz), um de cada vez, ponto por ponto, linha após linha e a imagem será formada.

A luz que cada ponto da tela emite tem uma duração, isso significa que depois de um pequeno período de tempo ele se apaga. Então o processo de varredura da tela é constante, mesmo com imagens estáticas.

Fly-Back

É um transformador responsável em gerar o *M.A.T.* (muita alta-tensão) que alimentará o anodo, foco e screen do CRT.

M.A.T.

Significa muita alta-tensão. É o estágio que no fly-back. Gera em torno de 15 KV para monitores monocromático e 25 KV para os policromáticos.

Yoke

São bobinas de deflexão que geram um campo magnético nas frequências de varredura horizontal e vertical, movendo o feixe luminoso na tela.

Monitores analógicos e digitais

Monitores “extremamente antigos” (EGA e CGA) recebiam pelo cabo de vídeo de 9 pinos (DB9) os sinais de vídeo do PC na **forma digital** (isso porque não existiam dentro dele um conversor digital). É isso mesmo que você acabou de ler. Lá na década de 80 os monitores usavam sinais digitais para formar as imagens na tela. Mas não se empolgue, esses monitores trabalhavam com uma quantidade de cores muito limitada. Para que fosse possível, na época, aumentar a quantidade de cores os monitores passaram a usar sinais analógicos (a partir do padrão VGA) para formar as imagens na tela.

Portanto, monitores um “pouco menos antigo (SVGA) recebem pelo cabo de vídeo de 15 pinos (DB15) os sinais de vídeo na forma analógica (porque existe dentro deles um conversor digital).

E, por fim, os atuais monitores usam o padrão de conexão HDMI que é digital.

Um monitor digital é aquele que é provido de circuitos sofisticados e digitais. O monitor analógico é aquele que não usa circuitos

eletrônicos como memórias e microcontroladores (não existe dentro dele um conversor digital).

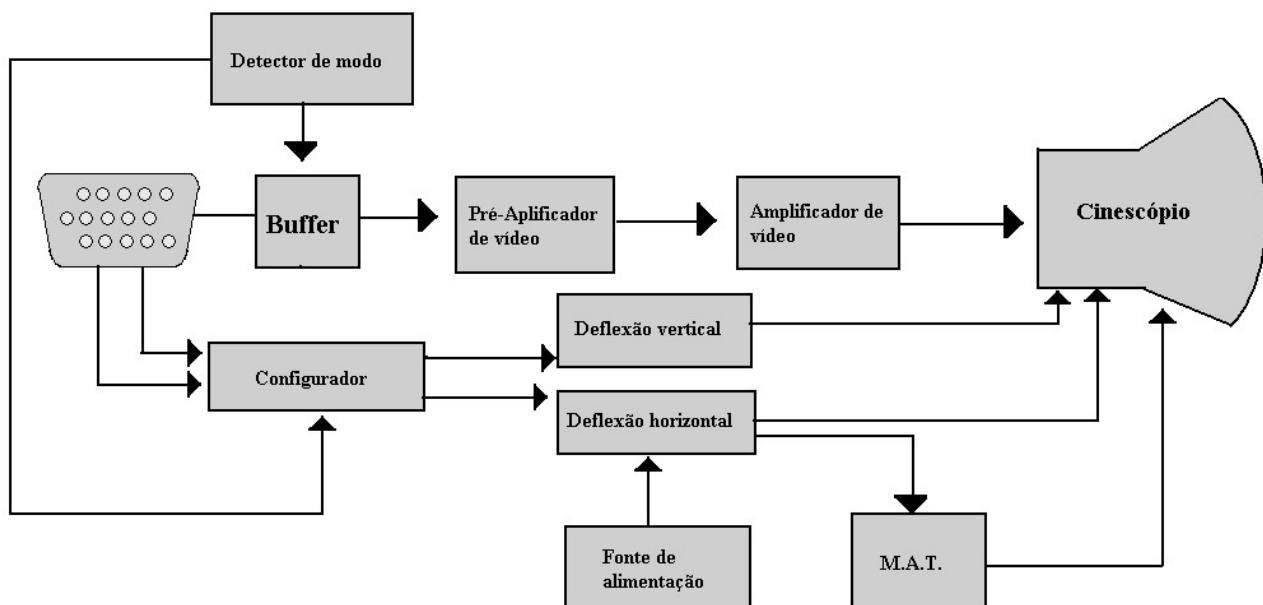


Figura 02.5: Diagrama de um monitor analógico monocromático.

Capítulo 02 – Monitores e Televisores – Do CRT ao LED

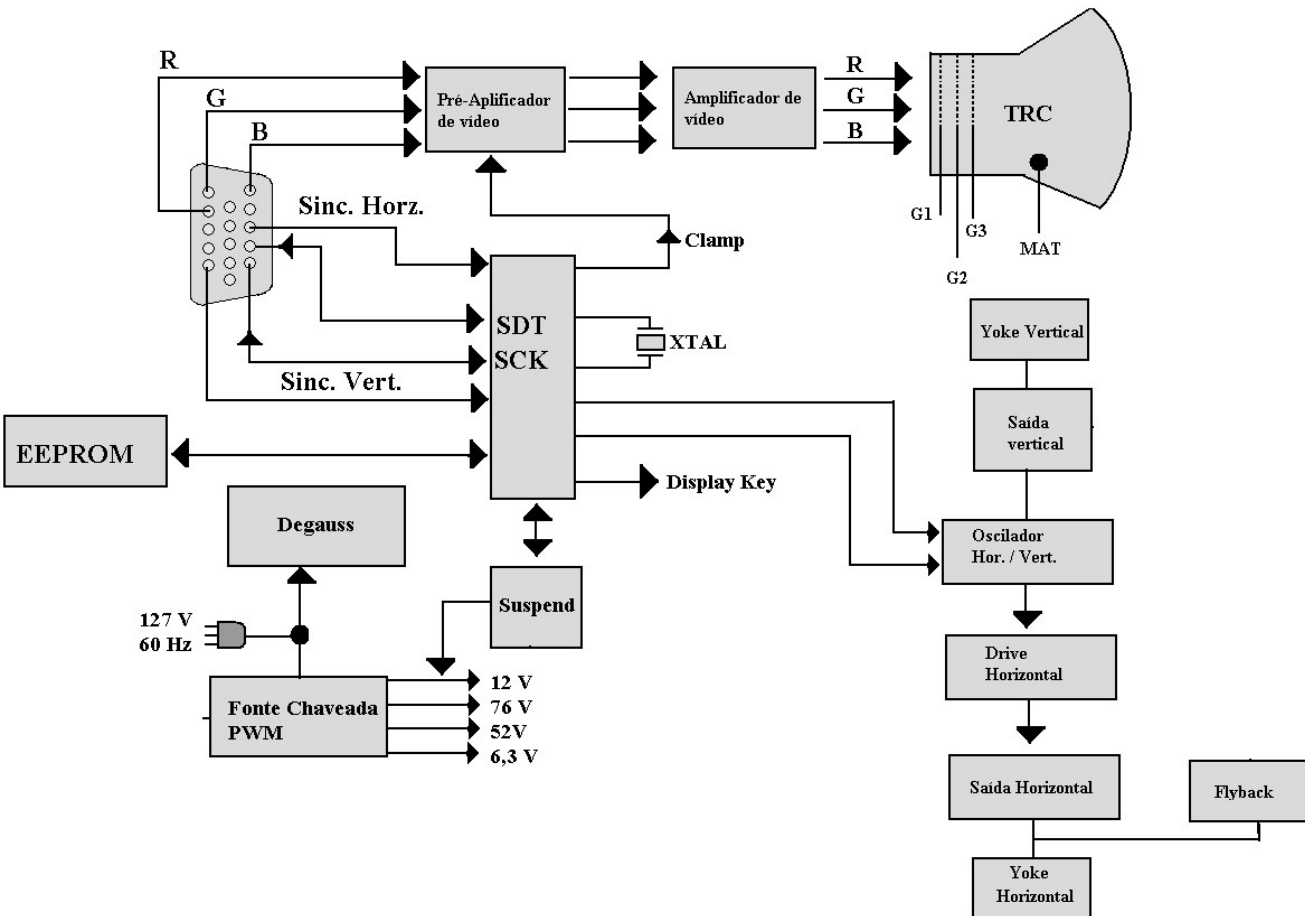


Figura 02.6: Diagrama de um monitor digital CRT.

Capítulo 02 – Monitores e Televisores – Do CRT ao LED

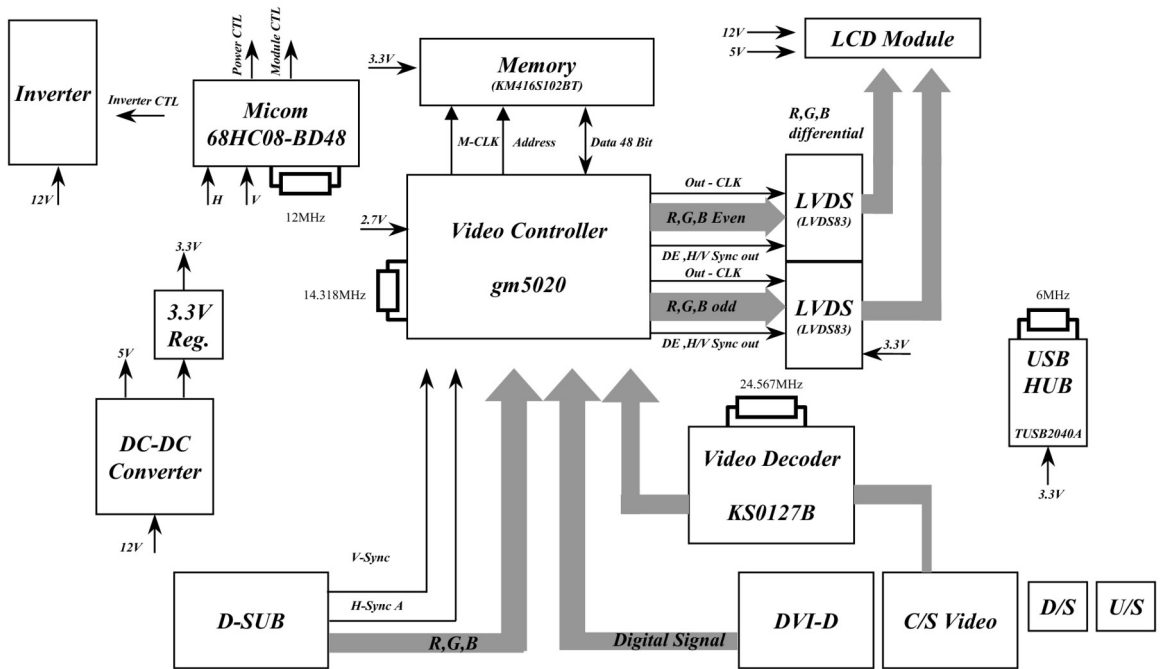


Figura 02.7: Diagrama de um monitor LCD.

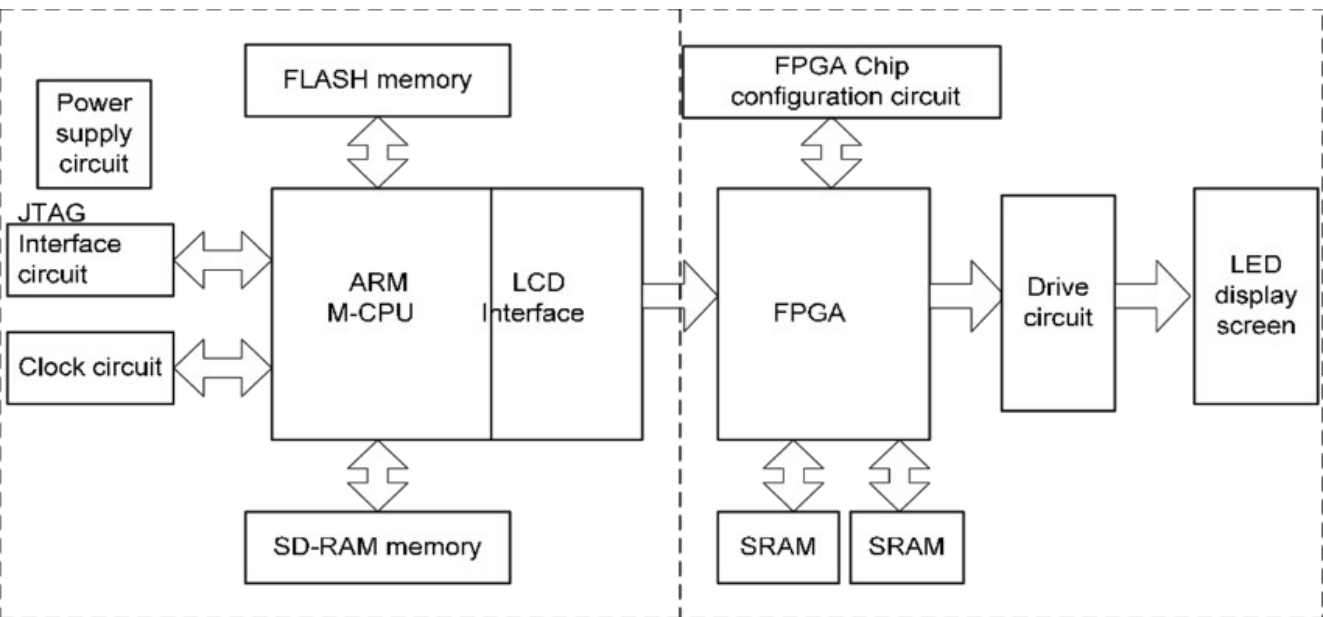


Figura 02.8: Diagrama de um monitor LED.

PnP e Drivers (Somente Monitores de Computador)

Importante: Esta seção aplica-se somente a monitores conectados a computadores.

Monitores modernos são **Plug and Play (PnP)**: informam ao computador sua marca e modelo, facilitando a instalação de drivers automáticos. Mesmo assim, instalar o driver que acompanha o monitor pode oferecer ajustes extras de cor, frequência e resolução.

Certificações TCO e MPR-II

Nota: Essas certificações são específicas para monitores de uso contínuo em ambiente de trabalho (computadores).

Esses selos garantem que os níveis de radiação emitidos estão dentro do permitido. Monitores com essas certificações são mais seguros para uso prolongado.

A TCO Certified continua ativa e é uma das certificações de sustentabilidade mais reconhecidas para produtos de TI, como monitores, notebooks, tablets, smartphones, desktops, projetores, entre outros.

Fundada há mais de 25 anos, ela tem foco em critérios sociais e ambientais de sustentabilidade ao longo de todo o ciclo de vida do produto — desde a fabricação, passando pelo uso, até o descarte.

A conformidade é verificada de forma independente, tanto antes quanto depois da certificação, com base em padrões internacionais como a ISO 14024 (Ecolabel Tipo I) e a ISO 17025.

A certificação abrange algumas categorias de produtos e é amplamente adotada por empresas como HP e Epson, que destacam seus produtos certificados como parte de suas estratégias para reduzir riscos sociais e ambientais.

A MPR-II, por outro lado, é uma norma mais antiga, desenvolvida no início da década de 1990 pela agência sueca de proteção radiológica (Statens Strålskyddsinstitut, SSI), em parceria com a Confederação Sueca de Profissionais (TCO), que mais tarde originaria a organização TCO Development.

Essa norma estabelecia limites máximos de emissões eletromagnéticas e critérios ergonômicos voltados para monitores CRT, que na época eram amplamente utilizados em ambientes de escritório.

Embora tenha sido um marco importante para a segurança e conforto visual, sua relevância diminuiu com a chegada das tecnologias LCD e LED, que possuem emissões e características construtivas diferentes dos tubos de raios catódicos (CRT).

Hoje, a MPR-II não é mais considerada uma certificação ativa nos padrões modernos, sendo amplamente substituída por certificações mais abrangentes como a TCO Certified (nas gerações 8, 9 ou superiores), que incorporam critérios atualizados de sustentabilidade, ergonomia, responsabilidade social e eficiência energética.

Certificação Energy Star

A **Energy Star** continua sendo uma das certificações de eficiência energética **mais relevantes e reconhecidas globalmente**. Trata-se de um programa internacional liderado pela **Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA)**, em parceria com o **Departamento de Energia dos EUA**, criado em **1992** com o objetivo de promover a economia de energia em produtos, edificações e processos industriais.

Status Atual da Certificação:

- **Ativa e amplamente reconhecida:** a certificação Energy Star é aplicada a uma ampla variedade de produtos, incluindo **eletrodomésticos** (geladeiras, máquinas de lavar, ar-condicionado), **equipamentos eletrônicos** (televisores,

computadores, monitores), além de **sistemas de iluminação, aquecimento, refrigeração** e até **edifícios comerciais e residenciais**.

- **Critérios atualizados:** os requisitos são **revisados periodicamente** para acompanhar os avanços tecnológicos. Por exemplo, a **versão 8.0 para monitores** estabelece limites de consumo significativamente abaixo da média de mercado, com **testes realizados em laboratórios acreditados segundo a norma ISO 17025**.
- **Impacto global:** embora seja um programa norte-americano, a Energy Star é reconhecida em diversos países, como **Canadá, Japão, Austrália, Nova Zelândia, Suíça** e **membros da União Europeia**, muitas vezes integrada a regulamentações e selos locais de eficiência energética.
- **Sustentabilidade e benefícios:** produtos com selo Energy Star consomem menos energia, **reduzindo emissões de gases de efeito estufa** e **custos operacionais** para os consumidores. Segundo a própria EPA, só em **2023**, o programa teria contribuído para a economia de **bilhões de dólares em energia** nos EUA.

Comparação com a TCO Certified

A **TCO Certified** tem um escopo mais amplo, abrangendo **sustentabilidade ambiental, social, ergonômica e de ciclo de**

vida, enquanto a **Energy Star** se foca **primariamente na eficiência energética**, com algumas exigências complementares sobre materiais e desempenho.

Em muitos produtos — como **monitores, notebooks e impressoras** — é comum encontrar **ambas as certificações**, pois elas são **complementares e cumulativas**.

★ Relevância no Mercado Atual

- A Energy Star é frequentemente adotada por **fabricantes líderes como HP, Dell, Samsung e LG**, que destacam a certificação como diferencial competitivo.
- Em diversos países, a certificação **é exigida em licitações públicas**, programas de compras sustentáveis ou para **concessão de incentivos fiscais**.

Monitores e TVs LCD

LCD quer *dizer Liquid Crystal Display* – tela de cristal líquido. A diferença principal é que os monitores/TVs LCD não usam tubos de imagens, o que os tornam bem mais finos que os CRT, por isso eles foram largamente usados em notebooks por exemplo.

Os cristais líquidos são substâncias quase transparente, que exibem propriedades comuns aos sólidos e aos líquidos.

A luz que passa por um cristal líquido segue o alinhamento das moléculas e se aplicarmos uma carga elétrica a um cristal líquido, a sua orientação molecular será alterada assim como o padrão de luz.

Em outras palavras, a imagem é formada por pequenos pulsos elétricos que orientam as moléculas dos cristais líquidos, permitindo a passagem da luz por subpixels RGB.

Existem os LCDs onde a luz é gerada por “lâmpadas” fluorescentes e os monitores de LED, onde a luz é gerada por diodos emissores de luz (LED). Mais à frente você entenderá a diferença.

As principais características do LCD são:

- Tela realmente plana;
- Área útil do monitor real ao informado. Um monitor de 17' tem realmente área útil de 17';
- Consomem mesmo energia que os CRT;
- Não apresenta problemas com flicker, uma vez que o termo "refresh rate" não se aplica a monitores LCD (a imagem não é formada pela ação de feixe de elétrons).

Como dissemos, a imagem nos monitores LCD não são formadas através de feixe de elétrons, ou seja, não existe varredura em monitores LCD. O funcionamento se dá através do reflexo da luz: a imagem é formada quando pequenos pulsos elétricos ativam pequenas células de cristal líquido que ficam entre duas placas de vidro.

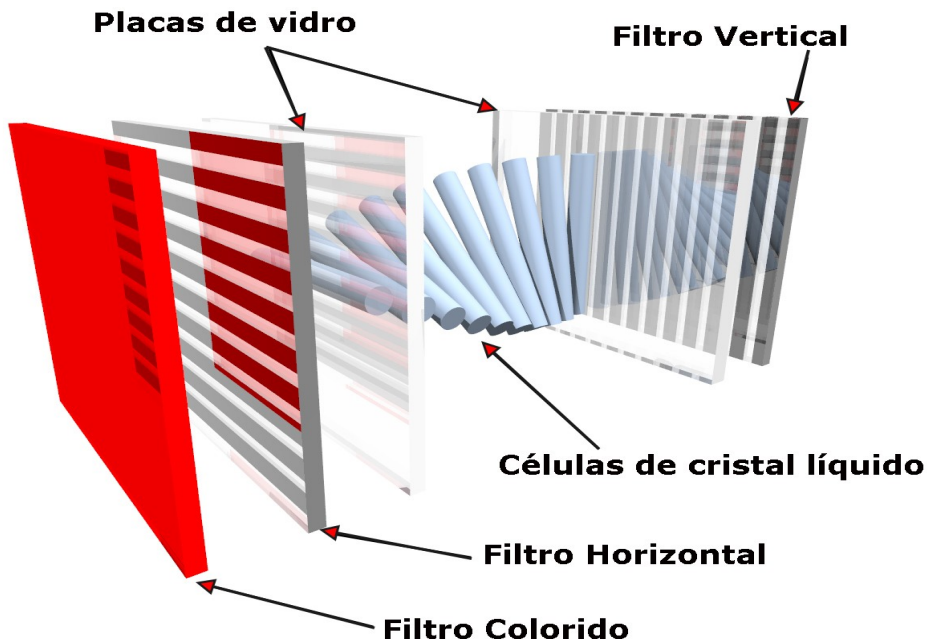


Figura 02.9: Funcionamento tela LCD.

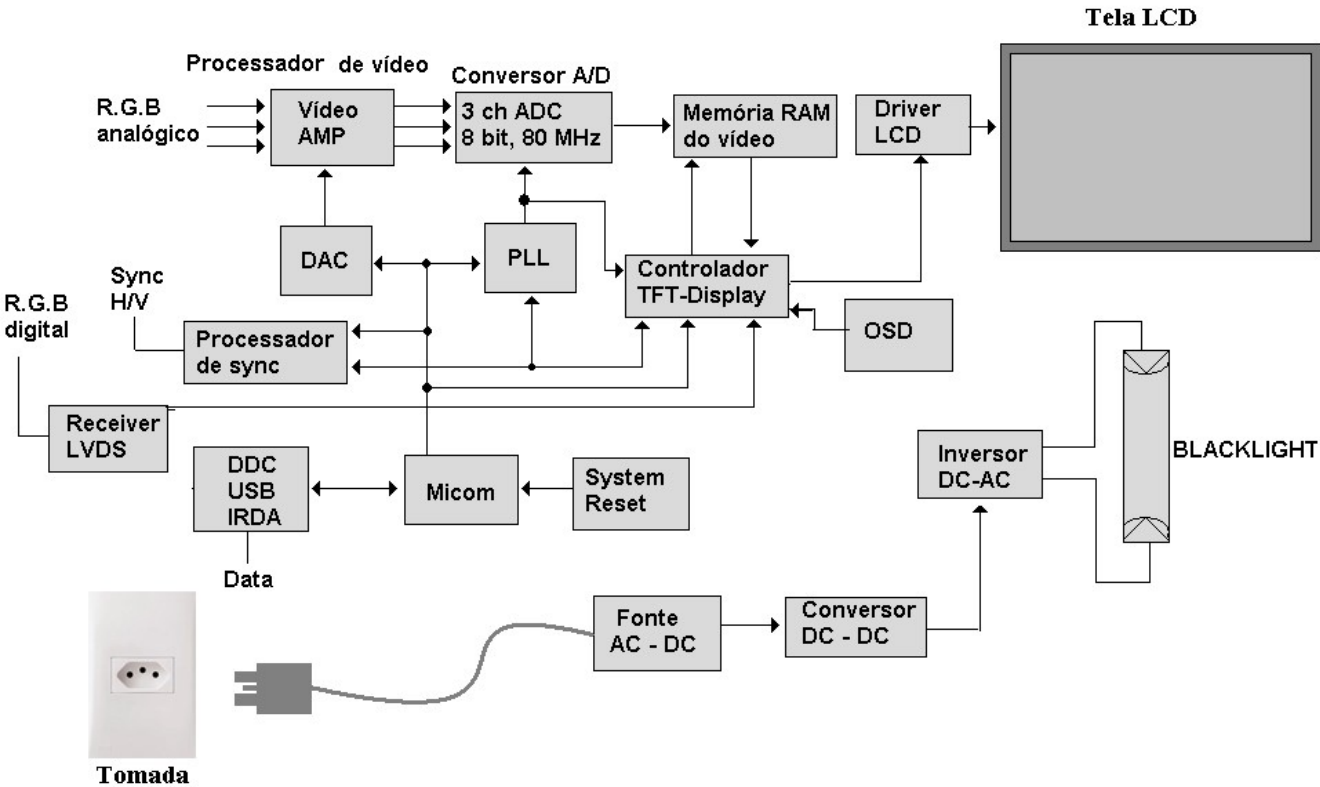


Figura 02.10: diagrama de blocos de um monitor LCD

São utilizadas duas tecnologias distintas na construção de telas LCD:

- **Dual Scan Twisted nematic (DSTN) – matriz passiva:** exigem um tempo maior para que as imagens sejam atualizadas na tela e o ângulo de visão é mais restrito.

- **Thin Fim Transistor (TFT)** – matriz ativa: Essa tecnologia, usada em displays LCD, é superior à matriz passiva, pois oferece maior qualidade de imagem, com melhor resolução, contraste e precisão de cores.

Monitores e TVs LED

É aqui que muita gente se confunde: **monitores e TVs de LED também são LCDs!** A diferença está apenas na iluminação.

- **LCD padrão (CCFL)**: usa lâmpadas fluorescentes.
- **LED**: usa diodos emissores de luz (LEDs).

Ou seja: **LED = LCD + iluminação por LED.**

Tipos de iluminação:

- **Full LED**: LEDs por toda a área traseira.
- **Edge LED**: LEDs nas bordas da tela.

Ambos usam a estrutura LCD para gerar a imagem. A iluminação serve apenas como “fundo” (backlight).

E essa (LED) é a tecnologia mais usada atualmente. Monitores e TVs com tecnologia de LEDs dominam o mercado de forma absoluta.

E acabei de mencionar, os monitores (ou TVs) de LCD e LED são muito parecidos. O que diferencia um do outro é o tipo de “lâmpadas” que são usadas:

- **LCD:** a luz é gerada por “lâmpadas” fluorescentes;
- **LED:** a luz é gerada por diodos emissores de luz (LED).

Para você entender, saiba que em ambos os casos existe a “estrutura” LCD. Já “falei” para você o que é um monitor LCD.

Quando a gente fala somente “monitor LCD” é óbvio que estamos falando dos monitores que não possuem LED envolvidos. Mas até aqui, fiz uma diferenciação do LCD com o CRT.

Como já foi explicado, LCD são siglas de Liquid Crystal Display. Em bom português, tela de cristal líquido ou “Display de Cristal Líquido”.

O LCD é a parte frontal responsável em gerar a imagem que você vê. O LCD está presente em praticamente todos os equipamentos atuais, como notebooks, TVs, tablets, monitores de PCs, etc.

O que muda, basicamente é a luz de fundo, que é chamada por backlight (que é traduzido exatamente como luz de fundo).

Veja bem: no LCD as cores são projetadas em uma transparência. Porém, sem o backlight as cores não brilharão e você não iria ver nada.

Anteriormente coloquei um esquema de funcionamento das telas LCD na imagem 18.6. Agora te darei uma explicação mais técnica do que

você pode verificar nessa imagem: cada pixel é formado por duas folhas de vidro.

Os cristais líquidos se encontram entre essas duas folhas. Basicamente falando, haverá uma retroiluminação atrás da tela que emite uma luz branca. Só que a luz não irá passar enquanto os cristais líquidos estiverem em “seu estado líquido”.

Calma, que história é essa? “Estado líquido”?

É muito simples de entender. Ocorre que o cristal líquido pode mudar de estado líquido para estado sólido. Na verdade os cristais líquidos são uma classe de materiais que podem variar no estado da matéria entre o líquido e o sólido. Esses cristais se expandem em um formato interconectado, quando recebem uma descarga elétrica, formando a imagem.

Mas para vermos a imagem ainda dependemos de um elemento. Aqui teremos novamente os famosos pixels. Já expliquei o que são os pixels (eis a importância de estudar tudo).

Pois bem: cada pixel é formado por três subpixels em um esquema RGB: vermelho, verde e azul, que em inglês é red, green e blue, ou apenas RGB. Telas são compostas por milhões de subpixels.

E aqui entra mais dois conceitos que talvez você já ouviu falar: matriz passiva e ativa. No sistema de **LCD matriz passiva** haverá uma grade bem simples para fornecer energia ao pixel.

No sistema **LCD matriz ativa** haverá um filme de transistores (TFT - Thin-Film Transistors) atrás da camada de cristal líquido permitindo controle de cada pixel de forma individual e sem nenhuma interferência nos demais.

Telas LCD matriz passiva são mais antigas. As atuais e mais modernas usam o sistema de tela ativa.

Bom, agora não resta nenhuma dúvida sobre o que é uma tela LCD. E como já disse, tanto um “monitor LCD” quanto um “monitor de LED”, ambos na verdade usam tela LCD.

O que diferencia um do outro é a iluminação. A iluminação pode ser LED ou CCFL.

Apesar de backlight ser traduzido como luz de fundo, saiba que essa luz pode ser proveniente não somente da parte de trás, mas também das laterais e até da frente.

Tudo é possível e tudo depende do projeto. Vejamos as diferenças entre iluminação LED e CCFL:

- **CCFL:** CCFL significa Cold Cathode Fluorescent Lamp (Lâmpada Fluorescente de Cátodo Frio). São utilizadas nos monitores “LCD padrão”. São colocadas atrás da tela. Essas lâmpadas são de vidro (tubo de vidro) e cobertas por um material à base de fósforo. Esses tipos de construção de monitores não são mais populares atualmente, pois, os que utilizam LED são mais atuais e melhores;
- **LED:** Utilizam diodos emissores de luz. Existe a retroiluminação Full LED (os LEDs são instalados uniformemente em toda a tela, semelhante ao que ocorre com o uso do CCFL no “LCD padrão”), Edge LED (os LEDs são instalados ao longo da borda da tela e não atrás dela. Pode ser utilizada a borda/lateral esquerda, direita, superior, inferior, a combinação delas ou todas elas).

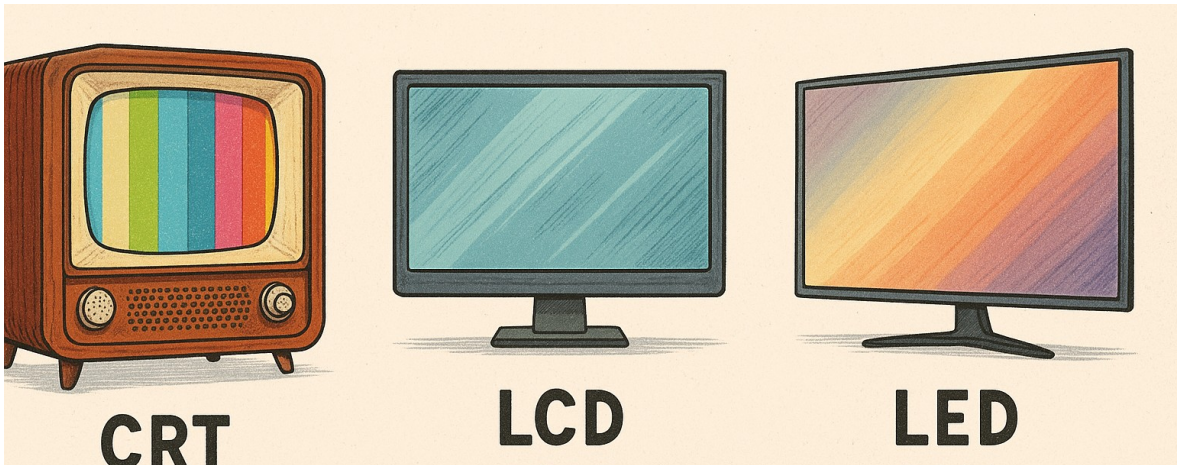


Figura 02.11: eis as três gerações.



OLED (Organic Light Emitting Diode)

No OLED, cada pixel emite luz própria, sem necessidade de backlight. Isso permite pretos perfeitos, já que os pixels podem ser desligados completamente.



Contraste altíssimo e cores vibrantes.



Pretos verdadeiros.



Mais cara.

⚠ Risco de retenção de imagem (*burn-in*, quando imagens estáticas “marcam” a tela)

QLED (Quantum Dot Light Emitting Diode)

Desenvolvida pela Samsung, a QLED usa LEDs com uma camada de pontos quânticos (*Quantum Dots*) para filtrar a luz, criando cores mais puras e brilhantes.

✅ Excelente brilho e fidelidade de cor.

✅ Vida útil longa.

⚠ Depende de backlight, como o LED tradicional.

⚠ Não alcança o preto puro do OLED, mesmo com zonas de escurecimento.

Qual escolher?

- **OLED**: ideal para quem busca **qualidade cinematográfica**, pretos reais e contraste absoluto

- **QLED:** ótima escolha para **ambientes bem iluminados**, com cores vibrantes e alto brilho
- **LED tradicional:** a opção **mais acessível e eficiente**, ainda muito popular



TVs e Monitores Plasma (PDP)

Já abandonada, a tecnologia **plasma** era usada em telas grandes, tanto em monitores profissionais quanto TVs domésticas.

Características marcantes:

- Alta qualidade de imagem e contraste.
- Problemas com burn-in (imagens estáticas marcavam a tela).
- Alto consumo de energia.

Cada pixel gerava sua própria luz, por meio de descarga elétrica que excitava gases e fósforos coloridos.

Essa tecnologia já foi abandonada há muitos anos. E foi uma tecnologia que não chegou a dominar o mercado, ela sempre perdia terreno para outras tecnologias.

Só para você ter uma ideia, no auge do declínio, no primeiro semestre de 2013, a tecnologia LCD dominava o mercado com 83,1% das vendas. E o plasma ficava só com 5%.

Além disso, os monitores Plasma PDP (Display Panels) sempre estavam longe de se tornarem objetos de consumo para uso doméstico. Isso porque eram monitores voltados para exposições (em aeroportos, shopping centers, feiras, hospitais e conferências, etc) ou seja, para serem usados como painéis.

As telas eram grandes, de 40", 42" e 43" ou até 60".

Essa tecnologia foi concorrente direta da LCD e na época era imbatível em questões de qualidade de imagem. (atingia taxa de contraste até cinco vezes maior do que similares de LCD e o brilho e a resolução de imagem superavam os aparelhos de retroprojeção e os projetores).

Outro fator que o deixava longe dos consumidores domésticos é o consumo de energia, que é maior que os monitores LCD (algo em torno de 10% a mais se comparada a telas de mesmo tamanho).

E além disso, essas telas sofriam com imagens estáticas, onde ocorria um problema conhecido como **burn-in**.

O problema consistia no seguinte:

Imagine imagens estáticas, como placar do jogo de futebol, a logomarca de uma emissora, etc.

Esses elementos estáticos marcavam permanentemente a tela. Isso também existia nas tecnologias CRT e LCD, mas em uma escala menor.

As principais características do plasma são:

- Incomparável tela plana;
- Profundidade: são feitos para serem finos, algo como apenas 98mm de profundidade (nove centímetros de espessura em média);
- Podem ser instalados em paredes e tetos;
- Uma imagem de alta precisão e livre de distorções, mesmo em ambientes muito iluminados;
- Diferente dos monitores convencionais, os plasmas não sofrem distorções de imagem ou imperfeição de cor devido a campos magnéticos;
- A maioria dos modelos já está pronta para funcionar com o padrão da TV digital;
- Formato *widescreen*, com a proporção retangular das telas de cinema o que permite assistir aos filmes em DVD sem as barras pretas nas partes superior e inferior da tela da TV.

Basicamente, o funcionamento do plasma é o seguinte:

Cada pixel da tela plasma cria a sua própria fonte de luz, e para conseguir isso são usados eletrodos carregados entre painéis de cristal.

Sendo assim, é feita uma descarga de alta voltagem que excitará uma mistura de gases (como o hélio e o xeônio) que reagirão com a luz

ultravioleta, excitando os fósforos vermelhos, verde ou azul de cada pixel, fazendo-os brilhar.

Por isso é certo dizer que a imagem nos monitores plasmas são formadas por alguns milhões de minúsculas lâmpadas fluorescentes.

CAPÍTULO

03



Prática I - Desmontagem Segura: Técnicas e Cuidados

Seja bem-vindo à parte prática!

Parabéns por ter chegado até aqui! 🙌

Olha só quanta coisa já vimos juntos... Foi um bom pedaço de teoria, não foi? Mas olha o quanto você **absorveu!**

Se você começou do absoluto zero, **saiba que agora você já não está mais no nível zero.** Você já conhece os antigos CRTs, entende o funcionamento das telas LCD e LED, e muito mais. Muito mais mesmo!

É por isso que eu te digo com toda sinceridade: **não pule conteúdo!**

Se o seu objetivo é aprender de verdade, **siga passo a passo.** Se você quer se tornar um **técnico de verdade,** eu estou aqui te entregando um **caminho seguro.** Estou **pegando na sua mão** e te guiando nessa jornada. Mas, atenção: pular etapas significa **deixar de aprender coisas que podem ser cruciais no futuro.**

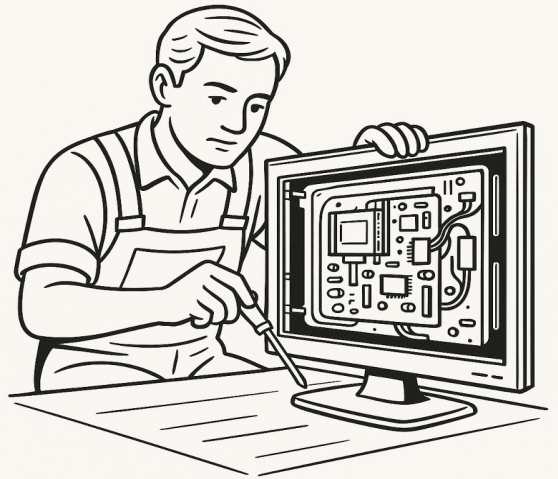


Figura 03.01: início da prática: desmontando o aparelho com técnica e responsabilidade.

A diferença entre um **técnico de verdade** e um **técnico de fachada** está no **domínio profundo do assunto**.

Então vamos fazer o seguinte:
Antes de avançarmos para a desmontagem prática, que tal um teste?

Logo a seguir, você encontrará uma **pequena avaliação**. Bem simples, mas essencial.

 **Desafio:** você precisa acertar pelo menos **60% das perguntas** para seguir com confiança.

Se a sua pontuação for **50% ou menos, volte e revise tudo com calma**. Não há vergonha nenhuma nisso — vergonha seria montar aparelhos sem entender de verdade o que está fazendo.

Essa é a diferença entre **reparar por tentativa** e **reparar com consciência técnica**.

Teste seus conhecimentos



? Pergunta 01:

Em relação à estrutura de formação de imagem em uma tela, qual das alternativas abaixo descreve corretamente o que é um pixel?

- a)** É um conjunto de luzes LED responsáveis por iluminar toda a tela, sem controle individual.
- b)** É o nome dado a um bloco de pontos vermelhos, verdes e azuis que formam um único quadro de vídeo.
- c)** É a menor unidade de imagem de uma tela, cuja cor e brilho podem ser controlados individualmente.
- d)** É uma área invisível ao olho humano que atua apenas na retroiluminação das telas LCD.

? Pergunta 02:

O que representa a resolução de uma tela, como no exemplo **640x480**?

- a)** A quantidade total de polegadas da tela, medida horizontal e verticalmente.
- b)** A velocidade com que os pixels se atualizam por segundo.
- c)** A quantidade de cores que a tela pode exibir ao mesmo tempo.
- d)** A quantidade de pixels exibidos na horizontal e na vertical — no caso, 640 colunas por 480 linhas.

? Pergunta 03:

Nos antigos monitores e televisores de tubo (CRTs), o que significa o termo **dot pitch**?

- a)** A frequência com que os feixes de elétrons são disparados para formar a imagem.
- b)** O número total de pixels exibidos na tela por segundo.
- c)** A distância entre dois pontos da mesma cor (vermelho, verde ou azul) na estrutura da tela.
- d)** A quantidade de pontos de fósforo ativados simultaneamente durante a varredura.

? Pergunta 04:

Nas telas modernas, como LCD, LED e OLED, o conceito de dot pitch não se aplica diretamente, pois a estrutura de formação da imagem é diferente. Essas tecnologias utilizam matrizes de pixels controladas eletronicamente, e a qualidade da imagem está relacionada a fatores como: PPI (Pixels por polegada). Baseado nisso é correto afirmar que:

- a) Quanto maior o PPI, mais detalhada a imagem.
- b) Quanto menor o PPI, mais detalhada a imagem.
- c) PPI não interfere na qualidade da imagem.
- d) Quanto maior o PPI, menor a qualidade da imagem.

? Pergunta 05:

O que representa a proporção **4:3** em uma tela de televisão ou monitor?

- a) A quantidade de cores exibidas por segundo em uma resolução padrão.
- b) A relação entre o brilho da imagem e o consumo de energia da tela.
- c) A proporção entre a largura e a altura da tela — 4 unidades horizontais para cada 3 verticais.
- d) A distância entre quatro pixels na horizontal e três na vertical.

? Pergunta 06:

O que é o programa **Energy Star**, criado em 1992?

- a)** Um selo europeu que regulamenta a segurança de produtos eletrônicos.
- b)** Uma norma técnica de compatibilidade eletromagnética para monitores CRT.
- c)** Um programa internacional focado na promoção da eficiência energética em produtos, edifícios e processos industriais.
- d)** Uma certificação ambiental específica para materiais recicláveis usados em televisores.

? Pergunta 07:

Verdadeiro ou falso? “Thin Film Transistor (TFT) – matriz ativa: essa tecnologia é muito mais inferior a DSTN, pois a DSTN oferece maior qualidade de imagem, com melhor resolução, contraste e precisão de cores”.

() Verdadeira.

() Falsa.

? Pergunta 08:

Verdadeiro ou falso? “monitores e TVs de LED também são LCDs! A diferença está apenas na iluminação”.

☐ Verdadeira.

☐ Falsa.

? Pergunta 09:

Verdadeiro ou falso? “Lâmpada Fluorescente de Cátodo Frio. São utilizadas nos monitores LED. São colocadas atrás da tela.

☐ Verdadeira.

☐ Falsa.

? Pergunta 10:

Verdadeiro ou falso? “O tubo de raios catódicos foi uma das invenções mais influentes do século XX, moldando a comunicação, o entretenimento e a tecnologia”.

☐ Verdadeira.

☐ Falsa.



E aí, quantas questões você acertou? Para te ajudar, vou disponibilizar o gabarito.

Gabarito

01: C.

Explicação: Capítulo 02 - Página 27.

O pixel é a menor unidade de imagem de uma tela — ele pode ter sua cor e brilho controlados individualmente. Em monitores e televisores, a combinação de milhões de pixels forma as imagens que vemos.

02: D.

Explicação: Capítulo 02 - Página 28.

A resolução indica quantos pixels a tela consegue exibir. Por exemplo, uma resolução de 640x480 significa 640 pixels na horizontal por 480 pixels na vertical — ou seja, 307.200 pontos controlados na tela.

03: C.

Explicação: Capítulo 02 - Página 28.

Nas telas de tubo (CRTs) — como os antigos monitores e televisores — usava-se o conceito de dot pitch, que é a distância entre dois pontos da mesma cor (vermelho, verde ou azul) dentro da estrutura da tela.

04: A.

Explicação: Capítulo 02 - Páginas 29 e 30.

Nas telas modernas, como LCD, LED e OLED, o conceito de dot pitch não se aplica diretamente, pois a estrutura de formação da imagem é diferente. Essas tecnologias utilizam matrizes de pixels controladas eletronicamente, e a qualidade da imagem está relacionada a fatores como: PPI (Pixels por polegada) – quanto maior, mais detalhada a imagem.

05: C.

Explicação: Capítulo 02 - Página 33.

A proporção entre largura e altura da tela define sua forma. Uma relação 4:3 indica que, para cada 4 unidades horizontais, há 3 verticais. Isso vale para TVs e monitores. Com o tempo, surgiram os formatos widescreen (16:9) e ultrawide, principalmente nas telas mais modernas.

06: C.

Explicação: Capítulo 02 - Página 45.

A Energy Star continua sendo uma das certificações de eficiência energética mais relevantes e reconhecidas globalmente. Trata-se de um programa internacional liderado pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), em parceria com o Departamento de Energia dos EUA, criado em 1992 com o objetivo de promover a economia de energia em produtos, edificações e processos industriais.

07: Falsa.

Explicação: Capítulo 02 - Página 51.

Thin Film Transistor (TFT) – matriz ativa: Essa tecnologia, usada em displays LCD, é superior à matriz passiva, pois oferece maior qualidade de imagem, com melhor resolução, contraste e precisão de cores.

08: Verdadeira.

Explicação: Capítulo 02 - Página 51.

É aqui que muita gente se confunde: monitores e TVs de LED também são LCDs! A diferença está apenas na iluminação.

09: Falsa.

Explicação: Capítulo 02 - Página 54.

CCFL: CCFL significa Cold Cathode Fluorescent Lamp (Lâmpada Fluorescente de Cátodo Frio). São utilizadas nos monitores "LCD padrão". São colocadas atrás da tela.

10: Verdadeira.

Explicação: Capítulo 01 - Página 15.

Legado do CRT: O tubo de raios catódicos foi uma das invenções mais influentes do século XX, moldando a comunicação, o entretenimento e a tecnologia.

E aí? Está preparado?

Conseguiu uma boa nota na avaliação? O meu conselho, como professor, é que se sua nota for inferior a 50%, não prossiga. Volte e estude tudo novamente. E olha que estou fazendo um esforço em lhe ajudar. Isso porque o mais correto é se a nota fosse inferior a 60% você já deveria ser considerado reprovado.

Mas a questão é: tirou nota inferior a 50%? Você está com um déficit de conhecimento muito grande. Concorde? Tenha paciência, volte ao início do capítulo e recomece os estudos.

Caso sua nota tenha sido acima de 50%, parabéns e prossiga em frente!

Tudo que você precisa saber sobre desmontagens de TVs e Monitores

Agora sim, chegou a melhor parte: hora de colocar a mão na massa! Vamos pegar uma televisão ou monitor e desmontá-los... mas calma, não é tão simples assim.

Antes de qualquer coisa, preciso alertar você sobre pontos muito importantes.

Por mais básico que pareça, sabe qual é o maior erro que a maioria dos iniciantes comete?

Esquecer onde cada parafuso foi retirado, perder peças ou, pior ainda, montar tudo de novo e descobrir que sobraram parafusos!

E por que isso acontece?

Porque muitos iniciam a desmontagem sem qualquer preparação, sem estratégia e sem os cuidados necessários.

Vamos fazer diferente: você vai aprender do jeito certo, desde o primeiro passo!

O apressado simplesmente pega uma chave compatível com os parafusos do aparelho e começa a desaparafusar tudo o que vê pela frente.

Em seguida, vai fazendo um “montinho” de parafusos sobre a mesa — ou, pior ainda, deixa tudo espalhado de qualquer jeito.

Quer ver outro erro clássico?

Mesmo quando o manual do aparelho está facilmente disponível, ele nem se dá ao trabalho de consultá-lo.

Além de muitas outras situações, como marcar excessivamente a carcaça, quebrá-la, trincar telas e por aí vai. São muitos erros que a falta de instrução pode gerar.

Para evitar tudo isso, serei extremamente metódico no que vou ensinar aqui. Vou explicar cada etapa passo a passo, com todos os detalhes necessários. No final, você terá aprendido tudo o que é essencial para fazer um bom trabalho.

Bora pra cima? Então, vamos lá!

O manual é importante?

O manual é uma ferramenta extremamente útil e importante para qualquer técnico. Sempre que possível, faça uma consulta rápida antes de iniciar qualquer intervenção. O ideal é procurar pelo manual de serviço (Service Manual), que é a versão técnica e contém todas as informações relevantes para o reparo.

Como encontrar: basta acessar o Google (<https://www.google.com/>) e buscar pela marca e modelo do seu equipamento. Por exemplo: “manual de serviço AOC T2355e” ou “service manual AOC T2355e”.

O manual de serviço fornece orientações precisas, como:

- Localização exata dos parafusos.
- Encaixes de peças como pescoço, base e tampa traseira.
- Instruções específicas sobre quais parafusos remover para desmontar corretamente.
- Imagens de vista explodida das peças, facilitando a identificação de detalhes e componentes.

Além disso, o manual pode trazer:

- Nomes corretos das peças.

- Códigos de componentes.
- Diagramas elétricos e informações técnicas essenciais para o diagnóstico e reparo.

Importante: a profundidade e o nível de detalhes de um manual podem variar de acordo com o fabricante. Nem todos os manuais possuem esquemas elétricos ou vista explodida. Cada fabricante decide o que considera relevante incluir.

2. Unscrew the screws to remove REAR COVER.

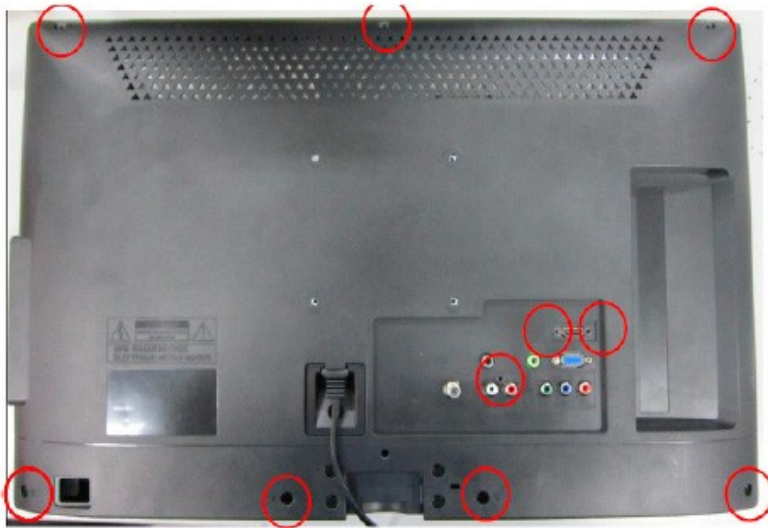


Figura 03.1: veja esse exemplo, onde vemos uma página de um manual da AOC T2355e. E perceba que ele indica todos os locais dos parafusos.

Capítulo 03 – Prática I - Desmontagem Segura: Técnicas e Cuidados

VISTA EXPLODIDA
DL2970(A)W

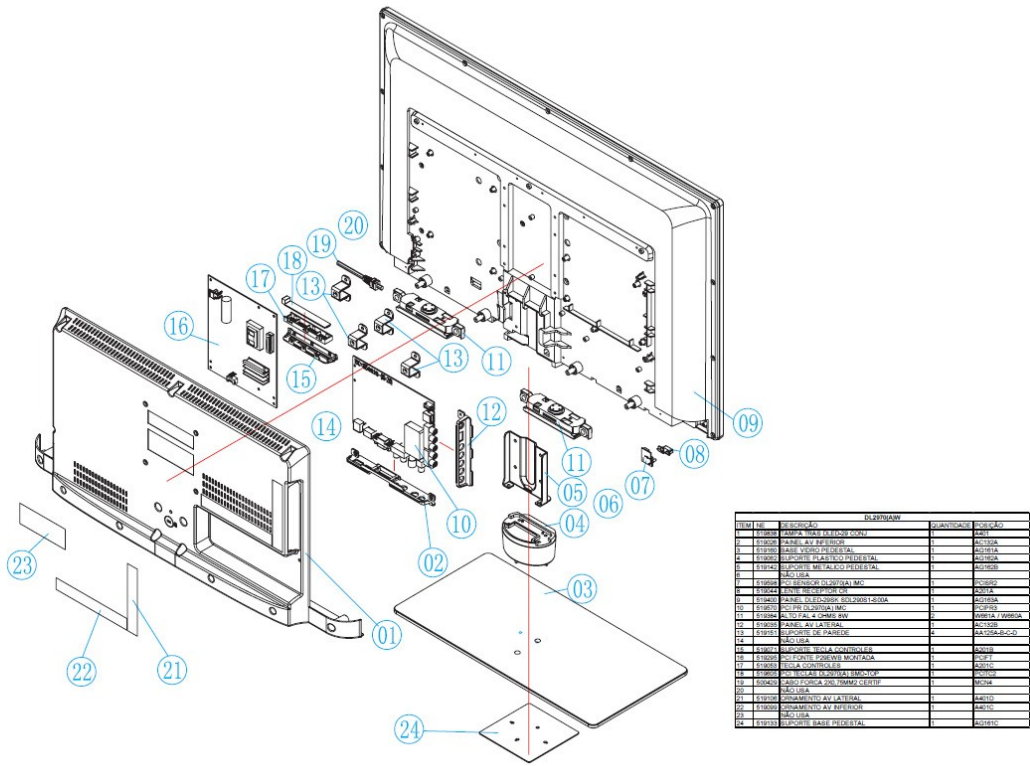


Figura 03.2: vista explodida em um manual SEMP TOSHIBA
MODELOS DL2970(A)W / DL3270(A)W / DL3970(A)F.

Capítulo 03 – Prática I - Desmontagem Segura: Técnicas e Cuidados

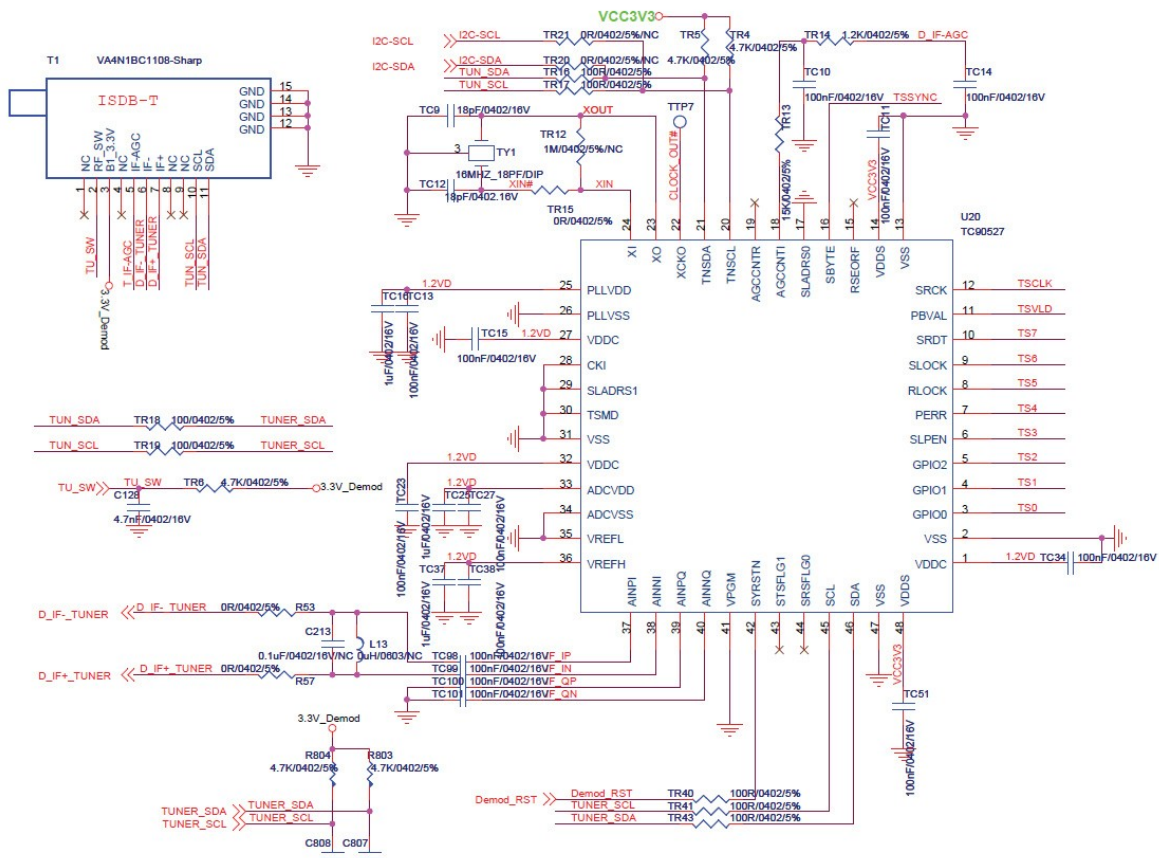


Figura 03.3: neste exemplo vemos parte de um esquema elétrico disponível em um manual.

6.2 Power Board 715G3973P0FW220030

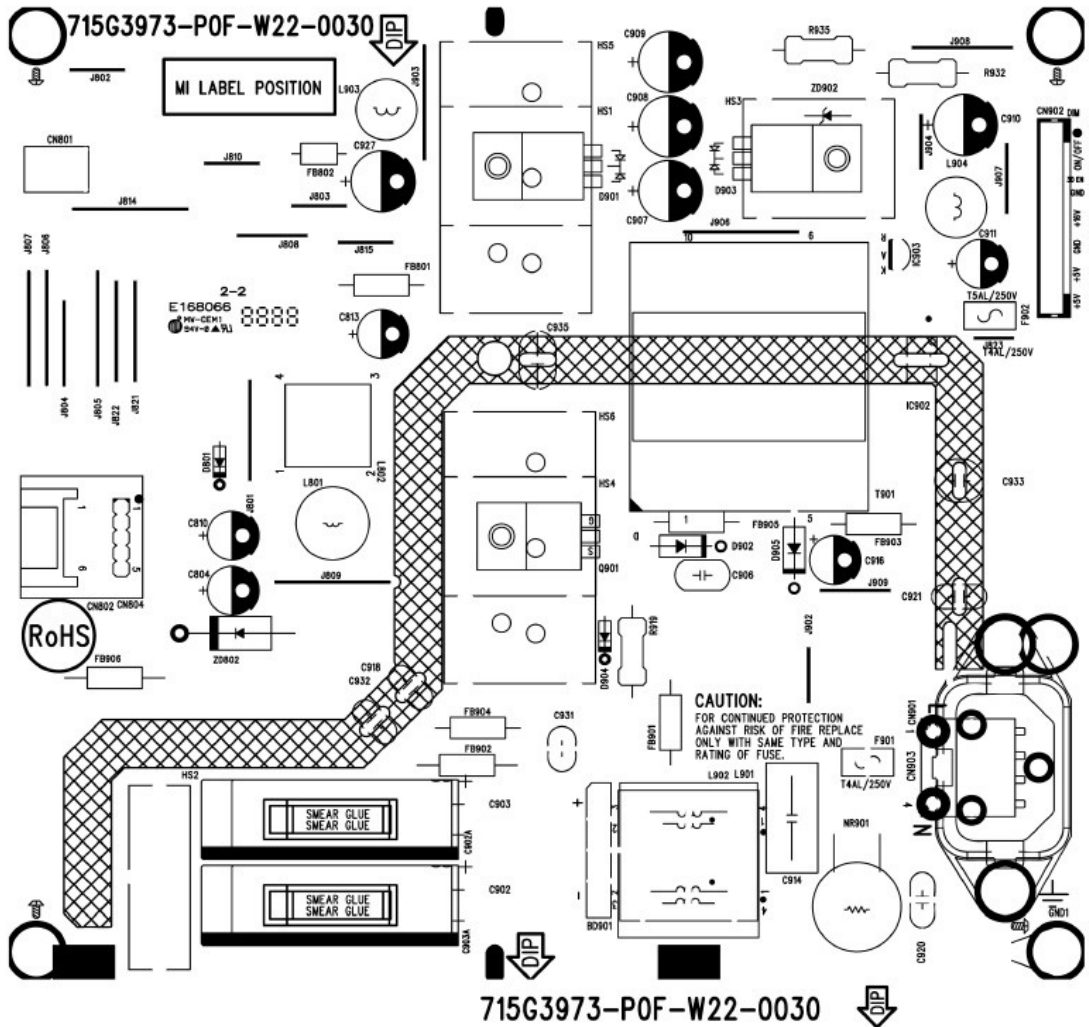


Figura 03.4: neste exemplo vemos a fonte de alimentação (placa) em detalhes.

6. PCB Layout

6.1 Main Board

715G4786M0I000005K

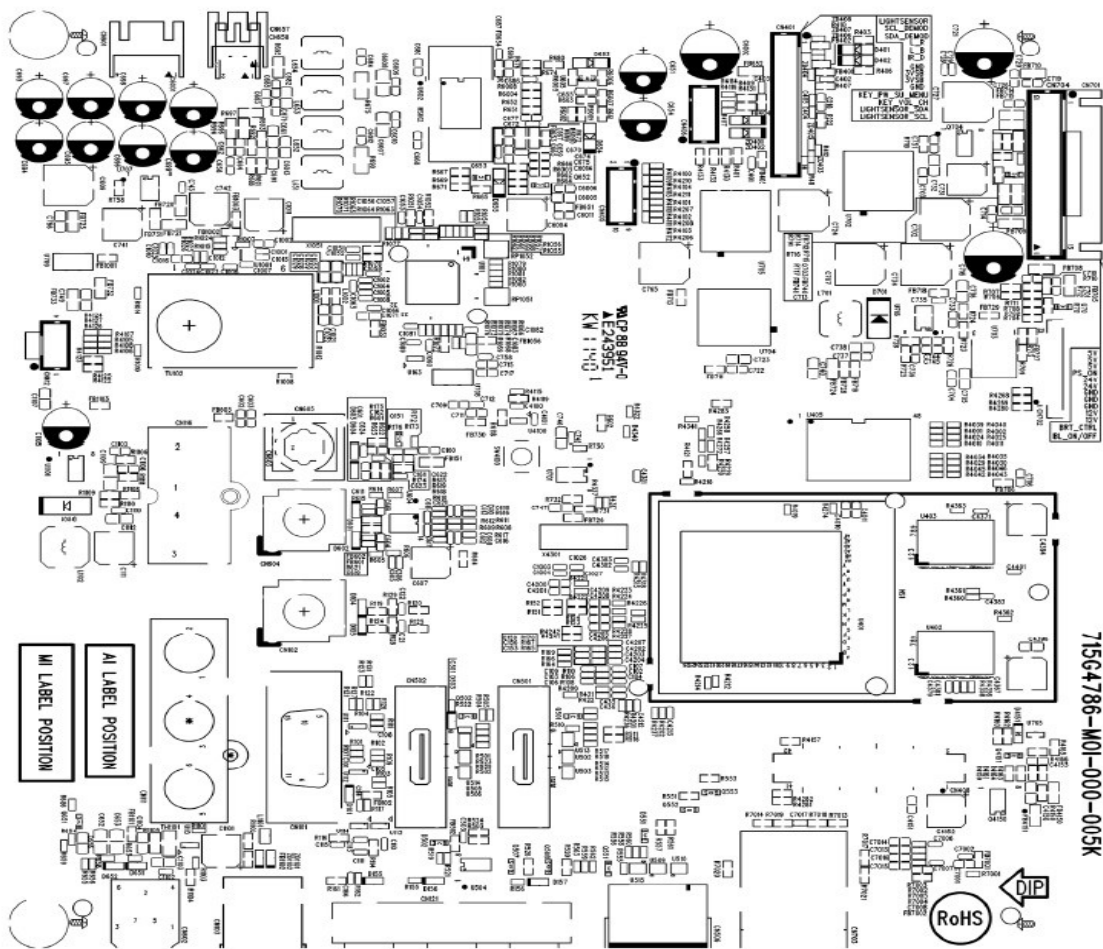



Figura 03.5: neste exemplo vemos a placa-mãe em detalhes.

Análise Física Inicial

Você já entendeu que o manual de serviço é importante, certo?

De forma simples, te mostrei vários exemplos de por que ele pode ser fundamental. Você percebeu como ele nos ajuda a interpretar esquemas, analisar a placa-fonte, a placa-mãe, entre outros elementos — além de nos orientar na localização correta dos parafusos.

Obviamente, existem manuais mais completos e outros mais simples. Ainda assim, depois de toda essa explicação, é impossível negar que o manual pode ser um grande aliado. E por mais banal que pareça, **observar com calma todos os parafusos visíveis externamente e entender suas funções** é algo extremamente importante.

 **Atenção:** se o seu objetivo for soltar a tampa traseira, nem sempre será necessário remover todos os parafusos visíveis na parte de trás da TV ou monitor. Com a experiência e a análise certa, você aprende a distinguir quais realmente precisam ser retirados e quais pertencem, por exemplo, ao suporte (pescoço ou base). Em muitos casos, esses parafusos não precisam ser removidos para que a tampa seja aberta. Mas, como sempre, isso depende do fabricante e do modelo. E há modelos de TVs por exemplo, que suas carcaças são apenas encaixadas, ou seja, não usam parafusos. É o técnico tem que ir destravando ela. É o caso da Samsung un40j5290.

Essa é a primeira análise que você deve fazer ao receber uma televisão na bancada. **Você não vai sair desaparafusando tudo como se estivesse desarmando uma bomba.**


Se tiver acesso ao manual, **estude-o**. E não se assuste com o termo “estudar” — muitas vezes, essa análise é rápida. Ela precisa ser feita com atenção, sim, mas não vai tomar o seu dia inteiro.

Entendeu o manual? Encontrou o que precisava?

Então vá até o aparelho, observe a parte traseira, localize os parafusos e avalie: “Esses aqui posso deixar por enquanto.” Remova apenas o necessário e pronto — você já terá o acesso inicial à parte interna.

E essa lógica se aplica **em todas as etapas do serviço**. Abriu a tampa traseira? Analise a parte interna. Vai trabalhar na tela? Precisa trocar algum LED? Conforme você for avançando, pare, observe, e reflita sobre o que está prestes a fazer.

Essa atenção — somada a organização, confiança e destreza — **te levará a um reparo bem-sucedido**. E, mais importante, vai evitar acidentes desastrosos... e até vergonhosos.

 **Imagine a seguinte situação:** um técnico rompe um cabo flat por pura desatenção. Liga para o cliente para explicar, e ele pergunta se houve um curto.

E aí o técnico responde:

— “Não... fui eu mesmo que arrebentei o cabo por falta de atenção e falta de habilidade técnica.”

A pergunta que fica é: será que algum técnico teria essa honestidade toda ao ponto de confessar a total incompetência?

Ferramentas Para Desmontar uma TV ou Monitor

Chave de fenda do tipo phillips. O tópico poderia ser encerrado aqui. Mas a grande verdade é que, para desmontar um TV, essa simples chave já dá conta do recado.

Eis a chave mais usada nessa tarefa. E em várias outras situações e serviços, tais como manutenção de microcomputadores, fontes e todo equipamento que usa os tão conhecidos parafusos com fenda do tipo phillips. Devido a este fato ela é indispensável.



Figura 03.6: chave com fenda Phillips

O encaixe da cabeça do parafuso é em formato de estrela de quatro pontas, ao contrário da chave de fenda cujo encaixe da cabeça é apenas uma fenda pequena e alongada. Isso garante mais firmeza e precisão ao usar a chave. Um detalhe bem interessante é que a ponteira das chaves Phillips foram projetadas para “pularem” fora das fendas do parafuso em caso de apertos muito forte, o que evita estrompar o encaixe.

Capítulo 03 – Prática I - Desmontagem Segura: Técnicas e Cuidados

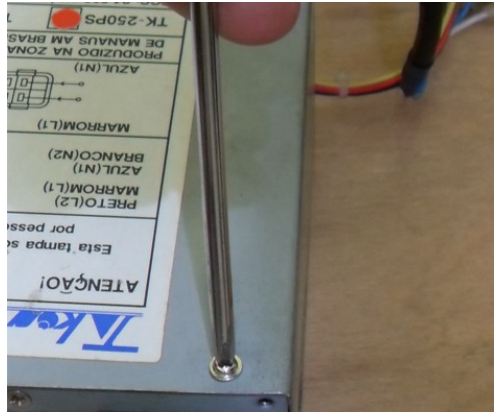


Figura 03.7: retirando o parafuso de uma fonte com uma chave Phillips.

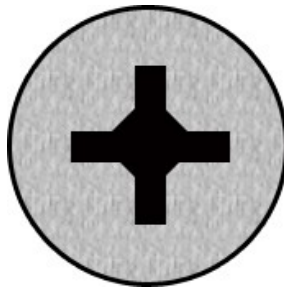


Figura 03.8: cabeça de parafuso do tipo Phillips.

Sugestão: adquira um pequeno kit de chaves que tenha pelo menos uma chave com tamanho próximo de 3/16x4”.

E vou deixar aqui uma orientação para que adquira mais algumas ferramentas que são extremamente básicas, caso você ainda não as tenha:

- **Chave Torx:** tem muitos que pensam que essa chave não é muito útil e vai ser pouco utilizada. Mas só para você ter uma ideia, para aqueles que trabalham com manutenção de impressoras, manutenção de HDs, consoles de vídeo game, e etc, ela é indispensável. Essas chaves podem ser em formato alongados ou em “L” (ou outros formatos). No geral, são vendidas em Kits contendo várias chaves torx de tamanhos diferentes.



Figura 03.9: conjunto de chaves torx.

O encaixe da cabeça do parafuso é em formato de estrela de seis pontas, o que garante uma firmeza e precisão ainda maior.

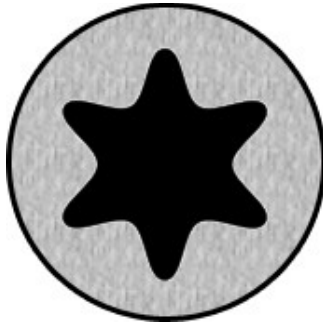


Figura 03.10: cabeça de um do tipo torx

Sugestão: adquira um jogo (kit) de chaves torx com os seguintes tamanhos aproximadamente: T9, T10, T15, T20, T25, T27, T30 e T40.

- **Chave de fenda:** ferramenta típica, básica e muito útil. São utilizadas em parafusos que possuem em sua cabeça uma *fenda*. A sua *ponteira* é achatada e estreita.



Figura 03.11: chave de fenda.

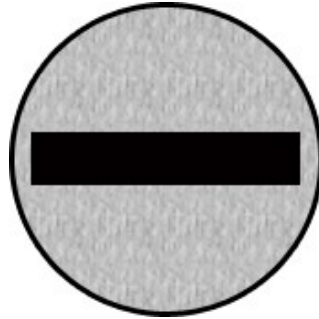


Figura 03.12: cabeça de parafuso do tipo fenda.

Sugestão: adquira um pequeno kit de chaves que tenha pelo menos uma chave com tamanho próximo de 3/16x4”.

- **Espátulas:** são extremamente úteis. Existem televisores que suas carcaças são apenas encaixadas, ou seja, não usam parafusos (É o caso da Samsung un40j5290). E o técnico tem que ir destravando ela, procedimento esse que pode ser necessário mesmo que haja parafusos. Olha aqui como a questão da análise inicial, e inclusive da consulta do manual, é importante. Tem TVs que você vai procurar parafusos para soltar a carcaça e não vai encontrar. Pode adquirir algum kit de espátulas para reparos em eletrônicos, abrir carcaças, abrir notebook, celulares, etc. E de preferência para algum kit que possua espátulas diversas de plástico e de metal. Ou adquira dois kits para formar um conjunto completo.



Figura 03.13: veja aqui um exemplo de espátulas.

Existem mais ferramentas? Claro que sim! Principalmente se for considerar ferramentas para serviços em TVs e monitores no geral. Mas para começar, essas aqui são mais que suficientes. Até porque o título do tópico é ferramentas para desmontar uma TV ou monitor.

No decorrer do curso você terá acesso explicações de outras ferramentas conforme for necessário.



Como Lidar com Parafusos

Neste tópico, meu objetivo é te orientar de forma clara e prática sobre dois pontos fundamentais:

- **Os tipos de parafusos mais comuns que você pode encontrar durante o reparo:** não listei todos os modelos existentes, mas destaquei alguns dos principais tipos que você certamente vai encontrar com frequência na bancada ao lidar com TVs e monitores.
- **Como desmontar sua TV (ou qualquer outro aparelho) de forma organizada e segura:** você vai aprender a desmontar sem correr o risco de se confundir com os parafusos, sem perder peças pelo caminho e — o mais importante — **sem deixar sobrar parafusos na hora de montar novamente.**

Vamos em frente! Organização e atenção desde o início fazem toda a diferença no sucesso do reparo.

Tipos Comuns de Parafusos

Ao desmontar TVs ou monitores, e outros aparelhos, diferentes tipos de parafusos são encontrados, cada um com características específicas para fixação, resistência e compatibilidade com materiais como plástico, metal ou circuitos. A seguir listei alguns tipos comuns, com detalhes técnicos e aplicações. Repito que não citei todos os tipos existentes. Fiz apenas um pequeno resumo de alguns que considero importante diferenciar. E um detalhe óbvio: você não vai encontrar todos eles em um único aparelho. Outro detalhe: cito adiante algumas características, mas pode existir muitas variações, modelos e características além do que citei! Se eu menciono que um parafuso pode ser Phillips ou Torx, nada impede que exista versões fenda ou allen.

Explicações dadas, vamos aos parafusos:

1. Parafusos Autoatarraxantes (Rosca Grossa)

- **Nome Técnico:** Parafuso autoatarraxante (sheet metal screw).
- **Características:** Rosca grossa e espaçada, ponta fina e pontiaguda, geralmente com acionamento Phillips.
- **Uso:** Fixação de carcaças plásticas, como tampas, criando sua própria rosca no material. Também usados em molduras e suportes leves.
- **Observação:** Fáceis de instalar, mas requerem cuidado para evitar excesso de torque, que pode danificar o plástico.



Figura 03.14: exemplo de Parafusos Autoatarraxantes (Rosca Grossa).

2. Parafusos Máquina / Parafusos Rosca Máquina

- **Nome Técnico:** Parafuso de máquina.
- **Características:** Rosca métrica fina (ex.: M4x0,5 mm), ponta chata ou levemente arredondada, acionamento Phillips ou Torx. Pode ser cabeça chata, panela, redonda, etc.
- **Uso:** Fixação em porcas, buchas metálicas ou suportes internos, como placas de circuito, fontes de alimentação e dissipadores de calor. Ideal para áreas sujeitas a vibração.
- **Observação:** Requer rosca pré-existente ou bucha compatível; alta precisão no alinhamento é essencial.



Figura 03.15: parafuso Rosca Máquina Cabeça Panela.

3. Parafusos Flangeados

- **Nome Técnico:** Parafuso com flange (flanged screw).
- **Características:** Possui uma base alargada (flange) integrada, funcionando como arruela para distribuir a força. Acionamento Phillips ou Torx, rosca grossa ou fina. Importante citar que existe tipos/variações de parafusos com flanges, parafuso Sextavado Flangeado, parafuso Chipboard Flange, parafuso Flangeado Ponta Agulha, parafuso Sextavado Flangeado Ponta Broca, etc.

- **Uso:** Fixação de bases de apoio, suportes VESA ou componentes que exigem distribuição de carga para evitar trincas em plásticos ou superfícies frágeis.
- **Observação:** Comuns em montagens externas, garantem maior estabilidade estrutural.



Figura 03.16: um parafuso Flangeado (Phillips).

4. Parafusos Torx

- **Nome Técnico:** Parafuso Torx (exemplo: T5, T8, T10, T20).
- **Características:** Acionamento em estrela de 6 pontas, rosca fina ou grossa, cabeça cilíndrica, chata, flangeada, etc.
- **Uso:** Fixação de componentes sensíveis, como fontes, placas internas ou monitores de alta gama. Oferece maior resistência ao desgaste do acionamento e segurança contra abertura não autorizada.
- **Observação:** Menos comum em carcaças externas, mas frequente em áreas internas críticas.



Figura 03.17: parafuso Torx Cabeça Chata.

5. Parafusos de Ombro

- **Nome Técnico:** Parafuso de ombro (shoulder screw).
- **Características:** Seção cilíndrica lisa (sem rosca) entre a cabeça e a parte rosçada, acionamento Phillips ou Torx.
- **Uso:** Articulações ou suportes ajustáveis, como bases de monitores com inclinação ou rotação. Permite movimento controlado e alinhamento preciso.
- **Observação:** Raros, encontrados em modelos premium ou com mecanismos complexos.



Figura 03.18: exemplo de parafusos de ombro.

Considerações sobre tipos de parafusos


Aqui citei apenas alguns tipos de parafusos, com o objetivo de te dar o conhecimento necessário para identificá-los e diferenciá-los durante seus trabalhos técnicos.


Existem outros tipos? Com certeza — e muitos! Mas não faz sentido apresentar aqui um estudo extenso e desnecessário sobre parafusos.

O que realmente importa é que você entenda o seguinte: **parafusos possuem tipos e características distintas**, com finalidades específicas e adequadas para cada aplicação.

Eles podem ter:

- Rosca fina ou grossa;
- Ser autobrochantes ou não;
- Ter ponta ou não;
- Diferentes tamanhos e diâmetros;
- E exigir ferramentas específicas como chave de fenda, Phillips, Torx, Allen, entre outras.

 **Regra de ouro:** respeite o uso original de cada parafuso. Não retire um parafuso e o substitua por outro qualquer. Cada posição pode ter uma exigência específica — seja para unir duas carcaças plásticas, prender plástico em metal, fixar uma placa eletrônica, uma tela ou outros componentes internos.

 A escolha certa do parafuso garante:

- A segurança da montagem;
- A integridade da estrutura;
- E evita danos futuros.

Como desmontar sua TV (ou qualquer outro aparelho) de forma organizada e segura

Agora vamos à melhor parte: a prática! Tudo o que ensino aqui serve não apenas para televisores e monitores, mas para qualquer tipo de aparelho eletrônico — seja ele pequeno, médio ou grande.

E não importa se o equipamento tem apenas alguns parafusos ou centenas deles.

Na verdade, quanto mais parafusos o aparelho tiver, mais sentido farão os princípios e orientações que estou te passando aqui.

Organização, atenção e método são as chaves para desmontar com segurança e remontar com precisão — sem perder peças, sem sobrar nada e sem danificar o equipamento.

Primeira orientações:

- **Identificação:** Organize os parafusos por tipo, tamanho e localização durante a desmontagem.
- **Ferramentas:** Utilize chaves apropriadas, seja chave de fenda, Phillips, Torx ou outras. Aplique torque controlado para evitar danos.

- **Reutilização:** Evite reutilizar parafusos danificados, especialmente de rosca fina, para garantir a integridade da fixação. Se a fenda que fica na cabeça do parafuso estiver danificada, desgastada ou até quebrada, troque o parafuso por um igual.
- **Manual de serviço:** já abordei sobre ele, você já sabe que ele é muito útil. Se tiver acesso a ele, consulte-o.

Bora pra prática!

Deixo aqui orientações que irão atender principalmente quem está começando do zero. Se você já é um engenheiro, ou um profissional de anos de experiência, creio que esses ensinamentos básicos não farão tanto sentido. Creio que você já possui seus próprios métodos.

Mas se você está começando agora, não se preocupe. Na sequência, deixo minhas orientações e um passo a passo detalhado para te guiar com segurança:

1: Inspeção visual detalhada: com ou sem manual de serviço, o primeiro passo é verificar detalhadamente a parte traseira da televisão ou monitor. É possível perceber alguma tampa principal que vai se soltar na parte traseira? Ou alguma parte de carcaça que se soltará? Podemos verificar quais parafusos iremos retirar inicialmente de acordo com cada serviço.

1.1: Existem modelos de televisões que a tampa é solta apenas destravando-a. E percebe-se isso pela visível ausência de parafusos.

1.2: Se isso ocorrer, verifique se há algum parafuso “escondido”, que pode ser um item de segurança de travamento da carcaça;

1.3: O manual de serviço é muito valioso nessas situações;

1.4: E nessas situações você usará espátulas para destravar a carcaça;

1.5: Atenção: dependendo do modelo, a tampa traseira fica montada no suporte, e ao soltar os parafusos, é a parte da frente (junto com a tela) é que se solta. Manual mais uma vez é útil.

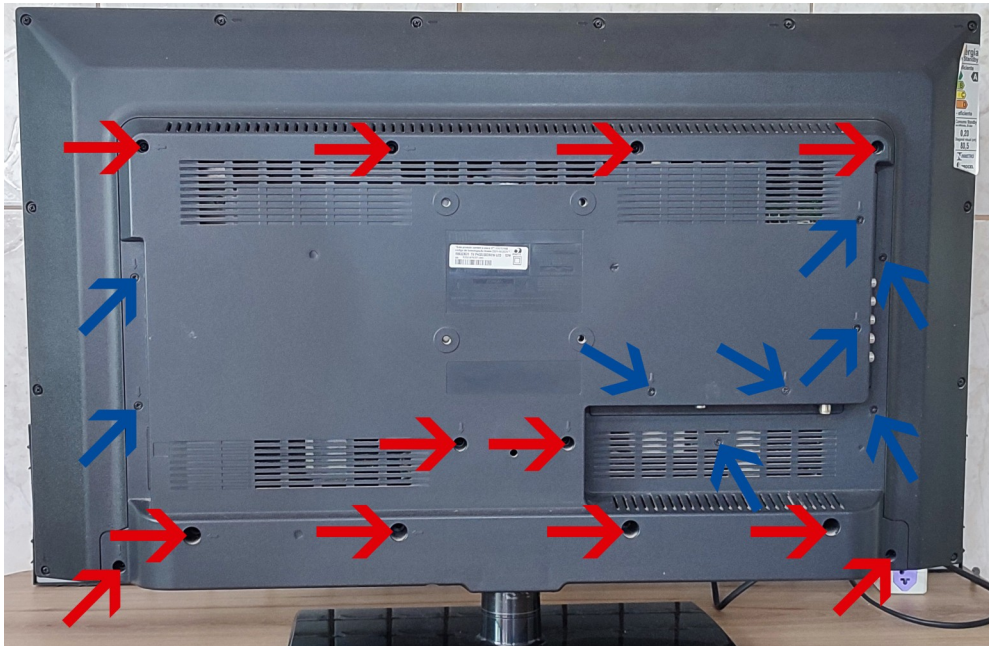


Figura 03.19: veja a minha análise inicial.

2: Na imagem 02.19 você pode verificar a minha análise inicial da televisão que estou usando como exemplo.

2.1: No meu exemplo, constatei dois tipos de parafusos diferentes (pelo menos inicialmente): um cabeça chata (setas azuis) e um cabeça redonda (setas vermelhas). E há um parafuso “secreto” que apresento um pouco adiante.

2.2: São esses parafusos que vou retirar inicialmente para chegar até a fonte por exemplo. Observe que existe uma “tampa” visível. Percebe-se isso pelo encaixe da carcaça menor, existe ali uma junção, um vão de encaixe, uma linha de união.

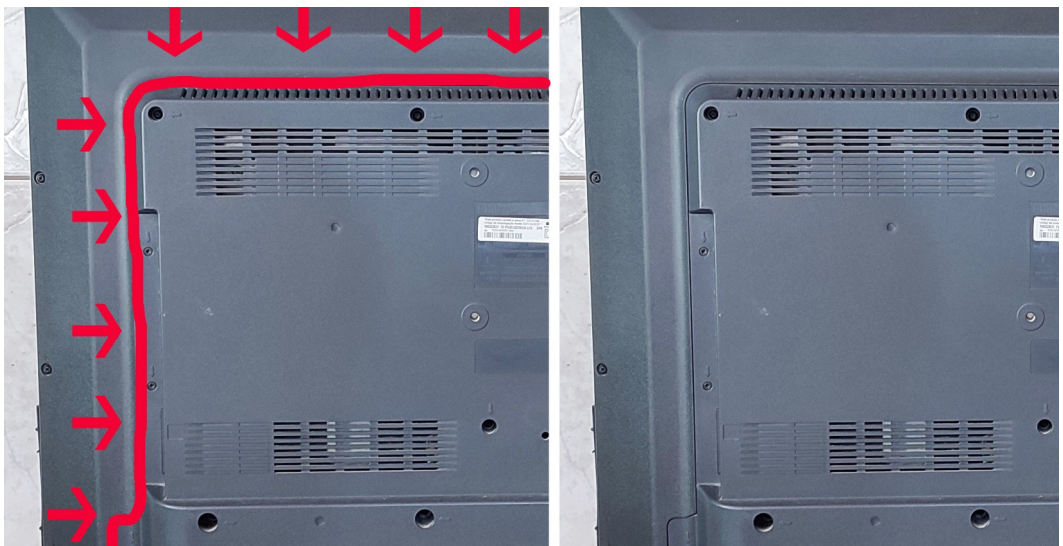


Figura 02.20: perceba a carcaça do meu exemplo.

3: Agora que já analisou a parte traseira, identificou parafusos e verificou as carcaças, basta retirar todos os parafusos correto? Errado! Vou deixar aqui duas orientações, duas dicas de ouro, que ajudarão com perfeição a todos os iniciantes. E até profissionais, por que não?

3.1: Dica de ouro número 01: faça um esquema em um papel. Pegue um papel e caneta (caneta ou lápis, folhas de ofício, caderno, etc) e faça desenhos. Faça um desenho o mais completo o possível, indicando a posição dos parafusos e tipos de parafusos.

Essa dica parece ser extremamente simples, mas imagine equipamentos que possuem mais de 50 ou 80 parafusos. Achou exagero? Então creio que você nunca trabalhou com equipamentos de médio e grande porte. A galera da área de impressoras sabe do que estou falando. Quem já trabalhou com televisões grandes sabe do que estou falando.

Não tenha dúvida: esquematize tudo que puder. Faça anotações, como quantidade de parafusos, tipo de chave usada e por aí vai. E você não fará um único desenho. Fará vários conforme o trabalho de desmontagem avançar.

Quando for remontar o equipamento, esses esquemas ajudam e facilitam o trabalho. Evitará erros e irá acelerar a remontagem. acredite em mim: você terá um alívio tremendo.

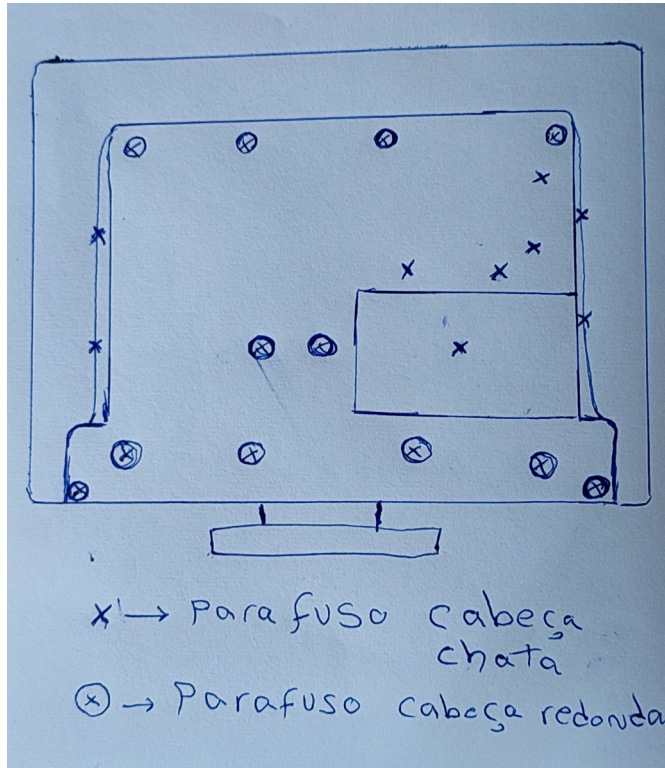


Figura 02.21: não precisa ser um artista. O importante é você entender o desenho que você fez.

4: Dica de ouro número 02: considero essa dica um complemento importante para a dica anterior. Principalmente ao lidar com equipamentos que possuem quantidades volumosas de parafusos. Conforme desaparafusar, separe cada grupo de parafusos de acordo com os tipos e os locais em que eles são usados. Faça assim:

4.1: Consiga copos descartáveis ou quaisquer outros recipientes que dê para usar;

4.2: Usando uma caneta e fita adesiva, identifique cada copo de acordo com os parafusos que irá colocar dentro deles. Os parafusos devem ser separados pelo tipo e locais onde eles ficam. Exemplo: Parafusos cabeça redonda, tampa traseira menor. Atenção: perceba que a dica 01 faz todo sentido agora. Isso porque é preciso saber os locais onde os parafusos cabeça redonda são usados. Na tampa traseira do meu exemplo são dois tipos de parafusos. Fique ligado!

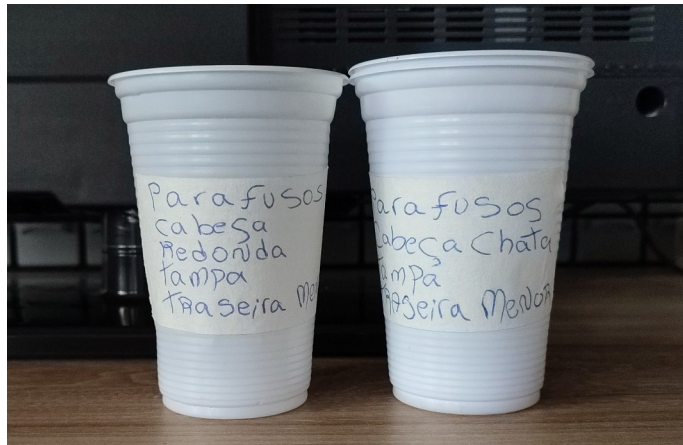


Figura 02.22: organização, dica simples que vale ouro.



Figura 02.23: um organizador de eletrônica pode ser usado no lugar de copos.



Figura 02.24: ou você prefere o caos? E olha que aqui na foto tem poucos parafusos.

5: Atenção: parafusos “escondidos”. Sim, isso pode acontecer. O fabricante parece querer complicar a vida dos técnicos. Coloca um ou mais parafusos bem escondidos. Se não retirá-los a carcaça não vai abrir, ou pior, pode até quebrar se for forçada. Por isso a inspeção inicial tem que ser detalhada.



Figura 02.25: parafuso bem escondido.

5.1: E coloque alguma indicação desse parafuso no seu desenho. E no meu exemplo, esse parafuso “secreto” é diferente dos dois anteriores. É um único parafuso, e ele é diferente. Resolvi identificá-lo e separá-lo. Inclusive, na imagem a seguir você verá mais uma idéia de organização.

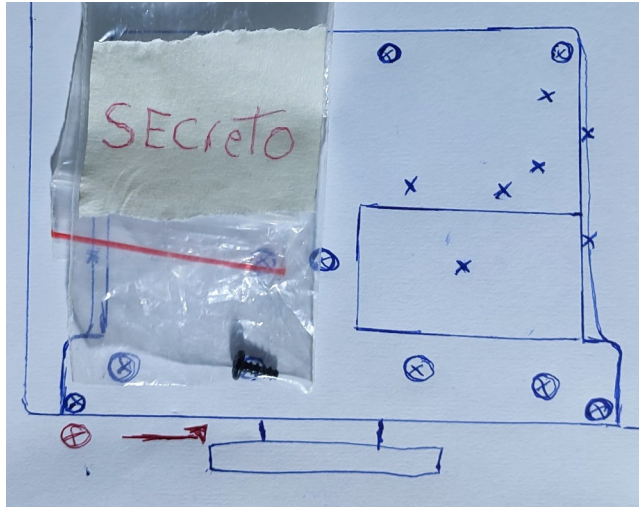


Figura 02.26: simples, organizado e funcional.

6: Vamos reforçar o que já aprendemos até aqui: Dependendo da **marca e do modelo** da televisão, o processo de desmontagem pode variar significativamente. Em alguns casos, ao soltar os parafusos, é a **tampa traseira** que se solta. Em outros modelos, é a **parte da frente inteira** — incluindo a tela — que se desprende da estrutura.

7: Atenção total neste momento: Se você não estiver atento, a parte frontal pode **despencar repentinamente**, causando **danos sérios à tela**, muitas vezes irreversíveis.

8: Além disso, fique alerta com os **cabos flat** e fios. Se forçar eles **podem rasgar ou romper**, pode danificar conectores, etc.

9: Dica essencial: ao remover os parafusos, **mantenha sempre uma das mãos apoiando a estrutura** e vá observando como a carcaça se comporta. Nunca force. E ao notar que a tampa ou parte da frente está começando a se soltar, **pare e observe com atenção onde estão os cabos conectados** antes de puxar qualquer peça.

10: Com todas essas orientações iniciais, pode começar as primeiras etapas de desmontagem do seu aparelho. No caso da televisão, o objetivo inicial é retirar a primeira tampa e ter acesso aparte tarseira onde fica a placa fonte e a placa-mãe. Vamos retirar a tampa ou soltar a **parte da frente inteira** (Esse é o caso da televisão do meu exemplo) — incluindo a tela — que se desprende da estrutura.

11: Solte os fios a cabos que forem necessário. Conforme você solta a carcaça, fique atento a esses detalhes.

Neste ponto já temos acesso a diversos componentes, tais como a placa fonte. Vamos trabalhar tudo isso nos capítulos adiantes. **O que é importante entender agora:** chegamos a um ponto fundamental: **conseguimos iniciar um trabalho com segurança e método**. Realizamos uma primeira desmontagem

de forma segura, bem orientada e com todas as dicas necessárias, especialmente pensadas para quem está começando.



Figura 02.27: carcaça aberta.

Orientação para finalizar este capítulo:
Neste momento, já temos acesso à fonte chaveada da televisão, além de outras partes importantes. No entanto, é essencial compreender **toda a estrutura física do aparelho que você tem na bancada.**




Aqui, estou utilizando como exemplo uma **Philco PH32U20DSGW LED**. Esse modelo possui características próprias: parafusos em pontos específicos, uma carcaça com

encaixes e travas próprias, um comportamento estrutural que deve ser respeitado.

A partir dela, estou esmiuçando todos os detalhes para te entregar o máximo de clareza possível. **Mas atenção:** Você precisa **estudar e se adaptar à realidade do equipamento que estiver em suas mãos**. É **imprescindível conhecer a “anatomia” do seu aparelho** — cada marca, cada modelo, cada estrutura é única. No caso da Philco usada como exemplo: removemos a carcaça traseira e liberamos o acesso à fonte de alimentação e outros componentes; Uma parte grande da estrutura, junto com a tela, se soltou.

Agora, imagine que o seu objetivo seja apenas **trocar as barras de LED**: Nesse caso, **esse processo de desmontagem completo pode não ser necessário**. Você pode simplesmente montar novamente essa parte e desmontar somente a porção necessária para acessar a tela e os LEDs.

Em Resumo:

-  Estude.
-  Analise.
-  Entenda a anatomia do aparelho com o qual está trabalhando.

Esse conhecimento fará toda a diferença entre um reparo amador e um serviço técnico de excelência.

CAPÍTULO

04



**Como é Por Dentro de uma
TV LCD/LED**

Vamos dar início a mais um capítulo importante

Até aqui, já passamos por um bom volume de teoria, seguido de um capítulo prático no qual apresentei todas as instruções possíveis sobre a desmontagem do seu equipamento — seja uma televisão, um monitor, uma impressora ou outros aparelhos.

Na parte da desmontagem, fui minucioso, detalhado e segui um passo a passo cuidadoso, especialmente pensando em quem está começando.

Agora, avançamos para mais uma etapa fundamental: **conhecer melhor os componentes internos de uma TV.**

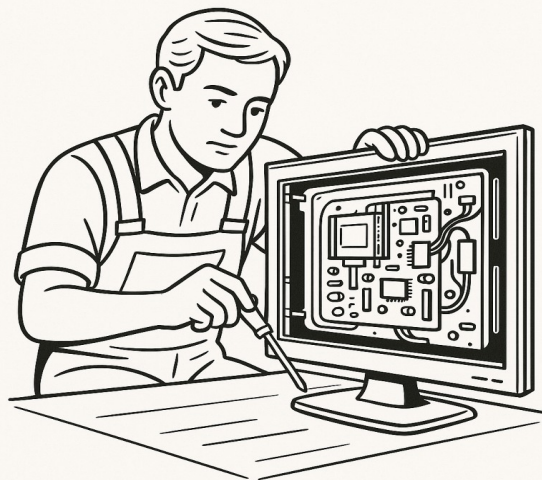



Figura 04.1: vamos conhecer a “anatomia” de uma TV.

Afinal, quando abrimos uma televisão, o que encontramos ali dentro? Placa-fonte? Conversor de LED? Placa principal? Outras placas de circuito impresso?

 **O objetivo deste capítulo é exatamente esse:** Te apresentar todos esses elementos com clareza, de forma simples, didática e bem explicada — passo a passo, como sempre fazemos por aqui.

Anatomia de uma TV LED

Vamos começar com uma análise bem detalhada — e fácil de acompanhar — de uma TV LED que podemos chamar de “típica”.

Talvez o termo mais adequado fosse **TV LED simples** ou **TV LED padrão**, mas usaremos “típica” aqui para representar um modelo comum, daqueles que você certamente encontrará em sua bancada.

Na sequência, também mencionarei algumas particularidades das TVs LCD mais antigas.

 **E aqui vai um ponto muito importante que já ensinei por aqui:**

Toda TV LED também é uma TV LCD.

Isso mesmo — e é aqui que muita gente se confunde!

Tanto os monitores quanto as TVs que chamamos de LED **na verdade utilizam painéis LCD.**

A **diferença está no tipo de iluminação (backlight)** usado:

- **LCD padrão (CCFL):** utiliza lâmpadas fluorescentes de cátodo frio.
- **LED:** utiliza diodos emissores de luz (LEDs).

✓ No uso cotidiano, os termos “TV LCD” e “TV LED” são empregados como uma forma de **diferenciação popular**. E tudo bem! Nós, como técnicos, **sabemos a diferença real entre eles**, mas vamos admitir: essa distinção popular torna tudo mais simples na comunicação com o público.

Explicações iniciais dadas, vamos partir logo para o que interessa. Na sequência temos uma diagrama em blocos de um televisor LED.

Este circuito foi simplificado ao máximo e representa apenas os blocos mais básicos e elementares de uma TV LED típica.


É claro que podem existir variações entre os inúmeros modelos e marcas disponíveis no mercado — e isso é absolutamente normal.

Afinal, **quem define toda a engenharia eletrônica dos dispositivos são os próprios fabricantes**, e cada um adota soluções conforme seus objetivos de custo, espaço e desempenho.

Quer um exemplo?

Neste diagrama, apresentei separadamente a **placa-mãe**, a **fonte chaveada** e o **conversor de LED**.

Mas, em muitos casos, por uma questão de economia de espaço ou redução de custos, **o fabricante pode integrar esses três blocos em uma única placa**.

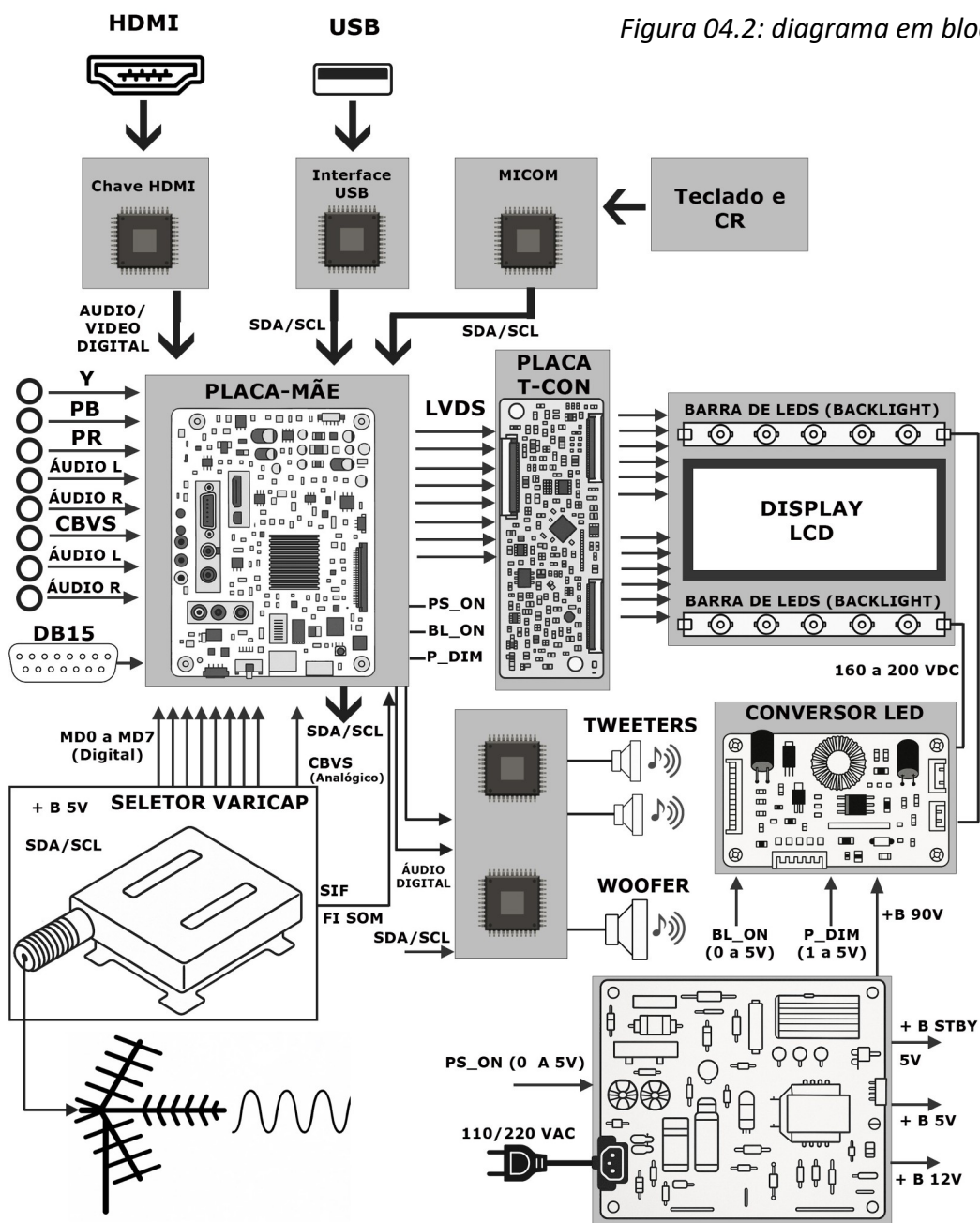
 Quando isso acontece, temos o que chamamos de **placa conjugada** ou **placa única** — onde fonte, main board e conversor de LEDs estão todos embutidos em um única placa de circuito impresso.

Essa abordagem é cada vez mais comum em TVs de entrada ou modelos compactos, mas o princípio de funcionamento permanece o mesmo — e o seu raciocínio técnico deve se adaptar a essas variações.

Agora sim, vamos ao diagrama!

Capítulo 04 – Como é Por Dentro de uma TV LCD/LED

Figura 04.2: diagrama em blocos.



Como podemos observar, a figura 04.2 é um diagrama em blocos de uma TV LED “típica”. O diagrama está simplificado para facilitar a explicação. Isso significa que todas as interligações de cada bloco que você pode verificar é apenas simbólico, ou seja, não representa as interligações reais no circuito. Isto é, não representa os barramentos, fios e cabos como eles realmente são. Mas todo diagrama em bloco é assim: você verá setas que representam simbolicamente a interligação de cada bloco.

Independente disso, entenda o seguinte: esse diagrama é importantíssimo para quem está começando. Aqui vamos de fato conhecer cada parte de uma Televisão. Veja quantos elementos temos nesse diagrama. E vamos aprender um por um. Você quer aprender? Se a resposta for sim, este capítulo foi feito para você.

Orientação importante: peço que você preste o máximo de atenção em cada elemento que eu explicar. Serei o mais direto possível, explicando de forma clara e acessível, e deixando todas as orientações indispensáveis. Existem observações cruciais, detalhes que fazem diferença e casos em que as placas podem ser do tipo conjugadas. Por isso, sua atenção e dedicação ao aprendizado são fundamentais.

Então vamos lá, passo a passo!

👉 Fonte de Alimentação

Você pode observar a fonte de alimentação no nosso diagrama. Preste atenção: quando falamos fonte de alimentação da TV, estamos nos referindo à fonte de alimentação principal, a fonte chaveada que recebe a tensão de 110 ou 220V direto da tomada.

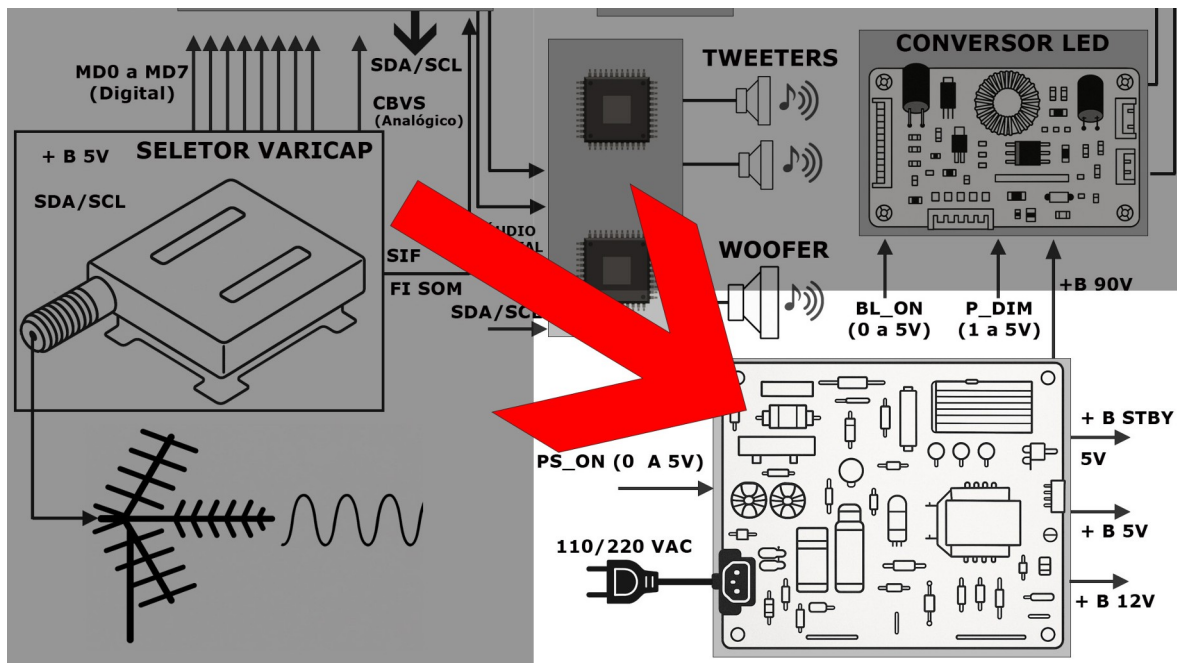


Figura 04.3: fonte de alimentação (SMPS).

Capítulo 04 – Como é Por Dentro de uma TV LCD/LED

Uma fonte de alimentação chaveada opera usando um processo de comutação, onde a energia elétrica é ligada e desligada rapidamente em ciclos. Ela usa componentes como transistores de potência e indutores.

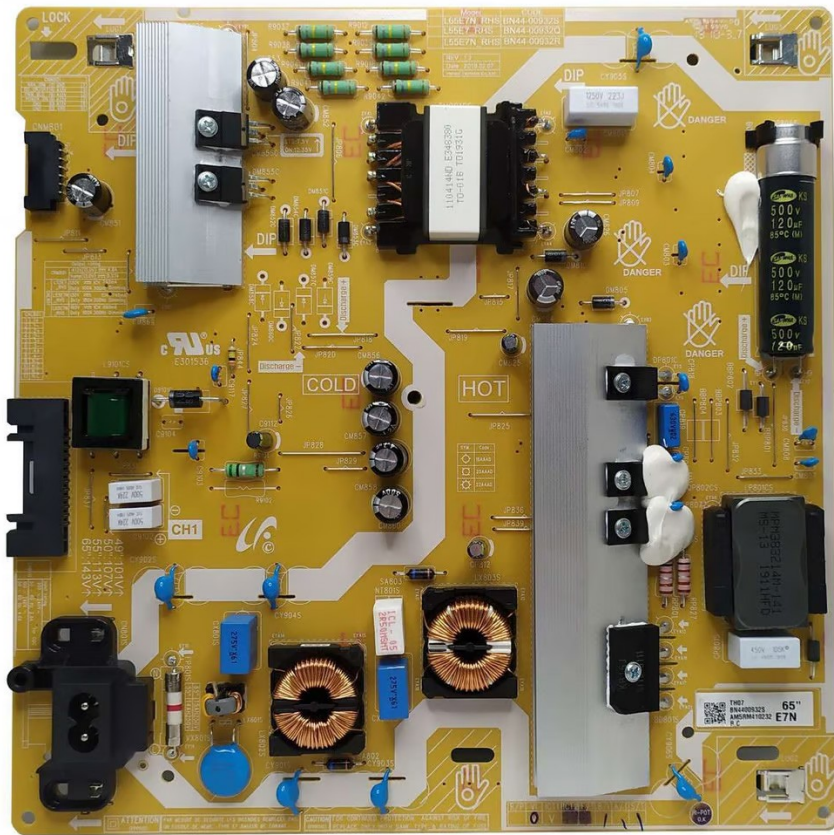


Figura 04.4: uma placa fonte de alimentação de uma TV. A marca e modelo não importa no momento.

A energia elétrica é convertida em pulsos controlados eletronicamente, alternando entre ligado e desligado, e depois filtrada para obter a tensão de saída desejada.

Nas fontes de alimentação chaveadas em alta frequência, a tensão de entrada passa por um aumento de frequência antes de entrar no transformador.

A fonte é conectada à rede elétrica de CA (corrente alternada) de entrada, que normalmente opera em tensões como 110V ou 220V, dependendo da região e do padrão elétrico. Ela é responsável por receber a energia da rede elétrica e prepará-la para uso pelo dispositivo ou sistema.

Essa explicação é bem básica, é apenas uma introdução. Há neste material um capítulo que aborda a fonte em detalhes. Você vai ter a oportunidade de conhecer cada bloco, cada estágio de uma fonte e como tudo funciona.

Apenas para adiantar conteúdo, vou apenas explicar bem rapidamente o que são esses sinais e tensões que vemos no diagrama em blocos:

- **110/220 VDC:** é a tensão de entrada vinda diretamente da tomada onde a TV está ligada;
- **PS_ON (de 0 a 5V):** é o comando responsável em ligar ou desligar a televisão;
- **+B STBY:** são 5 V que alimenta o circuito de stand-by da placa-mãe;
- **+B 5V e + B 12V:** tensões para alimentar a placa-mãe.

O que é importante entender agora?

Neste ponto o mais importante entender é o seguinte:

- Você pode encontrar a fonte chaveada em uma placa (PCB) à parte. Essa placa vai compor os circuitos da fonte, e só;
- E pode ocorrer de todo o circuito da fonte e da placa-mãe estarem em uma única placa (PCB). É o que chamamos de placa conjugada ou placa principal integrada com a fonte. Ela também pode ser chamada de:
 - Main board com fonte embutida;
 - Placa-mãe híbrida;
 - Placa única (single board).

Muitos fabricantes fazem essas placas conjugadas por uma série de motivos:

- Redução de custo;
- Menos componentes e espaço ocupado;
- Simplificação do projeto.

E tudo depende do projeto do fabricante. Se ele quiser e for possível de acordo com o projeto, ele pode construir placas com praticamente tudo embutido, incluindo outras placas/circuitos que nem citei ainda.

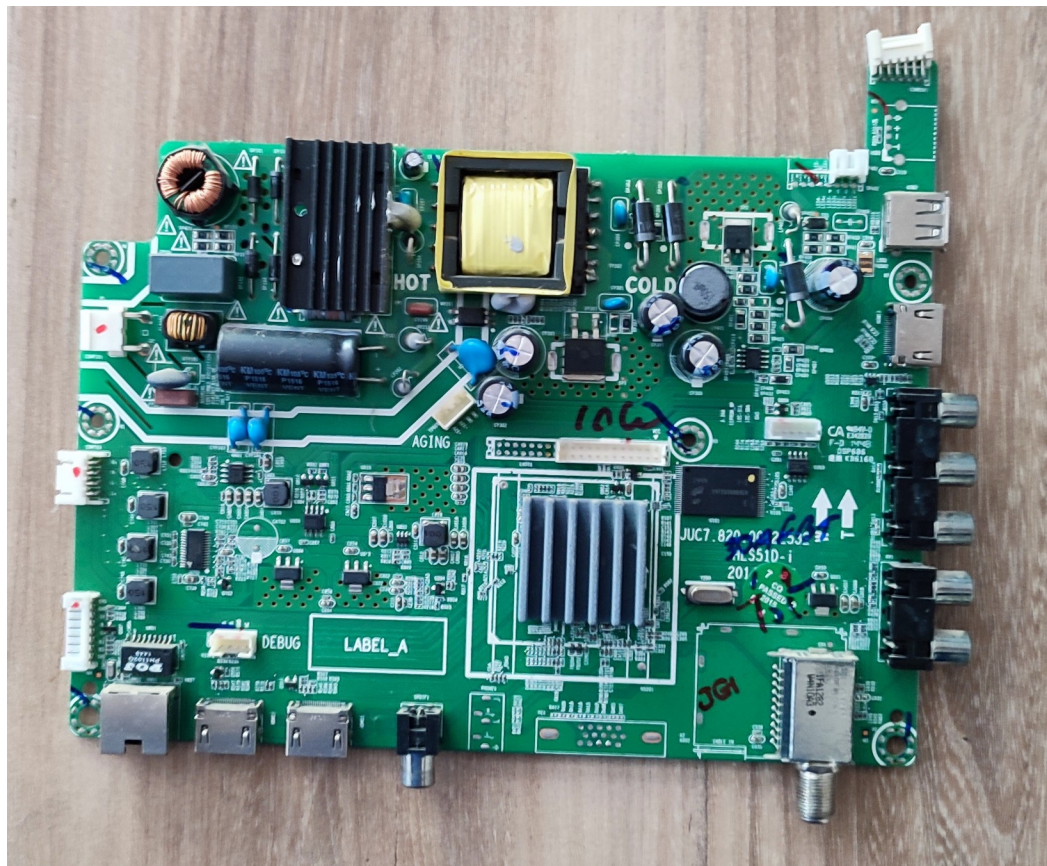


Figura 04.5: aqui vemos uma placa conjugada. Já vou deixar esse exercício para você: observe as características que já mencionei. Por que ela é uma placa conjugada?

Por isso, tenha isso em mente: abriu uma TV e visualizou somente uma placa principal? Cadê a fonte? Cadê a placa-mãe? Calma. Pode estar tudo embutido em uma única placa. E você vai perceber isso pela “falta” de placas (óbvio) individuais, e analisando a placa em questão:

- Ela possui uma entrada principal de energia: a energia que chega da tomada;
- E possui os circuitos característicos da placa-mãe, como por exemplo portas HDMI (onde podemos conectar um videogame por exemplo), seletor varicap e etc.

Conversor LED

O que chamamos de conversor LED é o circuito de alimentação do backlight de LEDs. É um circuito conversor DC-DC.

Vai haver barras de LEDs que são ligadas em série em um conector na placa desse circuito. Conforme você pode verificar no nosso diagrama, eles podem ser alimentados com uma tensão de 160 a 200 VDC.

E observe no diagrama que há uma tensão de 90V vindo da fonte chaveada principal. É essa tensão que alimenta o conversor LED.

A fonte chaveada principal fornece uma tensão de 90V, que é aplicada ao conversor LED. Esse circuito, conhecido como conversor DC-DC, é composto por bobinas, mosfets, circuito integrado (CI) oscilador de PWM para chaveamento e outros componentes eletrônicos.

O conversor LED também controla o brilho do backlight. No conector das barras de LEDs, um pino (como o pino 4) fornece uma tensão variável de 1 a 40V.

O brilho é ajustado por meio dessa tensão, controlada pelo chaveamento de um CI oscilador de PWM. Nesse sistema, uma tensão maior reduz o brilho, enquanto uma tensão menor o aumenta. Mas, como isso é possível? Por que se a tensão for maior, o brilho diminui? Vou explicar: o brilho é controlado pela variação dessa tensão (1 a 40V), onde uma tensão maior reduz a corrente nos LEDs, diminuindo o brilho, e vice-versa.

Aqui é importante citar o sinal P_DIM:

- **P_DIM:** sinal de controle que, quando ativo (nível lógico de 5V), comanda um CI para ajustar o sinal PWM, variando a tensão de 1 a 40V e controlando o brilho.

No diagrama podemos verificar ainda o comando:

- **BL_ON:** quando em 5V ele aciona mosfets que irão cuidar da alimentação do CI que permite ligar o backlight de LEDs. Em termos simples, ele é um sinal de liga e desliga para o conversor LED.

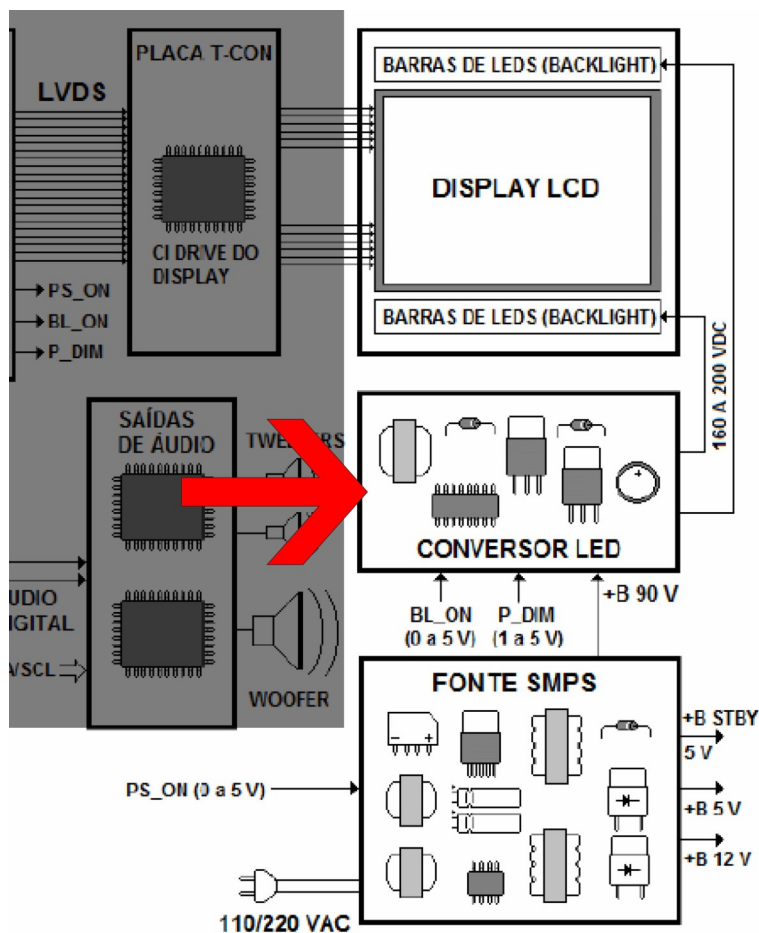


Figura 04.6: conversor LED.

Um ponto muito importante: esse circuito (conversor LED) pode estar em uma placa à parte? Sim. Tanto que no nosso diagrama coloquei ele separado para um melhor estudo. Mas isso não é regra, fique atento: pode ocorrer desse circuito está embutido na placa fonte principal. É só observar os cabos que irão para a alimentação das barras de LEDs. Como já expliquei, vai

haver barras de LEDs que são ligadas em série em um conector na placa desse circuito. Ou seja, o cabo que interliga as barras de LEDs estão conectados onde? É na placa fonte principal? Se sim, o circuito está embutido nela.

E para finalizar esse tópico é importante citar sobre os conversores triplos e sextuplos: é extremamente comum, e isso vai acontecer com você, a TV usar mais de duas barras de LEDs. Nessas situações você poderá lidar com o que chamamos de conversores triplos ou sextuplos.

Você pode se deparar, por exemplo, com um conversor triplo para seis barras de LEDs, que irá possuir três bobinas, sendo uma para cada duas barras de LEDs. Além disso, outros elementos podem ser observados: seis mosfets (onde três são para controle de brilho) e três capacitores grandes, que são usados como filtro e retificadores.

Outra possibilidade: conversor sêxtuplo para seis barras de LEDs, onde você poderá verificar seis conversores ao total. Você notará por exemplo a presença de seis capacitores grandes, que são usados como filtro e retificadores.

Estou dizendo que isso é regra? Não meus amigos. Tudo depende do projeto e do fabricante. Você vai analisar visualmente. Seguindo o que acabei de ensinar, não tem como errar.

👉 Retroiluminação e Painéis Edge-lit e Back-lit em TVs

Até este ponto expliquei tudo passo a passo e da forma mais fácil de entender o possível. Como no último tópico a abordagem foi sobre o conversor LED, trago agora explicações sobre essa questão de retroiluminação. No nosso diagrama, chegamos a este ponto mostrado na imagem.

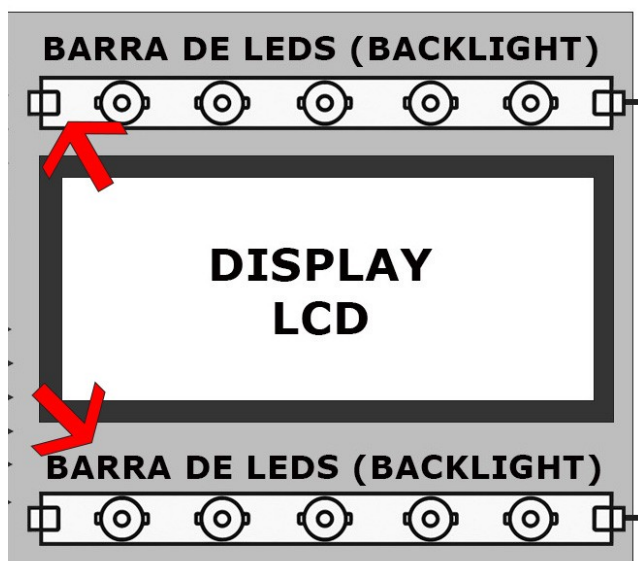


Figura 04.7: vamos continuar deste ponto.

O que é Retroiluminação?

A retroiluminação é o sistema responsável por iluminar os painéis de TVs LCD (Liquid Crystal Display). Como os cristais líquidos não emitem luz própria, uma fonte traseira é necessária para tornar as imagens visíveis. Essa iluminação influencia diretamente o brilho, contraste e a uniformidade da tela — fatores essenciais para a qualidade visual.

Evolução da Retroiluminação

1. Lâmpadas CCFL (Cold Cathode Fluorescent Lamp)

Antes dos LEDs, as TVs LCD utilizavam lâmpadas fluorescentes de cátodo frio como fonte de luz. Dispostas atrás do painel ou nas bordas, elas ofereciam iluminação básica, mas apresentavam várias limitações:

- Alto consumo de energia;
- Espessura elevada do aparelho;
- Vida útil reduzida;
- Contraste limitado, com pretos pouco profundos.



Figura 04.8: lâmpadas CCFL.

2. LEDs: A Revolução na Retroiluminação

A partir dos anos 2000, os LEDs (diodos emissores de luz) substituíram as CCFLs, oferecendo benefícios significativos:

- Eficiência energética superior;
- Designs mais finos;
- Melhor controle de brilho e contraste com local dimming;
- Maior durabilidade.

Com a adoção em massa dessa tecnologia, surgiram variações no posicionamento dos LEDs, como os sistemas **Edge-lit** e **Back-lit**.

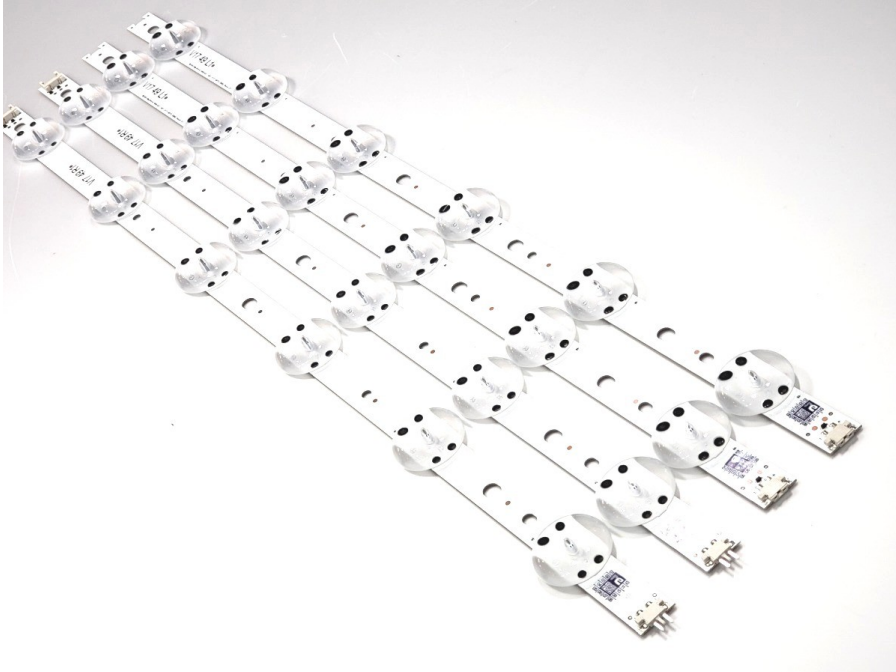


Figura 04.9: barra de LEDs.

Edge-lit: LEDs nas Bordas

Neste sistema, os LEDs ficam localizados nas extremidades da tela, e a luz é distribuída por um difusor para iluminar todo o painel.

- **Vantagens:**

- Permite designs ultrafinos
- Reduz o consumo energético
- Custo de produção mais baixo

- **Desvantagens:**

- Iluminação menos uniforme
- Contraste inferior em cenas escuras
- Possibilidade de vazamento de luz (light bleeding)

Exemplo: A TV Samsung UN50AU7700 é um modelo típico com retroiluminação Edge-lit, oferecendo design slim com custo competitivo.

Back-lit (ou Direct-lit): LEDs atrás do painel

Nesse modelo, os LEDs ficam distribuídos por toda a parte traseira do painel, proporcionando uma iluminação mais homogênea.

- **Vantagens:**

- Melhor uniformidade de brilho
- Contraste mais profundo com local dimming
- Custo-benefício interessante

- **Desvantagens:**

- Maior espessura da TV
- Menor número de zonas de escurecimento em comparação com Mini-LED
- Consumo energético levemente superior

Exemplo: A Philips 55PUG7908/78 utiliza tecnologia Direct LED combinada ao sistema Ambilight para uma experiência visual mais imersiva.

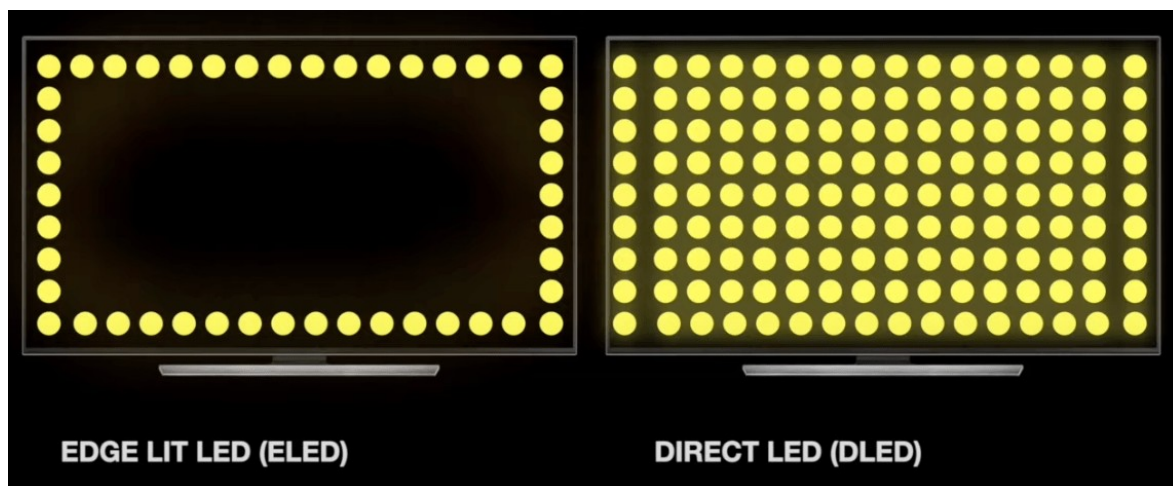


Figura 04.10: Edge-lit e Back-lit.

Back-lit e Full-Array

Bom você entender, existem diferenças nesses dois termos:

◆ Back-lit (ou Direct-lit)

- **Posicionamento dos LEDs:** Distribuídos em uma grade simples atrás do painel LCD.
- **Controle de iluminação:** Geralmente não possui local dimming (escurecimento local), o que significa que toda a tela é iluminada de maneira uniforme, sem controle preciso de zonas específicas.
- **Qualidade de imagem:** Oferece uniformidade razoável, mas com contraste limitado e pretos menos profundos.
- **Espessura da TV:** Tende a ser mais espessa devido à disposição dos LEDs.
- **Aplicação comum:** Modelos de entrada, onde o custo é uma consideração principal.

◆ Full-Array (ou Direct Back-lit com Local Dimming)

- **Posicionamento dos LEDs:** LEDs distribuídos em uma matriz densa atrás de todo o painel.
- **Controle de iluminação:** Possui local dimming, permitindo o controle individual de zonas específicas, resultando em melhor contraste e pretos mais profundos.

- **Qualidade de imagem:** Superior, com melhor reprodução de cenas escuras e alto contraste.
- **Espessura da TV:** Mais espessa que as Edge-lit, mas oferece melhor desempenho visual.
- **Aplicação comum:** Modelos intermediários a premium, focados em qualidade de imagem.

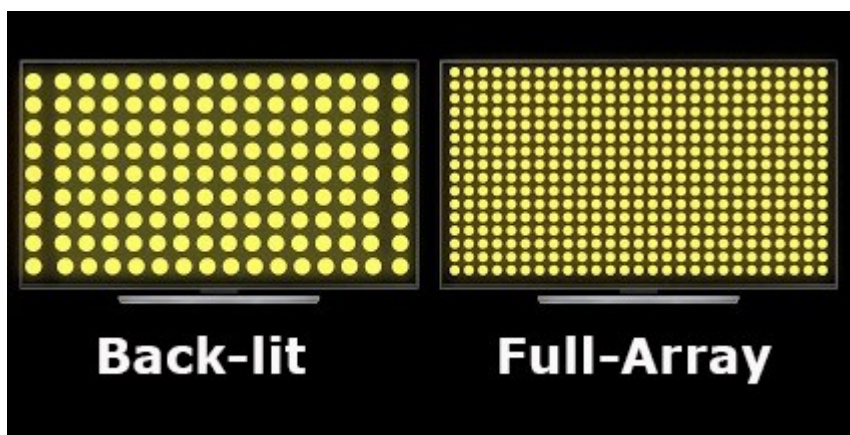


Figura 04.11: Back-lit e Full-Array.

Edge-lit ou Back-lit: Qual é mais comum?

O sistema Edge-lit domina os modelos de entrada e intermediários, sendo utilizado amplamente por marcas como Samsung, LG e TCL.

Já o Back-lit e Full-Array são mais frequentes em modelos intermediários e avançados com foco em qualidade de imagem, especialmente em ambientes escuros.

Neste material trabalhamos com o sistema Edge-lit porque é mais acessível e comum. É o básico que você precisa dominar.

Display LCD

No capítulo 02 já abordei sobre LCD e expliquei sobre funcionamento. O objetivo agora é complementar o que já abordei. O objetivo agora é entendermos melhor sobre uma ótica prática. Na TV, o que eu vou visualizar de fato? É um vidro? É vários elementos? Esse é o objetivo, é entender de forma mais prática.

Muito bem, o que seria o display LCD? Esse display não é um único elemento. Ele na verdade é um conjunto composto por várias camadas. Para termos um ponto de partida, vamos considerar a imagem a seguir.

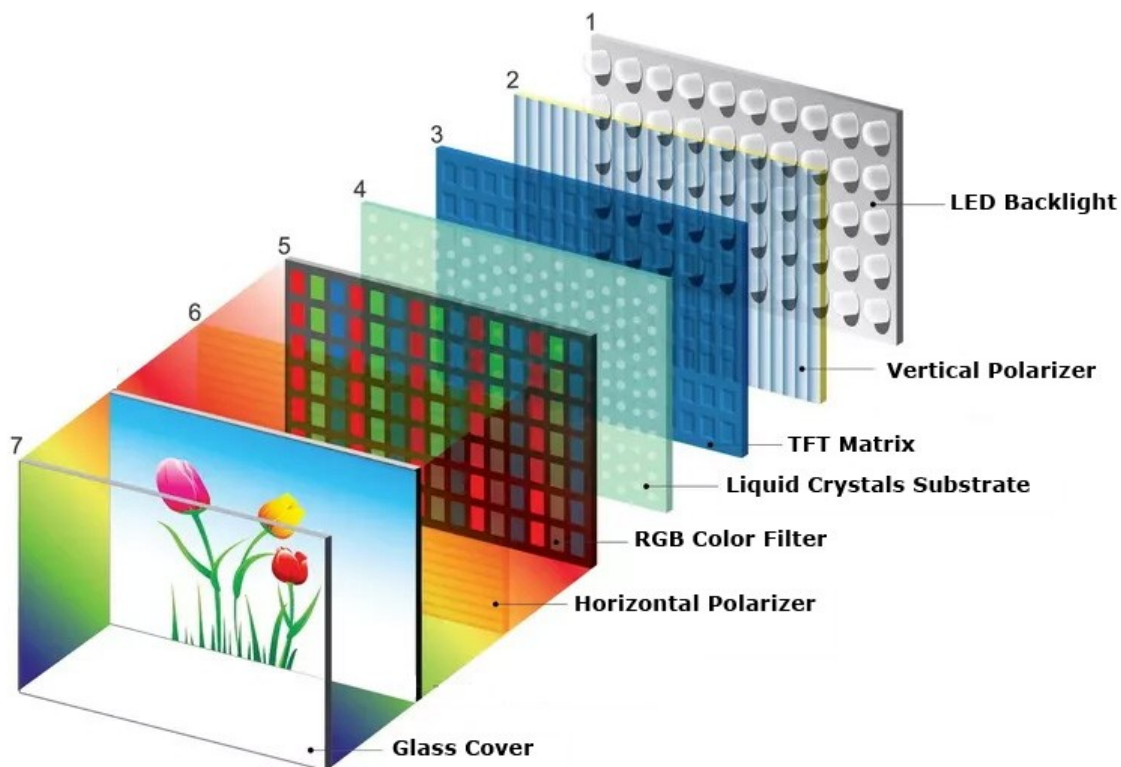


Figura 04.12: considere essa imagem.

O que temos na imagem:

1. LED Backlight:

- **Descrição:** Esta é a fonte de luz do display, geralmente composta por LEDs (diodos emissores de luz) dispostos em configuração **edge-lit** (nas bordas)

ou **direct-lit** (atrás do painel). Inclui também camadas ópticas como:

- **Folha refletora:** Reflete a luz para frente.
- **Difusor:** Espalha a luz uniformemente.
- **Prismas ou guias de luz:** Direcionam a luz para o painel.
- **Função:** Fornece a luz branca que será modulada pelo painel LCD.
- **Material:** LEDs (semicondutores, como nitreto de gálio) e plásticos/polímeros para difusores e refletores.
- **Posição:** Fica na parte mais traseira do conjunto, antes de qualquer camada do painel LCD propriamente dito.

2. Vertical Polarizer (Vertical Polarizing Filter)

- **Descrição:** Um filme polarizador que filtra a luz do backlight, permitindo apenas ondas de luz polarizadas em uma direção específica (geralmente vertical).
- **Função:** Prepara a luz para ser modulada pelos cristais líquidos, garantindo que apenas luz polarizada entre no painel.
- **Material:** Polímeros como polivinil álcool (PVA) dopado com iodo ou corantes.
- **Posição:** Colado diretamente na face traseira da primeira placa de vidro do painel LCD.

3. Thin Film Transistor Substrate (TFT Matrix)

- **Descrição:** Uma placa de vidro com uma matriz de **transistores de filme fino (TFT)**, que formam os circuitos para controlar cada pixel individualmente. Inclui:

- **Eletrodos transparentes** (óxido de índio e estanho, ITO).
- **Camada de alinhamento** (geralmente polimida) para orientar os cristais líquidos.
- **Função:** Ativa ou desativa os cristais líquidos em cada pixel, controlando a quantidade de luz que passa.
- **Material:** Vidro como substrato, com camadas de silício, ITO e polimida.
- **Posição:** É a primeira placa de vidro do "sanduíche" que contém os cristais líquidos, logo após o polarizador vertical.

4. Liquid Crystals Substrate

- **Descrição:** A camada de **cristais líquidos**, um material orgânico (como bifenilos ou fenilcicloexanos) na fase nemática, selado entre as duas placas de vidro.
- **Função:** Modula a luz ao mudar a orientação de suas moléculas sob um campo elétrico, controlando quais pixels ficam claros ou escuros.
- **Material:** Compostos orgânicos líquidos com propriedades anisotrópicas.
- **Posição:** Fica entre as duas placas de vidro (a do TFT e a do filtro de cor), em uma camada muito fina (alguns micrômetros).

5. RGB Color Filter

- **Descrição:** Uma camada que contém subpixels vermelho, verde e azul (RGB) para cada pixel do display. É aplicada na segunda placa de vidro (o substrato frontal).

- **Função:** Filtra a luz branca modulada pelos cristais líquidos para produzir cores.
- **Material:** Pigmentos ou corantes orgânicos aplicados em um padrão preciso, sobre uma base de vidro.
- **Posição:** Localizado na face interna da segunda placa de vidro, logo após a camada de cristais líquidos.

6. Horizontal Polarizer (Horizontal Polarizing Filter)

- **Descrição:** Um segundo filme polarizador, orientado perpendicularmente ao polarizador vertical (geralmente horizontal).
- **Função:** Filtra a luz que sai dos cristais líquidos, permitindo que apenas a luz corretamente polarizada forme a imagem visível.
- **Material:** Similar ao polarizador vertical, feito de PVA com iodo.
- **Posição:** Colado na face frontal da segunda placa de vidro, após o filtro de cor.

7. Glass Cover

- **Descrição:** Uma camada de vidro ou material plástico (como Gorilla Glass) que protege o painel LCD.
- **Função:** Fornece proteção contra arranhões, impactos e poeira, além de servir como superfície externa do display. Em alguns casos, pode incluir revestimentos anti-reflexo ou toque (para telas sensíveis ao toque).
- **Material:** Vidro temperado ou polímeros resistentes.
- **Posição:** É a camada mais externa, voltada para o espectador. Em alguns designs, pode ser integrada ao painel ou separada.

Observações:

- **Ordem verificada:** A sequência apresentada (1. LED Backlight → 2. Vertical Polarizer → 3. TFT Substrate → 4. Liquid Crystals → 5. RGB Color Filter → 6. Horizontal Polarizer → 7. Glass Cover) é consistente com a arquitetura padrão de displays LCD, conforme descrito em fontes técnicas (como artigos da IEEE, sites como HowStuffWorks e documentação de fabricantes como Samsung e LG).
- **Detalhes adicionais:**
 - O **backlight** pode incluir subcamadas (como difusores e prismas), mas é tratado como uma unidade na ordem.
 - A **camada de cristais líquidos** está entre duas placas de vidro (TFT e filtro de cor), mas é listada como uma camada distinta porque é o componente funcional principal.
 - Em alguns designs, camadas extras (como filmes de compensação óptica para melhorar ângulos de visão) podem estar presentes, mas não são mencionadas na lista padrão.
- **Variações:**
 - Em displays **IPS** ou **VA**, a disposição dos cristais líquidos e eletrodos pode variar ligeiramente, mas a ordem geral permanece a mesma.
 - Em telas sensíveis ao toque, uma camada adicional (sensor capacitivo) pode ser integrada ao glass cover ou adicionada separadamente.

👉 Placa T-CON

Dando continuidade no nosso diagrama em blocos, o próximo circuito que conheceremos é a placa T-CON. Ela está diretamente ligada no nosso display LCD.

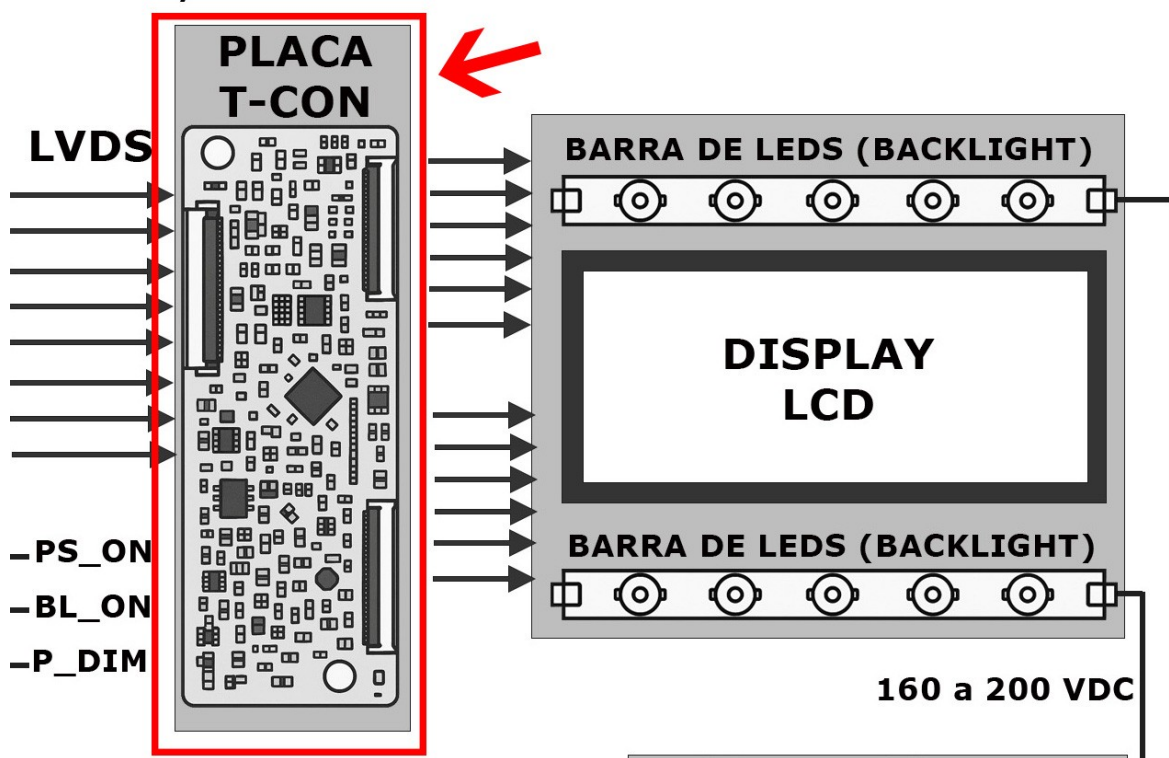


Figura 04.13: placa T-CON.

A **placa T-CON** (abreviação de **Timing Controller Board**) é um componente essencial em televisores e monitores LCD. Ela funciona como uma **ponte entre a placa principal (main board) e o painel LCD**, sendo responsável por **controlar com precisão o tempo e a sequência dos sinais elétricos** que acendem cada ponto da imagem na tela.

Ela atua como um elo entre a placa principal (mainboard), que processa os dados de imagem, e o painel da tela, garantindo que os pixels acendam na hora certa para formar imagens nítidas, com cores e detalhes corretos. Pense nela como um maestro que sincroniza uma orquestra, traduzindo a "partitura" (sinais da placa principal) em comandos precisos para os pixels.

Em resumo: o que ela faz?

Imagine que a placa principal envia os dados da imagem como se fossem um "pacote bruto". A placa T-CON pega esse pacote, **organiza e sincroniza cada linha e coluna da tela**, determinando **quando e por quanto tempo** cada pixel deve se acender — inclusive **com qual cor e brilho**.

A T-CON recebe os sinais enviados pela placa principal, junto com a alimentação elétrica, geralmente de 5V ou 12V. Esses sinais são processados por um circuito integrado chamado **Timing Controller**, que também pode incorporar funções de escalonamento de imagem (**Scaler**).

Esse circuito executa as seguintes funções:

- **Decodificação dos sinais:** Converte os dados LVDS em sinais RGB digitais, que controlam os transistores TFT do painel LCD.
- **Sincronização da imagem:** Envia os sinais RGB para os drivers de colunas (sources) e de linhas (gates). Por exemplo, numa tela de 1280x1024 pixels, a T-CON comanda 1280 colunas (multiplicadas por 3 subpixels, totalizando 3840 canais) e 1024 linhas, garantindo que cada pixel acenda no momento exato.
- **Correção de gama:** Ajusta a intensidade das cores para melhorar o contraste e a fidelidade da imagem. Falhas nessa etapa podem causar distorções visuais ou deixar a tela totalmente branca.
- **Gerenciamento de energia:** Converte os 5V ou 12V recebidos nos valores adequados para alimentar o painel e os circuitos de controle/corretor gama.

Por que é importante?

Se a T-CON estiver com defeito, o painel da TV não conseguirá interpretar corretamente os dados enviados pela placa principal, resultando em problemas como:

- **Linhas horizontais ou verticais na tela;**

- **Cores distorcidas** ou imagem com aparência "lavada";
- **Tela branca** ou ausência total de imagem, mesmo com o som funcionando normalmente;
- **Imagem comprometida** por falhas na correção de gama, afetando contraste e fidelidade das cores.



Figura 04.15: uma placa T-CON.

Placa-mãe

Por fim, chegamos na placa-mãe. No nosso diagrama, é o componente que falta para finalizar toda essa apresentação da “anatomia” de uma TV.

Capítulo 04 – Como é Por Dentro de uma TV LCD/LED

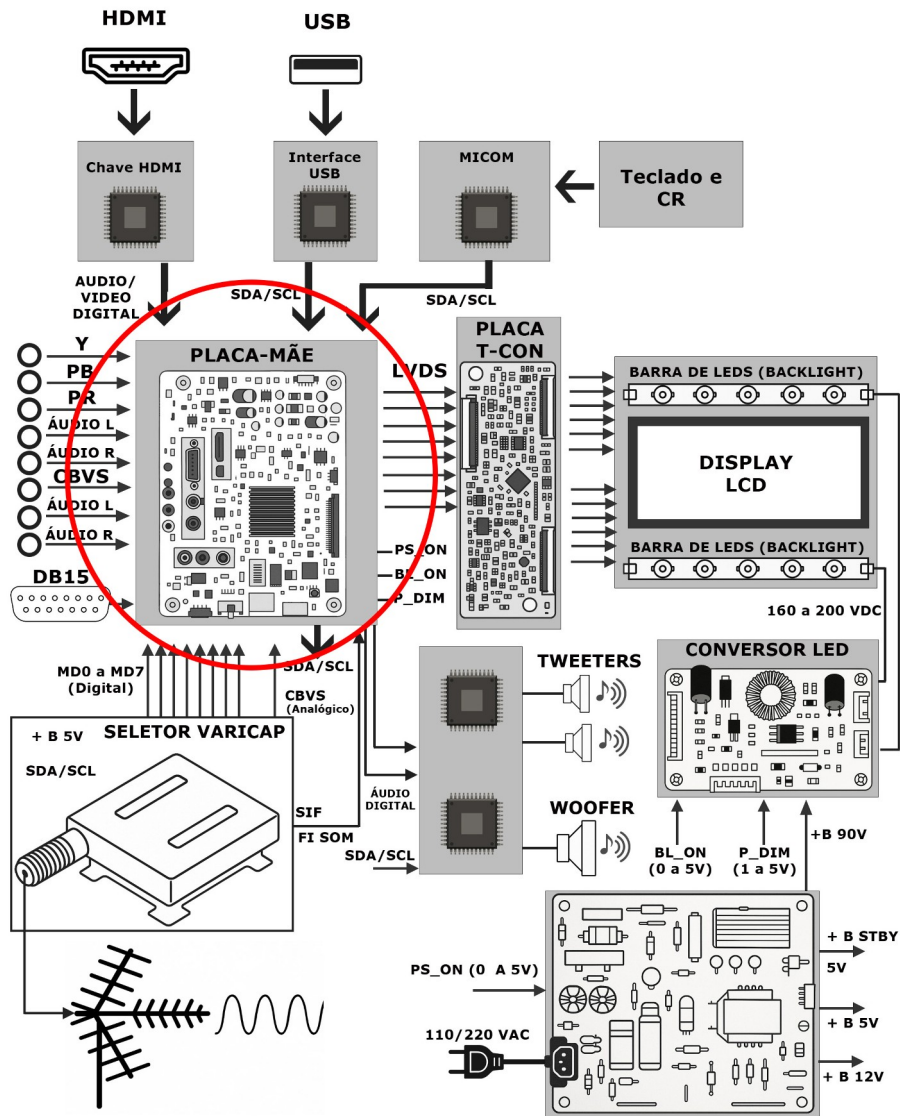


Figura 04.15: placa-mãe (mainboard).

Sendo assim, é importantíssimo citar que já deixei neste capítulo as principais diferenças para entre:

- **LCD padrão (CCFL):** utiliza lâmpadas fluorescentes de cátodo frio.
- **LED:** utiliza diodos emissores de luz (LEDs).

Além disso, é indispensável entender sobre: diferença entre TV e Monitor. Uma **TV** é projetada para **entretenimento** (filmes, desenhos, etc), **informação** (tele jornais por exemplo) e **educação** (programas educativos), com sintonizador de TV (digital/analógico), sistema operacional (como Android TV) e suporte nativo a aplicativos como **Netflix, YouTube e Globoplay**.

Um **monitor**, por outro lado, é voltado para **exibição de sinais de vídeo de fontes externas**, como computadores e consoles. Ele geralmente **não possui sintonizador** nem sistema operacional, exceto em modelos "inteligentes". As finalidades são diversas: trabalho, entreterimento, educação, informação, etc.

Circuitos Diferentes:

- **TV:** Conta com sintonizador (seletor varicap, IF/SOM), placa-mãe mais robusta, se comparada com monitores simples,

pois são capazes de rodar apps, possui circuitos de áudio integrados para alimentar auto-falantes, etc.

- **Monitor:** Não possui sintonizador. Sua placa-mãe é mais simples, mas pode incluir suporte a tecnologias como **VRR** (taxa de atualização variável) e **HDR**, que muitas TVs básicas não oferecem.

Funções Híbridas:

Hoje, a linha entre TVs e monitores está cada vez mais tênue:

- Algumas **TVs funcionam como monitores**, oferecendo portas HDMI, VGA e modos específicos para uso com PC.
- Já alguns **monitores modernos possuem sistema operacional e sintonizador**, funcionando também como Smart TVs — como é o caso de modelos com Android embutido.

Voltemos à placa-mãe. A **placa-mãe**, também chamada de **mainboard**, é o componente central da televisão responsável por **coordenar e integrar todas as funções eletrônicas principais**. Ela atua como uma central de comando, processando sinais de vídeo, áudio e dados que chegam de diversas fontes.

Trata-se de uma placa de circuito impresso (PCB) que abriga processadores, interfaces, conectores e controladores fundamentais. Ela se conecta a outros módulos importantes, como a **placa T-CON** (que gerencia o display LCD) e a **placa de alimentação** (fonte chaveada). Em alguns modelos, essas

funções podem estar combinadas em uma única placa “conjugada”, mas em boa parte das TVs segue uma arquitetura modular.

Funções Principais da Placa-Mãe:

A mainboard interage com diversos circuitos para garantir o funcionamento completo da TV. Entre suas funções, destacam-se:

1. Processamento de Vídeo e Áudio

- Recebe sinais de entrada (HDMI, USB, sintonizador) e os processa com circuitos apropriados para cada função. E envia esses dados para outros circuitos apropriados
- Gerencia a saída de som, encaminhando os sinais processados para os amplificadores que alimentam os **alto-falantes**.

2. Comunicação com Outros Módulos

- Um grande exemplo é a **placa T-CON**, que por sua vez trabalha com os dados de imagem e o **display LCD**.
- A fonte de alimentação também irá se conectar à placa-mãe. lembrando que existem as placas conjugadas que já citei várias vezes.

3. Execução do Sistema e Interface do Usuário

- Em modelos Smart TV, executa o **sistema operacional (como Android TV)**, permitindo o uso de aplicativos, internet e serviços de streaming.
- Processa comandos do controle remoto e teclado frontal, exibindo menus, ajustes e outras funções na tela.

4. Conexão com Entradas e Saídas

- Possui conectores para entradas digitais e analógicas (HDMI, USB, DB15, RCA), além de saídas de áudio e vídeo.
- Integra-se com o **sintonizador de TV (Varicap)** e circuitos de som (SIF), além de dispositivos externos como pendrives, videogames e soundbars.

Portanto, e para fechar com chave de ouro, a placa-mãe é o **coração lógico da TV**, reunindo funções de processamento, controle e comunicação. Sem ela, o restante do sistema — por mais moderno que seja — não funcionaria de forma coordenada. Ela pode ser chamada de placa-mãe, mainboard ou placa principal. É a placa mais fácil de identificar, basta observar os conectores e demais características que citei. Cada TV possui a sua própria placa-mãe de acordo com o fabricante e modelo. Podem ser encontradas em PCBs à parte em conjugadas com a fonte de alimentação.

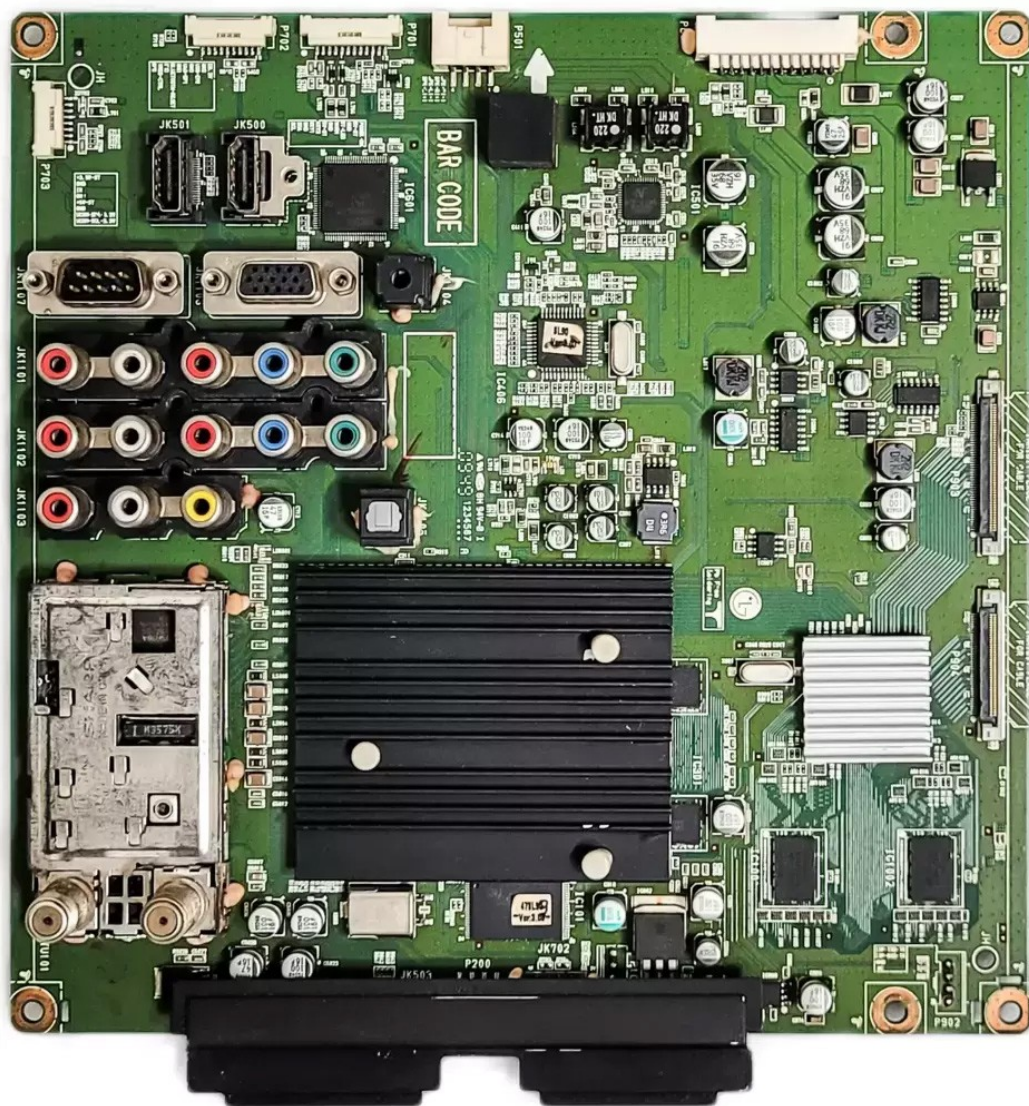
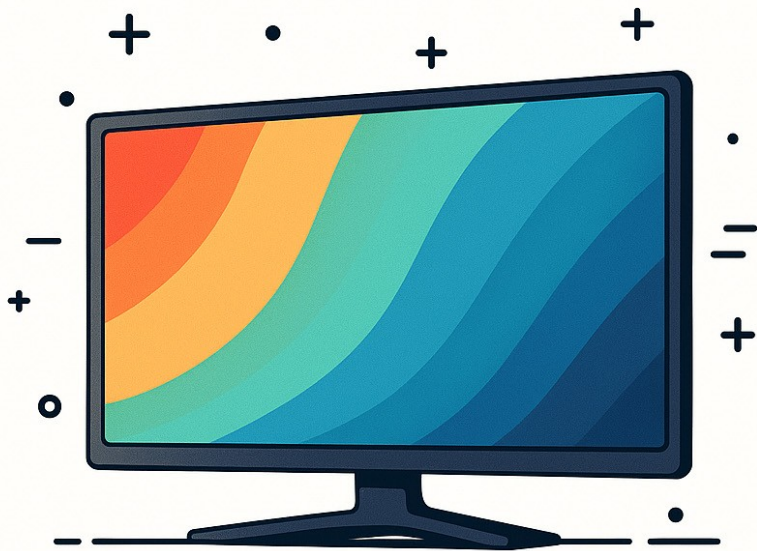


Figura 04.16: uma placa-mãe (mainboard).

CAPÍTULO

05



Fonte Chaveada

Entenda as Fontes Chaveadas das TVs

Neste capítulo, vamos entender as fontes chaveadas das TVs. É extremamente importante deixar claro que **este não é um “curso completo de fontes chaveadas”**. Por mais que eu quisesse, **não há espaço para isso e não é possível abordar tudo em um único capítulo**.

Se você deseja aprender fontes chaveadas de forma mais completa, recomendo o meu livro **“Fontes Chaveadas – Curso Completo”**, com **852 páginas** de conteúdo técnico. **Não há como simplesmente copiar esse livro e colar tudo aqui**.

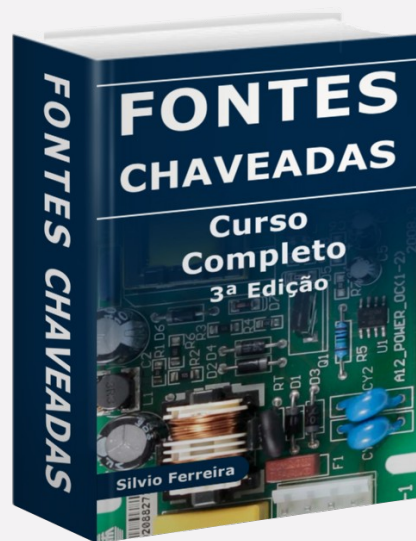


Figura 05.1: meu livro Fontes Chaveadas – Curso Completo.

Neste capítulo, apresento **os principais pontos que você realmente precisa aprender sobre fontes chaveadas**, com foco nas **particularidades que surgem ao lidar com placas de TVs**.

É importante entender que existem:

- Conceitos fundamentais aplicados a fontes mais “genéricas”;
- As chamadas **placas conjugadas**;
- O **conversor de LED**, que pode estar embutido na placa principal da fonte, entre outras variações.

Como Aprender Fontes Chaveadas?

Estamos começando agora um capítulo **extremamente importante**. E se você é um iniciante absoluto, este conteúdo é **tão essencial para o seu aprendizado quanto a energia elétrica é vital para o funcionamento dos dispositivos eletrônicos**.

A **fonte chaveada** cumpre um dos papéis mais críticos: **receber a energia elétrica da tomada (corrente alternada) e convertê-la nas tensões corretas em corrente contínua** para alimentar os circuitos. A energia elétrica é o “sangue” dos dispositivos eletrônicos — e muitos problemas surgem justamente **na fonte chaveada**.


Mas a pergunta aqui é: **como aprender? Como começar do zero absoluto?**

Eu, **Silvio Ferreira**, como escritor e professor, já utilizo há anos uma didática própria em meus cursos e livros. Ensino tudo **desde o início, passo a passo**, sempre partindo da estaca zero. **É o que funciona**. E é exatamente isso que fiz aqui neste capítulo.

Portanto, minhas explicações começam **dividindo uma “fonte genérica” em blocos funcionais**. Apresento as principais partes, desde a **entrada de energia AC** até as **saídas em corrente contínua (DC)**.

Essa explicação serve para qualquer fonte chaveada. Tanto que, para construir este conteúdo, utilizei exemplos reais de **fontes de TVs e de outros dispositivos eletrônicos**. Porque, no fim das contas, **não importa o modelo**: trata-se de um **princípio universal** que se aplica a qualquer fonte chaveada.

E para finalizar, **encaixo todo esse conhecimento usando como exemplo fontes específicas de TVs e monitores**, conectando a teoria com a prática real que você encontrará nas bancadas.

 **Observação sobre o termo “Fonte Genérica”**: ao longo deste capítulo, utilizo o termo **“fonte genérica”** para me referir a uma **fonte chaveada comum, sem vínculo com um modelo ou marca específicos**. Essa abordagem tem como objetivo **ensinar os princípios universais do funcionamento de uma fonte chaveada**, que se aplicam a praticamente qualquer dispositivo eletrônico — seja uma TV, monitor,

impressora ou outro equipamento. Portanto, quando menciono “fonte genérica”, estou tratando de uma estrutura que nos ajuda a compreender **os blocos principais, o fluxo de energia e os pontos de análise** de qualquer fonte chaveada, independentemente do seu fabricante ou aplicação final.

Observação sobre o livro completo:

E mais uma vez, faço questão de reforçar este ponto: **você quer aprender fontes chaveadas de forma completa, com profundidade e segurança?** Então, adquira o meu livro “**Fontes Chaveadas – Curso Completo**”. São **mais de 800 páginas** de conteúdo técnico, didático e passo a passo, desenvolvido especialmente para quem quer sair do zero e dominar de verdade o funcionamento, testes e reparos em fontes chaveadas. **É impossível condensar todo esse material em um único capítulo**, por isso, se você quer ir além, esse livro é o caminho certo.

 Para mais informações ou para garantir, entre em contato pelo e-mail: **silvio_hard@hotmail.com**

Fonte Primária e Secundária, Alta e Baixa Tensão

Vamos começar com princípios mais básicos. E entender que a fonte, a placa fonte, ela é dividida em “duas fontes” principais é um desses princípios.

A partir de hoje você nunca mais vai analisar uma placa fonte como “uma única fonte”. São dois grandes circuitos principais. Saber identificar esses dois circuitos é uma questão de segurança.

Em determinados pontos da placa você pode literalmente tomar um grande choque. O mesmo choque, a mesma descarga elétrica que você tomaria/levaria na tomada do seu imóvel.

Em outros pontos esse risco já não existe por trabalhar com tensões menores, tais como 5V, 12V, entre outros exemplos. Mas isso pode variar! Depende do projeto. Por isso, sempre trabalhe com cuidado, use EPIs e cuide da segurança. Não trabalhe descalço, com as mãos molhadas e etc.

Agora vamos entender o que vem a ser fonte primária e secundária:

- **Fonte Primária:** é onde chega a energia da tomada do seu imóvel. É onde a energia entra primeiro. Você vai lidar diretamente com **tensão de alta**, que é a mesma da tomada, podendo ter tensões um pouco menor, porém, ainda considerada de alta. Na fonte primária vai ter, por exemplo, tensão de 110V/120V, 22A. Já é o suficiente para você levar um tremendo choque. Por isso, use EPIs, use bancada com alguma borracha de proteção ou manta para trabalhar com eletrônica, não trabalhe descalço, com a mão úmida (use luva para eletrônica), etc.
- **Fonte Secundária:** a fonte secundária vai receber a energia da fonte primária. Só que as tensões que ela trabalha são **tensões de baixa**. O valor dessas tensões vai variar de

acordo com cada projeto, mas pode ser tensões tais como 12V, 5V, entre outras para mais ou para menos. O objetivo da fonte secundária é alimentar a placa lógica do equipamento.

Muito bem: já aprendemos sobre: **fonte Primária e Secundária, Alta e Baixa Tensão**. Até aqui aprendemos os conceitos teóricos.

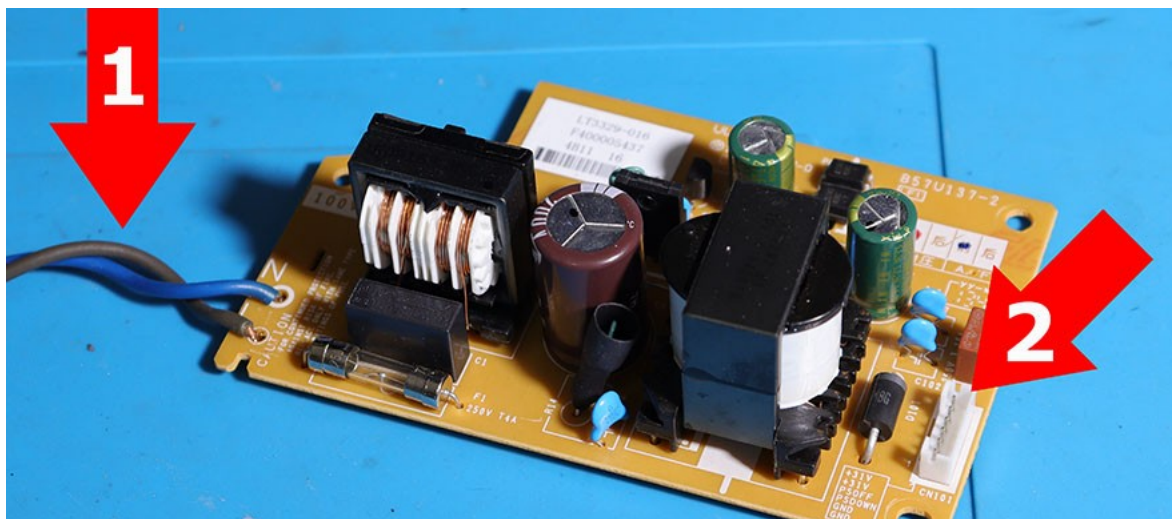
Agora vamos aprender a reconhecer a fonte Primária e Secundária na placa.

Fonte Primária e Secundária na placa

A **fonte primária** é facilmente identificada pelo conector de alimentação principal, que é onde vai entrar a energia elétrica proveniente da tomada.

Pode ser um conector de alimentação, onde você vai plugar o cabo que é conectado na tomada, ou pode ser cabo soldado direto na placa (cabo esse que você conecta na tomada).

E a **fonte secundária** também é facilmente identificada através do conector de alimentação que alimentará a placa lógica do equipamento. Esse conector possui vários pinos e fornece tensões de baixa (12V, 5V, etc) para a placa lógica.



👉 Serigrafia na placa - Básico

Existe na placa toda uma serigrafia composta por símbolos, linhas e textos.

Algumas placas possuem bastante serigrafia, chegando a ter descrições e alertas. Outras placas possuem menos serigrafias.

A serigrafia mais básica são as letras que identificam cada componente, que pode ser chamado por “designadores de referência” ou “prefixos de designação de referência”.

Alguns bem comuns são:

- **BD:** Ponte retificadora.
- **C:** Capacitor.
- **CON:** Conector.
- **D:** Diodo.
- **F:** Fusível.
- **HS:** Dissipador de calor.
- **IC:** Circuito Integrado.
- **L:** Indutor (Bobina).
- **LED:** Diodo Emissor de Luz (LED).
- **J:** Jumper (Pedaco de fio conectando dois pontos).
- **MOV:** Varistor.
- **PH:** Foto acoplador.
- **Q:** Transistor.
- **Q, TR, TRA:** Transistor.
- **R:** Resistor.
- **RL:** Relé
- **T:** Transformador
- **U:** Circuito Integrado.
- **Y:** Cristal.

O técnico tem que estar atento e saber interpretar as informações. Pode haver certas situações que podem confundir iniciantes, mas, é só questão de análise. Por exemplo:

Pode acontecer de um **oscilador** (vamos usar como exemplo um **555**) e um **Foto acoplador** ser identificado na placa pela letra **U** ou **IC**.

“Uê”, no caso do Foto acoplador costumo ver em algumas placas a identificação **PH**, o que é mais fácil de deduzir como Foto (**Photo** – **PH**).

Só que, o oscilador e o Foto acoplador são circuito integrados. Por isso pode acontecer de em um determinado projeto ele ser identificado pela letra U ou IC (Circuito Integrado). É só questão de atenção na análise.

Olha outra situação: pode acontecer de um ter a indicação **PC** na placa. Você sabe que ali é um foto acoplador, você não tem dúvida em relação ao componente. Mas veja bem: Foto Acoplador em inglês é Photo Coupler.

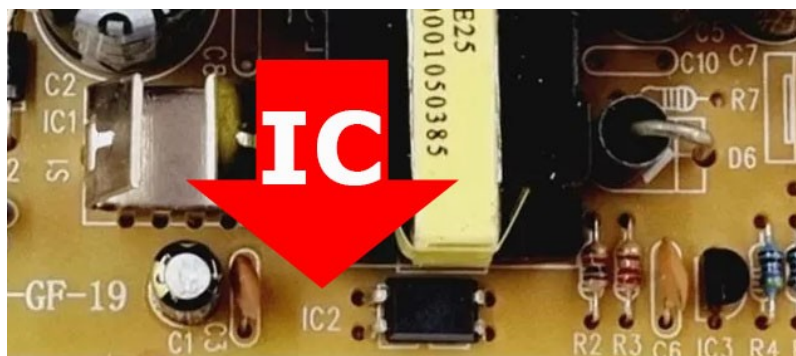


Figura 05.3: IC – O componente é um Foto acoplador.

Portanto, a conclusão é simples: o projetista à vezes pode usar letras diferentes para identificar um mesmo componente. Tudo depende da placa e do projeto. Só aqui já citei quatro formas que um **foto acoplador** pode ser identificado na placa: U, IC, PC ou PH.

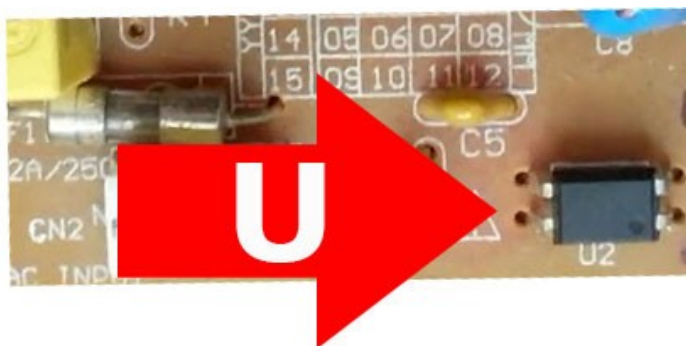


Figura 05.4: U – O componente é um Foto acoplador.

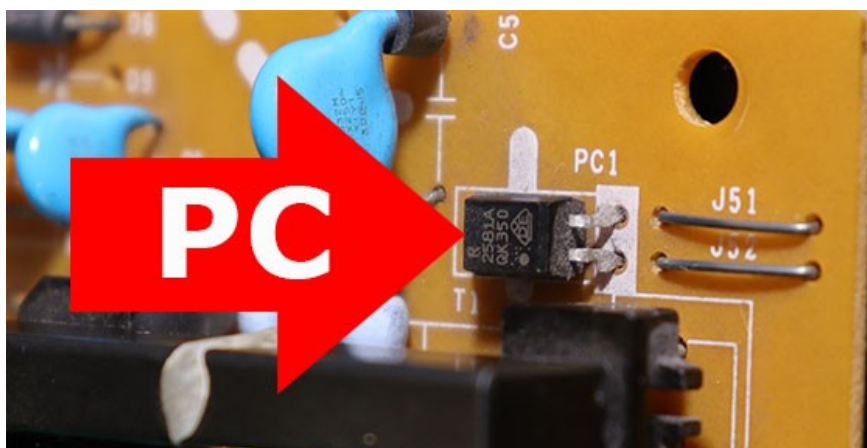


Figura 05.5: PC – O componente é um Foto acoplador.

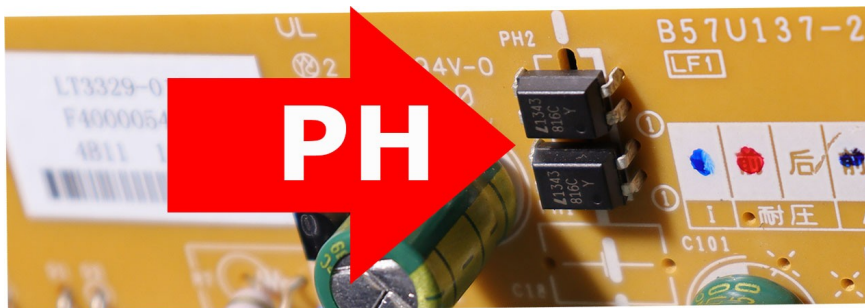


Figura 05.6: PH – O componente é um Foto acoplador.

👉 Serigrafia na placa – Informações e Alertas

Especificamente na fonte primária, poderá haver informações importantíssimas bem próximo aos fusíveis.

“Caution

For Continued protection Against risk of fire, replace Only with same type and ratings of fuse.”

“Cuidado

Para proteção contínua contra risco de incêndio, substitua apenas por fusíveis do mesmo tipo e classificação.”

As informações relevantes a respeito de cada fusível estará impressa. Por exemplo: F1 T6 3AH 250V.

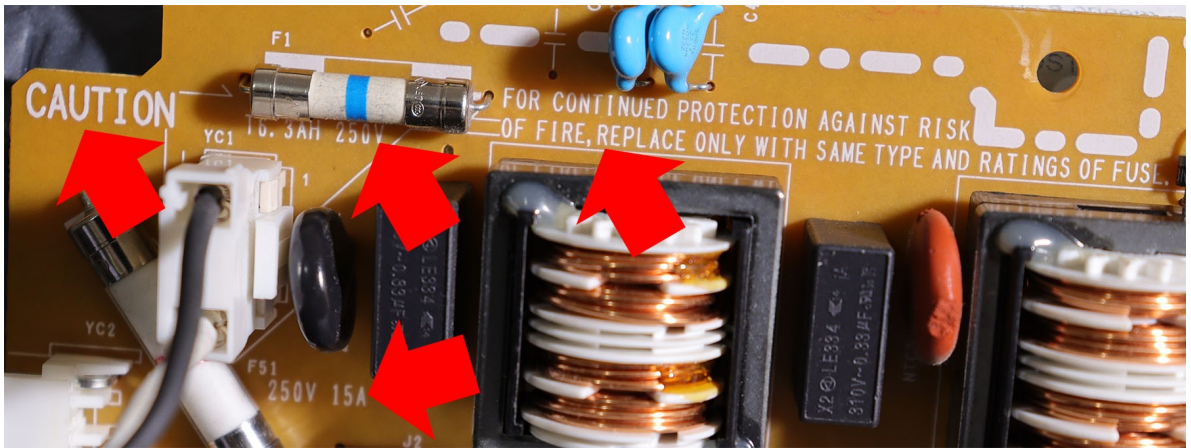


Figura 05.7: Alerta importante e informações de cada fusível.

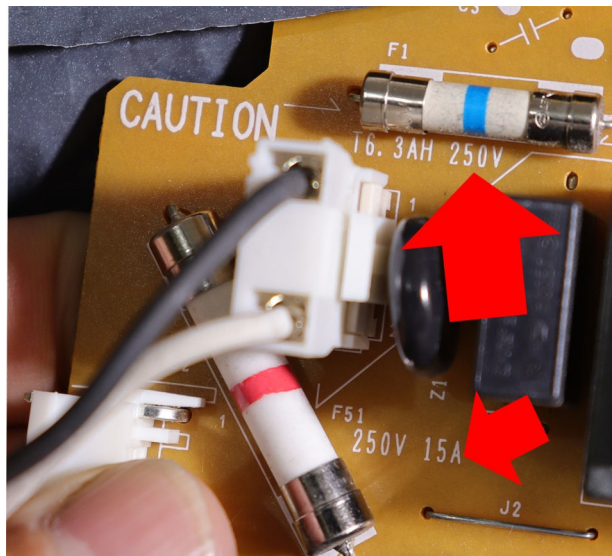


Figura 05.8: informações de cada fusível. Acima temos um T6 3AH 250V e abaixo 250V 15A.

E **especificamente na fonte secundária** poderemos encontrar informações das tensões de cada pino do conector da placa lógica. Mas isso não é regra. Tem placa que possui uma tabela com essas informações, tem placa que não tem.

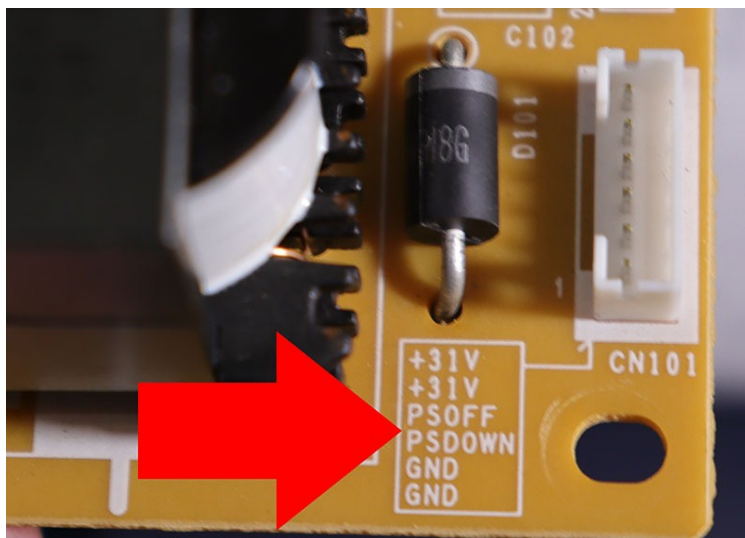


Figura 05.9: tabela com tensões de cada pino do conector de alimentação da placa lógica.

👉 Serigrafia na placa – Divisão das Fontes

Como saber qual fonte é a primária e qual é a secundária? Tem como distinguir? Sim, tem como distinguir e é obrigação nossa (como técnico) fazer essa distinção.

Uma forma de distinguir é com a própria experiência, onde você vai reconhecer os componentes eletrônicos. Você já conhece o

funcionamento da fonte (vou ensinar isso em tópicos adiantes) e vai olhar para fonte e entender onde começa e termina a fonte primária e onde começa e termina a fonte secundária.

Só que você vai conseguir fazer isso quando conhecer o funcionamento da fonte. Talvez você ainda não conhece.

Mas há outras forma de identificar: através da serigrafia na placa e através das trilhas, principalmente na parte de trás da fonte.

Ambos os métodos são relativamente fáceis. Porém, através da serigrafia é muito mais fácil para quem está começando do zero.

Vou explicar primeiro através da serigrafia e na sequência temos mais um tópico onde explico justamente a questão das trilhas da placa.

Os fabricantes costumam nos ajudar e muito nessa questão de distinguir a fonte primária da secundária. Se você observar vai notar uma **linha tracejada ou contínua** dividindo e separando a fonte nesses dois grande blocos: primário e secundário.

Se você observar, essa linha vai contornar os componentes, criando essa separação da fonte primária para a secundária.

Essa linha, que pode ser tracejada ou contínua, pode ser na cor branca ou preta.

E para ajudar, dentro do grupo de componentes que compõem a fonte primária você poderá encontrar a palavra PRIMARY, PRI ou HOT.

E o que estiver do lado de desse grupo, é a fonte secundária, podendo ser identificada por SECONDARY, SEC ou ainda COLD.

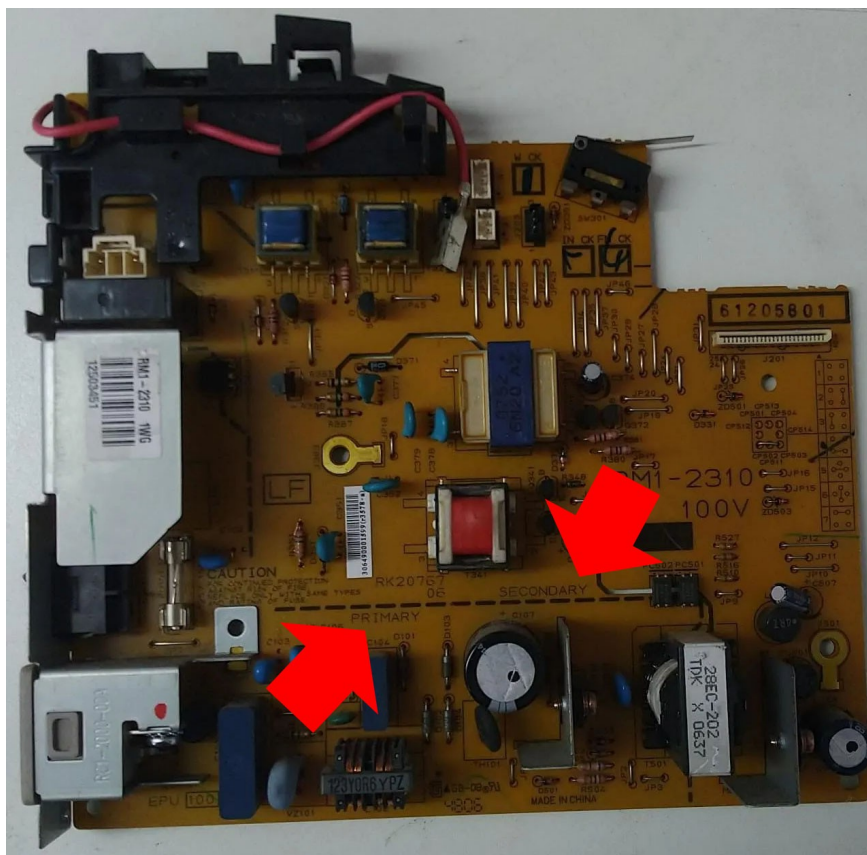


Figura 05.10: observe mais esse exemplo. Aqui destaquei para você somente as palavras PRIMARY e SECONDARY. A linha tracejada está aí, somente a cor que está diferente. Consegue identificar o que está dentro do grupo que compõem a fonte primária?

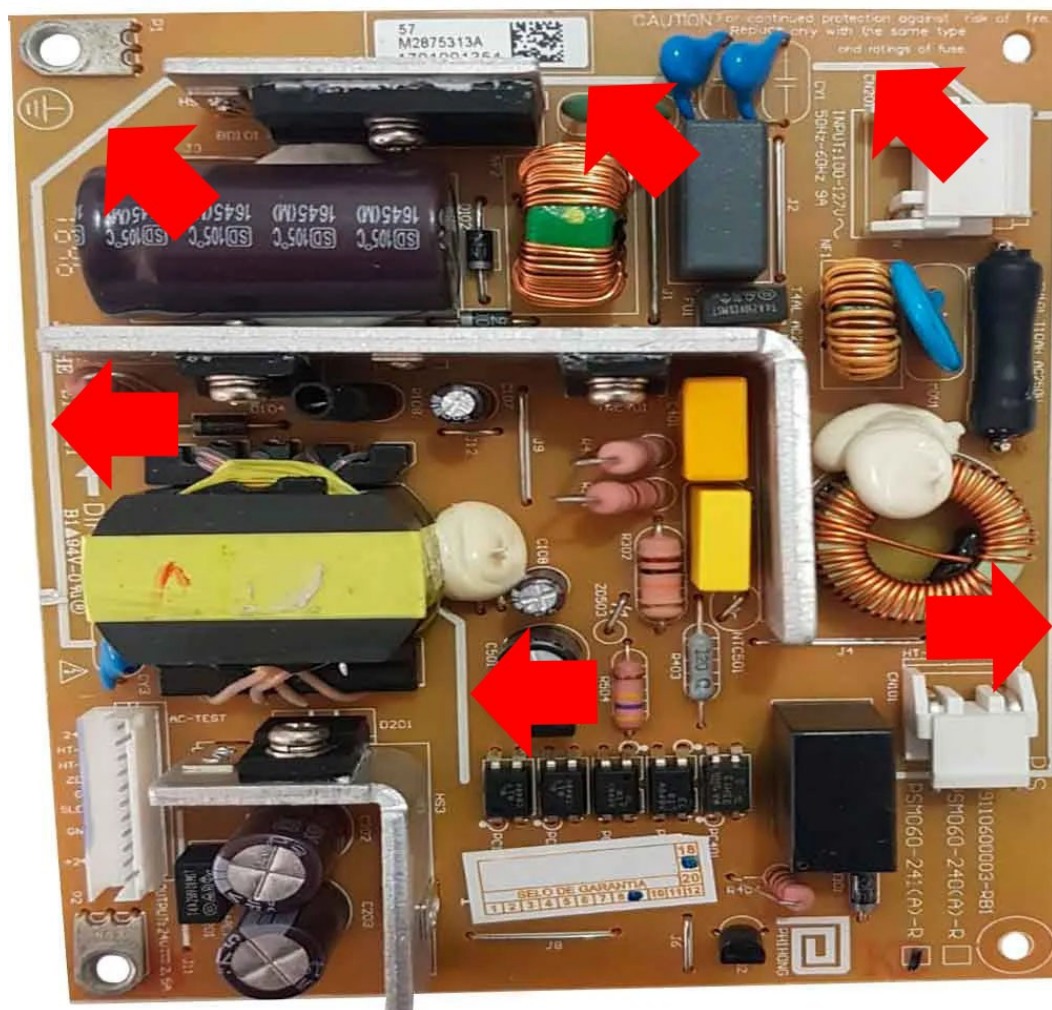


Figura 05.11: Olha esse exemplo que interessante. A linha NÃO é tracejada. Ela é contínua. Ela contorna todos os componentes que compõem a fonte primária. Perceba o conector (canto inferior esquerdo) que alimenta a placa lógica. Ele ficou do "lado de fora" dessa seleção.

👉 Divisão das Fontes através das trilhas da placa

Se você observar os dois grandes grupos, fonte primária e fonte secundária, e virar a placa e observar a face oposta ao qual os componentes eletrônicos ficam dispostos, o que notará? Notará nitidamente essas duas divisões através das trilhas da placa. É possível perceber um grupo de trilhas que formam e/ou fazem parte da fonte primária e um grupo de trilhas que formam e/ou fazem parte da fonte secundária. Para exemplificar isso de forma extremamente fácil de aprender, vou usar a placa fonte da imagem a seguir. É uma placa pequena e de fácil estudo.

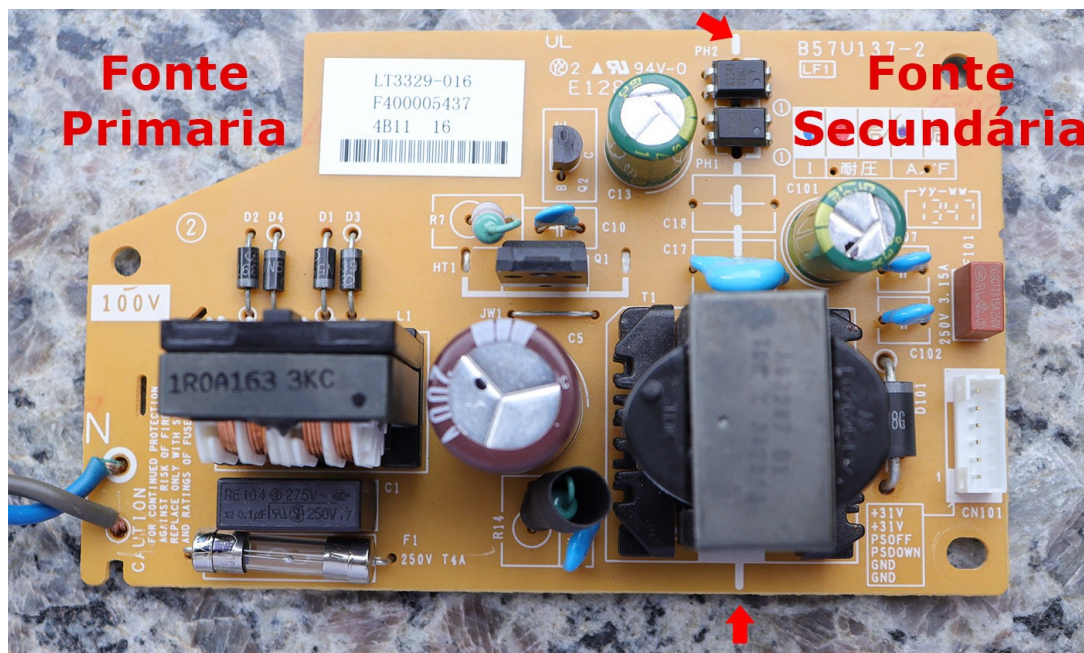


Figura 05.12: Olha esse exemplo, a parte superior da placa - Observe a fonte primária e a secundária.

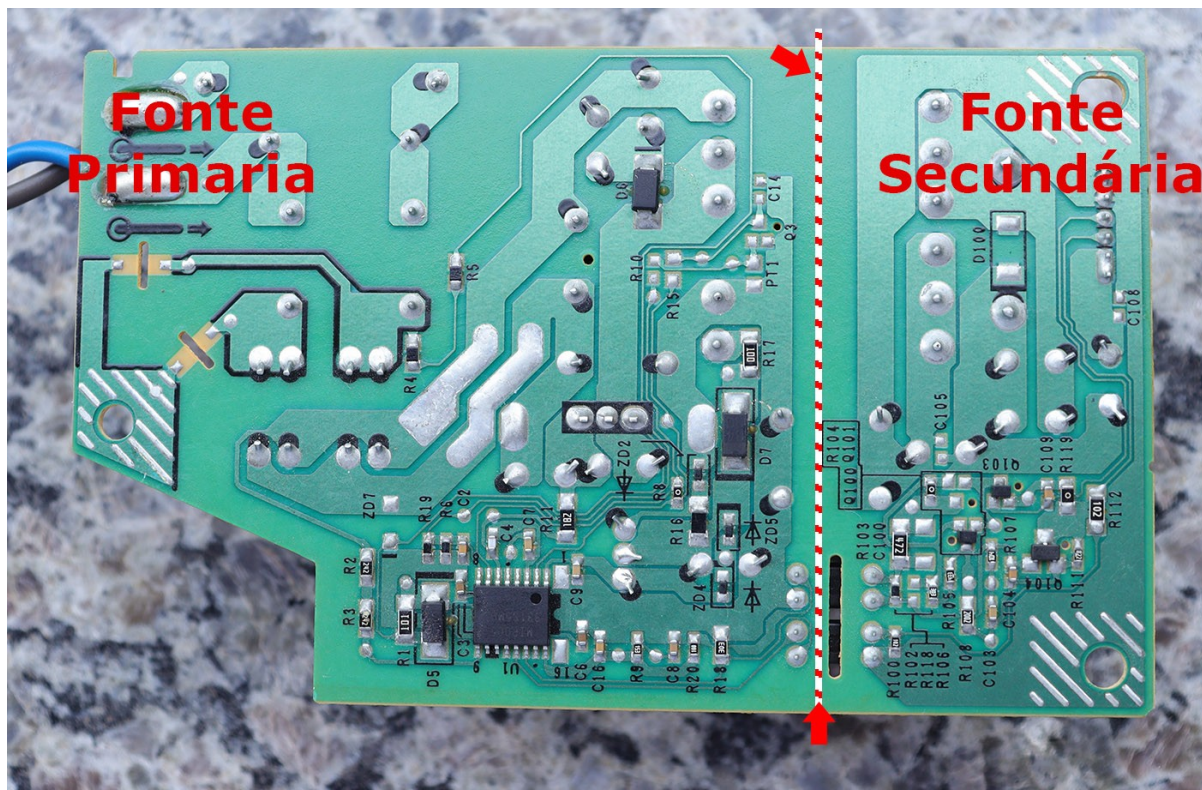


Figura 05.13: a mesma fonte. Observe as trilhas.

Prática: medir tensões

Vamos partir agora para um conteúdo mais prático. Como estamos lidando diretamente com energia elétrica, vamos agora medir tensões na fonte chaveada.

A partir desse ponto, todo o conhecimento que você já possuir será útil. Como por exemplo: **técnicas de solda e dessolda, conhecimentos gerais de eletrônica, de componentes, simbologia, esquemas elétricos e datasheet, etc.** Tudo isso é ensinado em outros livros de minha autoria. Procure informações, adquira os outros livros. Você só tem a ganhar em conhecimento.

Além disso, é indispensável ter noções de segurança ao trabalhar. Tudo que eu ensino tenho sempre o maior cuidado o possível, cuidado para evitar acidentes contigo e seus equipamentos.

Veja bem: se durante uma aferição com o multímetro você, por exemplo, fechar um curto circuito acidental na placa, pode queimar componentes na placa e o próprio multímetro.

Outro cuidado é com acidentes relacionados a choques elétricos. Trabalhe com atenção, calma e concentrado. Use todos os equipamentos de segurança que indico e estude com atenção.

Uma boa idéia que indico é praticar em placas sucatas. Essas placas podem estar funcionando perfeitamente (mas são placas que não tem nenhuma utilidade para você) ou podem possuir algum defeito. Não tem problema.

Outra indicação que já vou deixar é, ao iniciar os estudos, opte em usar equipamentos mais baratos e acessíveis. Por exemplo: compre um multímetro "baratinho". Dá para iniciar os estudos e caso você queime-o, o prejuízo é pequeno.

Onde medir tensão alternada e Tensão contínua?

Na placa há a presença de tensão alternada e tensão contínua.

Na fonte secundária você vai lidar com tensão contínua.

E na fonte primária você vai lidar com tensão alternada e contínua.

Dica de estudo: você pode usar, para estudar, uma placa fonte de qualquer dispositivo. Tanto que não uso, nos trechos a seguir, uma placa de TV. Estou usando uma que julguei ser uma placa fácil de acompanhar e visualizar as explicações.

No geral, onde começa a tensão alternada e onde ela é convertida para contínua? Em um contexto geral, você vai ter que observar (com muito cuidado):

1 – Conector de alimentação Principal: a energia entra pelo conector de alimentação principal. Na placa, pode ser um conector ou um cabo soldado. É de onde vem a energia da tomada, portanto, ali você encontrará a mesma **tensão alternada** da tomada. Ligue/conecte esse cabo na tomada (e na placa, caso ele não seja soldado).

Muito cuidado a partir deste ponto.

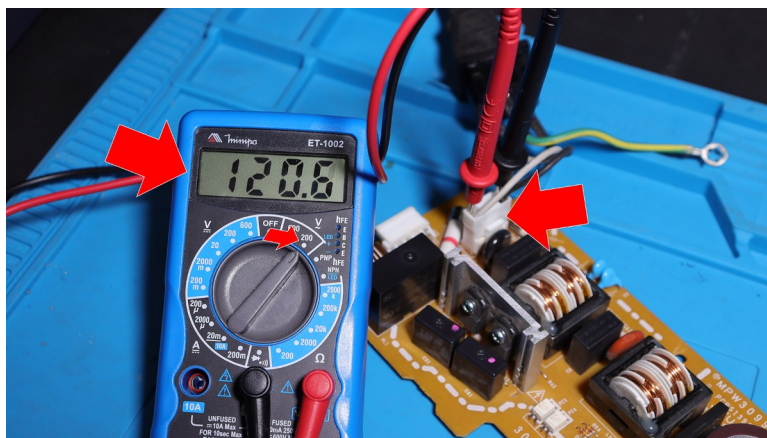


Figura 05.14: tensão que chega no conector de alimentação principal. No nosso exemplo, a rede é 120V. No multímetro selecionamos a escala 200 AC (corrente alternada). Se por acaso a fonte fosse 220V (e a tomada também fosse 220V) a escala no multímetro deveria ser 600 AC.

Atenção:

Cuide da segurança. Energia elétrica não é para “brincar”. Trabalhe com cuidado.

Não coloque a placa diretamente sobre superfície metálica. Use uma manta de borracha e/ou manta antiestática



Figura 05.15: manta antiestática.

Manusear as placas eletrônicas com cuidado é fundamental. Pegue as placas pelas bordas e manuseie com mãos limpas e secas. Durante o trabalho você vai ter que pegar a placa, virar ela para ter acesso aos pontos de solda, etc.

O ideal é usar uma luva para trabalhar com eletrônica. São luvas que protegem mais contra a energia estática. Não são apropriadas para proteger contra alta tensão. Mas, para tensões baixas já vai ajudar um pouco. Óbvio, sempre tendo o cuidado ao pegar na placa, manusear corretamente. E jamais trabalhe descalço.



Figura 05.16: luva antiestática. Essa da foto é apenas um dos modelos disponíveis. Há outras, em cores diferentes.

02 - Após o conector de alimentação principal: haverá mais componentes cuja tensão é alternada. Quais componentes são esses? Depende da fonte. Você é que terá que observar. Poderemos encontrar por exemplo: fusível, varistor, termistor, indutor, capacitor supressor, bobina corta transiente (Bobina para filtragem da corrente AC), capacitores eletrolítico, capacitor de poliéster e “assim vai”, até finalmente chegarmos na ponte retificadora que é onde converte a energia alternada em contínua.

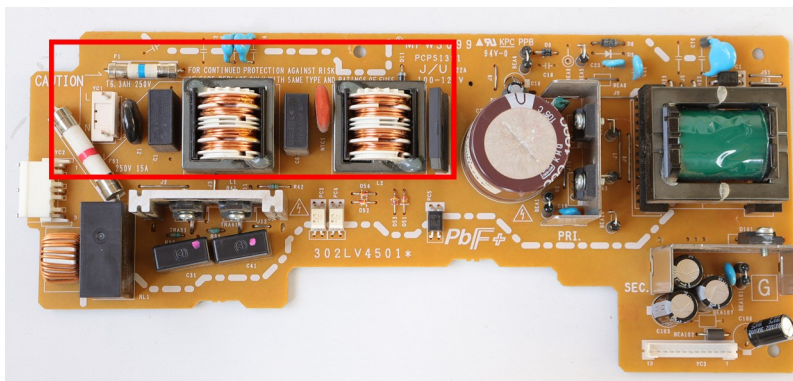


Figura 05.17: observe esse setor (sinalizado). Aqui, neste exemplo, medimos tensão alternada (e na ponte retificadora tem tensão contínua, um pouco mais à frente explico em detalhes).

03 – Varistor: no nosso exemplo, logo após o conector de alimentação temos o varistor. Para medir a sua tensão alternada, é necessário localizar seus pinos na parte de trás da placa.

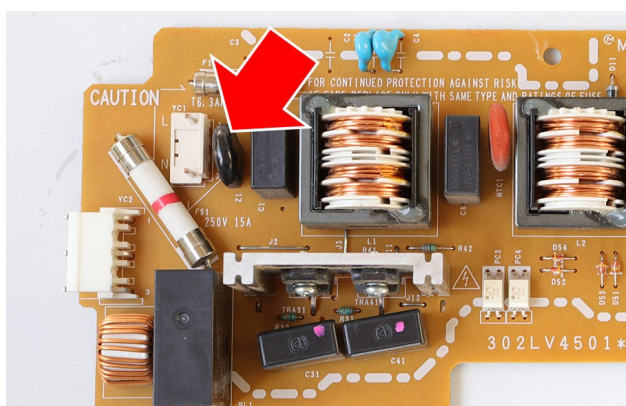


Figura 05.18: varistor.

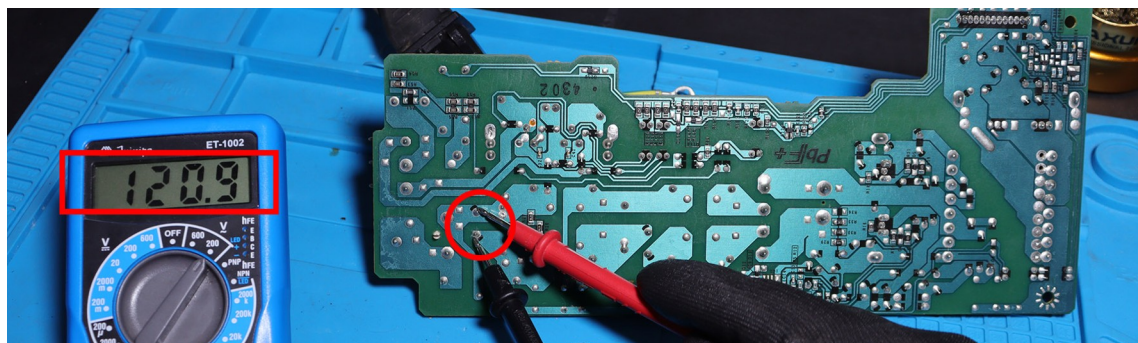


Figura 05.19: tensão alternada - Varistor.

04 - Capacitor supressor: logo após o varistor, encontramos na nossa placa de exemplo um Capacitor supressor para filtragem da corrente AC. A tensão alternada vai passar por ele. Você consegue verificar/detectar essa tensão passando por ele.

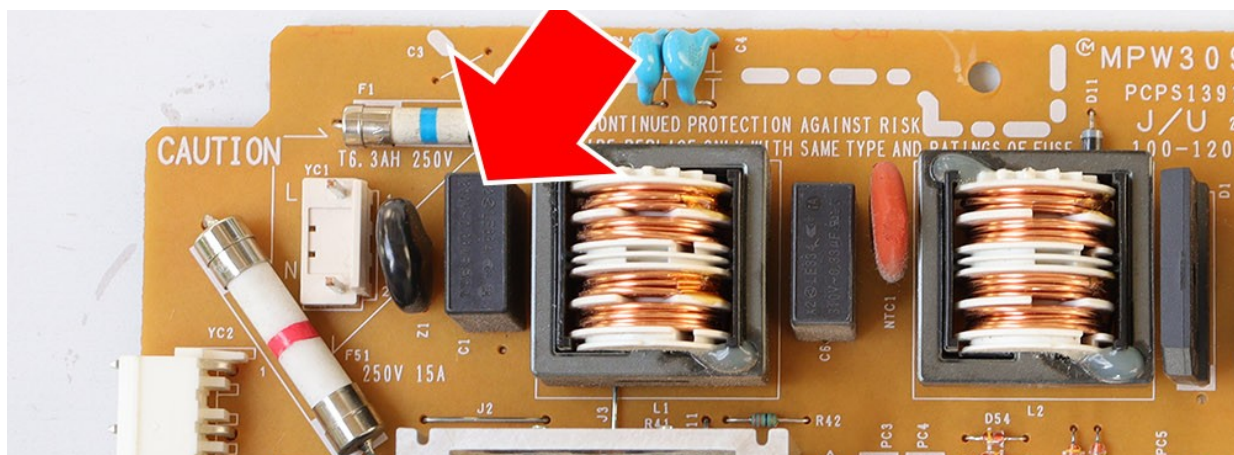


Figura 05.20: Capacitor supressor.

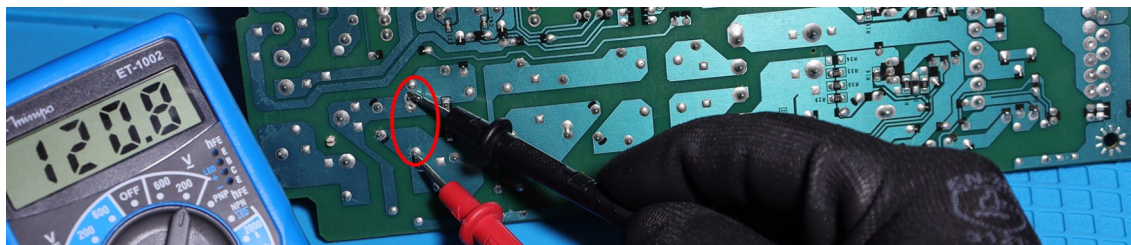


Figura 05.21: tensão alternada - capacitor supressor.

05 – Linha de medição: e assim você consegue seguir essa linha de medição. Basta fazer as medições sempre na mesma linha, de cada pino do conector de alimentação principal. Observe principalmente os componentes soldados/associados **em paralelo**. Mas atenção: pode ter componentes em série. Por exemplo, essa bobina da imagem possui quatro pinos, mas, na verdade são dois fios. Cada fio está em série e um dos terminais. Tem um fio em série no pino de cima e um fio em série no pino de baixo.

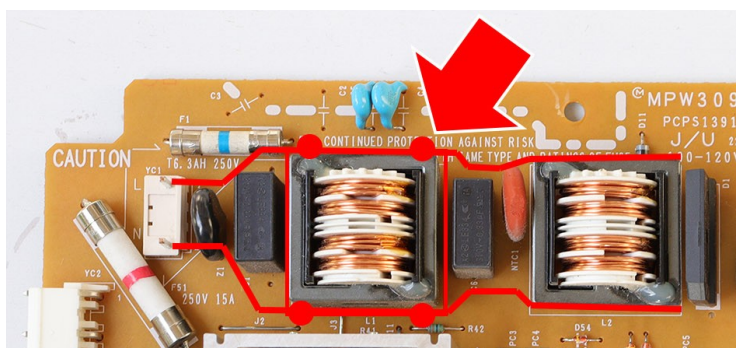


Figura 05.21: observe esse exemplo como seria feita as aferições. Uma ponta de prova do multímetro vai no pino da linha de cima, a outra no pino da linha de baixo. A seta indica a bobinas para filtragem da corrente AC.

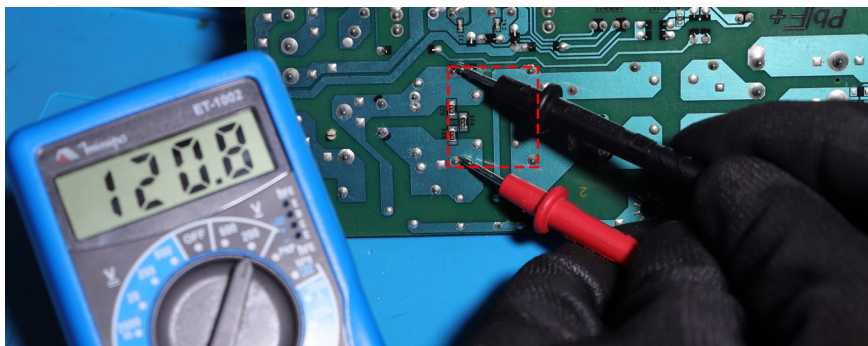


Figura 05.22: bobina para filtragem da corrente AC. Pinos superior e inferior da esquerda. Tensão alternada.

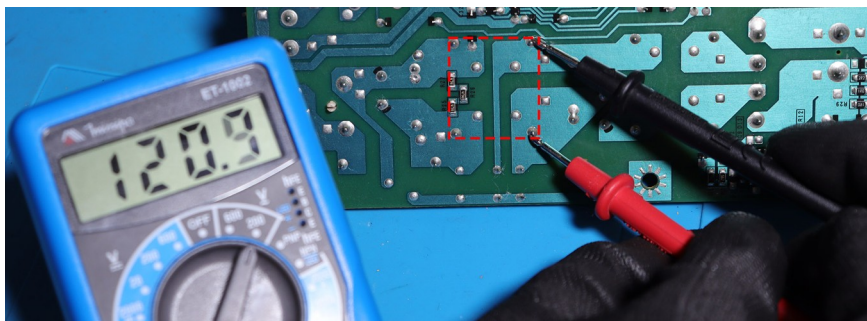


Figura 05.23: bobina para filtragem da corrente AC. Pinos superior e inferior da direita. Tensão alternada.

06 - Esse é o processo: você consegue verificar essas tensões em todos os componentes até chegar na ponte retificadora. Seguindo todas as orientações e tendo os cuidados de segurança,

é bem tranquilo e relativamente fácil de analisar e aprender. Agora vamos para a ponte retificadora.

07 - Ponte retificadora. Finalmente chegamos na ponte retificadora. E qual a função dela? Converter a tensão alternada em tensão contínua. Ela possui quatro terminais. Os dois terminais do meio é AC, ou seja, é onde poderemos medir tensão alternada. Os dois das laterais é onde mediremos a tensão contínua.

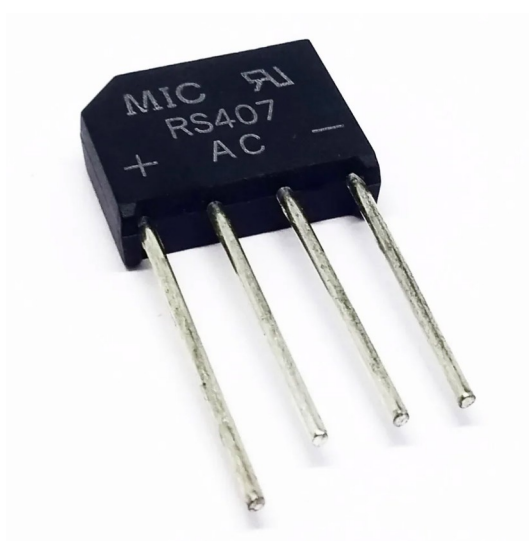


Figura 05.24: observe, os dois terminais do meio são identificados por AC (ou pelo símbolo "~"), ou seja, nesses dois terminais você consegue aferir a tensão alternada. Os dois das laterais são identificados por "+" e "-" e são as duas saídas de tensões contínua.

08 - Como aferir a tensão alternada na ponte retificadora: no multímetro selecionamos a escala 200 AC (corrente alternada). Se por acaso a fonte fosse 220V (e a tomada também fosse 220V) a escala no multímetro deveria ser 600 AC.

09 - Vamos virar a placa para acessar os pontos de solda. Obviamente você tem que localizar a ponte retificadora e localizar os pontos de solda na face de trás da placa.

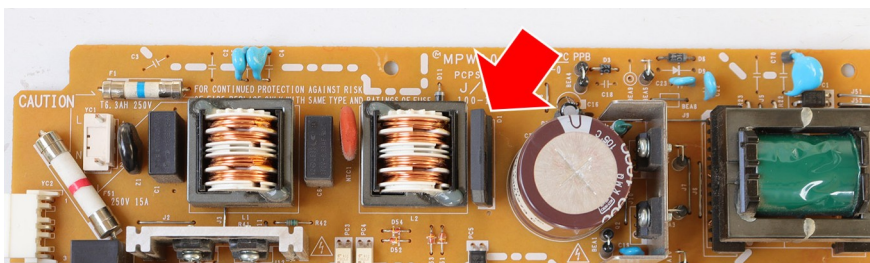


Figura 05.25: ponte retificadora.

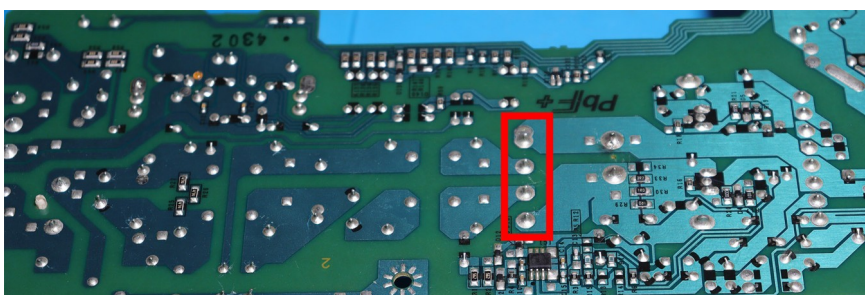


Figura 05.26: veja os pinos da ponte retificadora no "outro lado da placa".

10 – Pinos AC: e vamos encostar as pontas de prova do multímetro nesses dois pinos centrais.

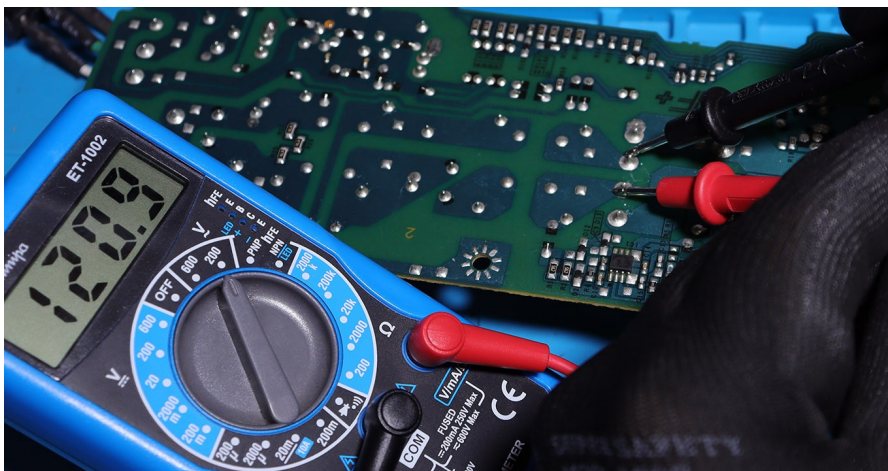


Figura 05.27: ponte retificadora – pinos centrais – tensão alternada.

11 - Como aferir a tensão contínua na ponte retificadora: no multímetro selecionamos a escala 200 DC (corrente contínua). Se por acaso a fonte fosse 220V (e a tomada também fosse 220V) a escala no multímetro deveria ser 600 DC.

12 – Pinos + e -: E vamos encostar as pontas de prova do multímetro nesses dois pinos laterais.

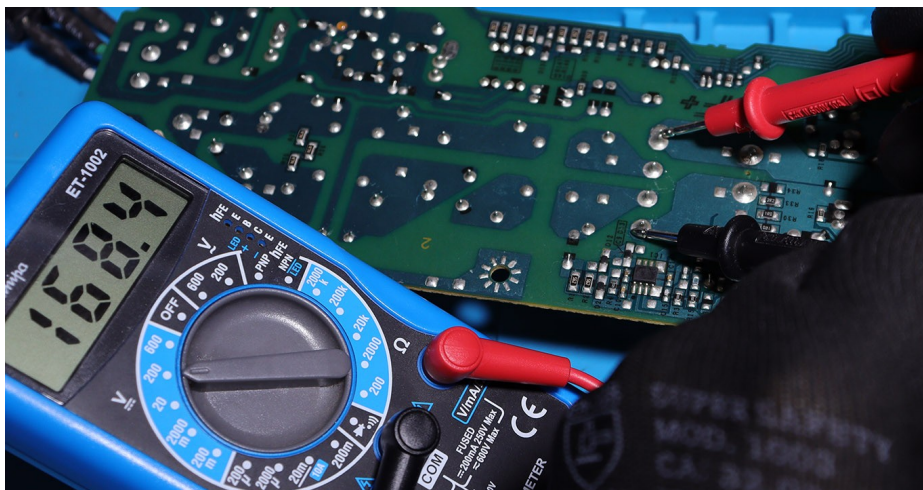


Figura 05.28: ponte retificadora – pinos laterais – tensão contínua.

Importante notar o seguinte: observe que a tensão contínua sofre uma elevação graças ao processo de retificação como um todo. E isso é normal. A tensão alternada estava em torno de 120V, enquanto a contínua sofreu uma elevação para 168V. Fique atento a isso. Na dúvida, ao fazer a aferição pela primeira vez, escolha uma escala maior no multímetro. Por exemplo: na dúvida poderia ter escolhido a escala 600 DC. Depois você pode reduzir a escala de acordo com o que for mais apropriado.

A partir deste ponto, ou seja, a partir da ponte retificadora, vamos ter/encontrar tensões contínua. Fique atento ao projeto da placa, pode ter, e vai ter, mais componentes eletrônicos por todo esse processo que já passamos. Da mesma forma que vai ter placas que conterá bem menos componentes eletrônicos. Ou seja, tudo que estou ensinando aqui não é uma

regra. Você tem que analisar e estudar a placa que está na sua bancada.

13 - Capacitor de filtro – Tensão contínua: conforme já ensinei, a energia vai ser filtrada e convertida de AC DC nos componentes anteriores e vai passar por esse capacitor para estabilizar a tensão contínua. Portanto, podemos medir essa tensão contínua nesse capacitor. No geral, ele é o maior capacitor eletrolítico da placa. E você tem que observar se a placa possui um ou mais. Ele possui tensão elevada. Por exemplo: a placa que estou usando como exemplo possui energia de entrada de 110V AC, que é convertida para uma tensão DC de um pouco mais de 110V. Já esse capacitor é de 200V DC. **Você precisa ter, inclusive, cuidado para não ganhar um choque nesse capacitor.**

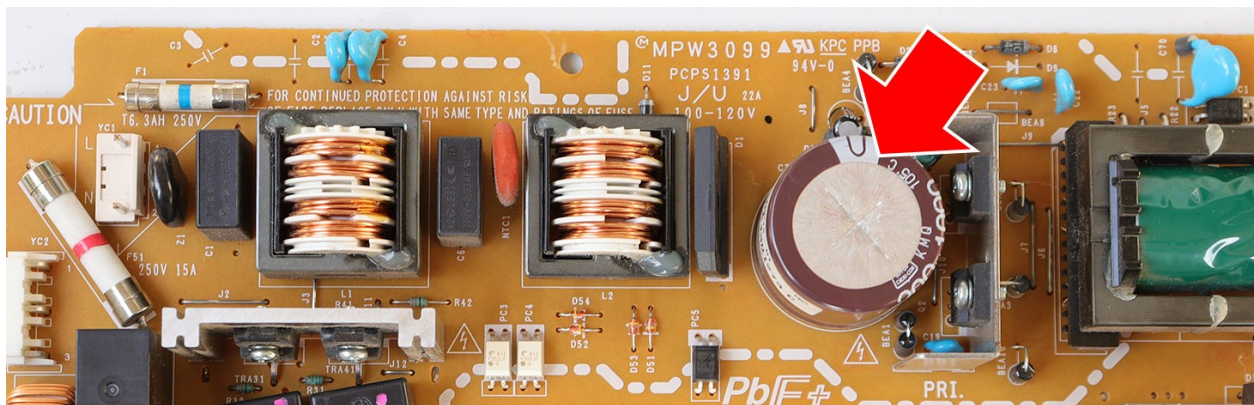


Figura 05.29: capacitor de filtro – Tensão contínua.



Figura 05.30: capacitor de filtro da nossa placa exemplo.

14 - Faça assim: Portanto, para medir a tensão desse capacitor indico fazer o seguinte: por questões de segurança, escolha uma escala acima da tensão máxima dele, que é 200V. Depois você pode reduzir a escala de acordo com o que for mais apropriado. No meu caso, com o meu multímetro, a escala disponível logo acima é 600V DC. Basta encostar a ponta de prova preta no terminal negativo e a ponta de prova vermelha no terminal positivo. Se você inverter as pontas de prova não vai queimar nada, mas na tela do multímetro você verá o sinal de “-” na frente do valor da tensão. Isso significa que as pontas de provas estão invertidas (ponta negativa no pólo positivo e ponta positiva no pólo negativo). Basta inverter as pontas e aferir novamente.

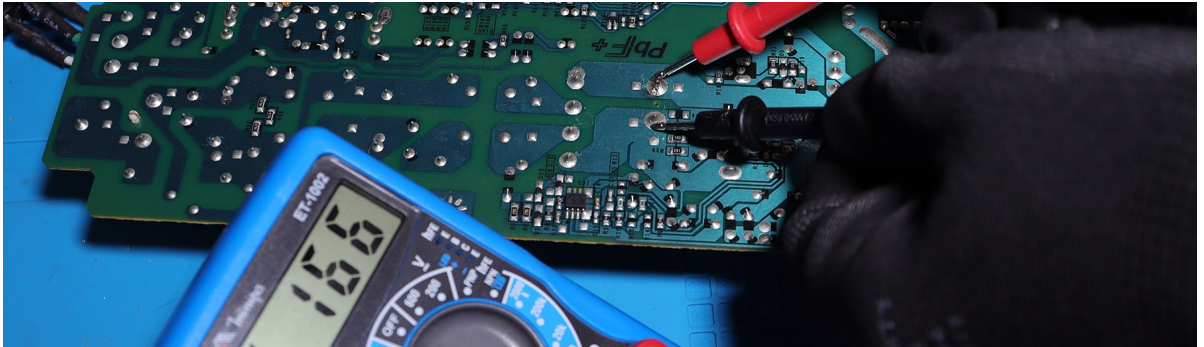


Figura 05.31: capacitor de filtro – tensão em seus terminais.

Cuidado para não ganhar um choque nesses capacitores. SEMPRE descarregue esses capacitores na seguintes situações:

- Ao desligar a placa da alimentação elétrica. É comum o técnico desligar a placa da alimentação elétrica e logo imediatamente manipular a placa para fazer seja lá o que for. Caso o técnico não tenha o hábito de descarregar esses capacitores de tensão elevada, o risco de choque elétrico aumenta;
- Antes de dessoldar (ou soldar) componentes eletrônicos da placa. Você pode fechar um curto “sem querer”, pode encostar nos terminais do capacitor, etc.
- Antes de fazer medições com o multímetro com a placa desligada. Você vai usar escalas, como por exemplo a escala de continuidade, e fatalmente poderá queimar/danificar o seu multímetro.

- Enter outras situações que demandam cuidados.

15 - Transformador chopper – entrada da tensão: vamos aproveitar que acabamos de medir as tensões do Capacitor de filtro e verificar tensões na entrada do transformador chopper. Faça o seguinte: observe atentamente e veja que os terminais do Capacitor de filtro estão conectados através das trilhas nos terminais de entrada do transformador chopper. Através dessa análise cuidadosa você consegue fazer as medições das tensões nas entradas. Vamos encontrar a mesma tensão do Capacitor de filtro.

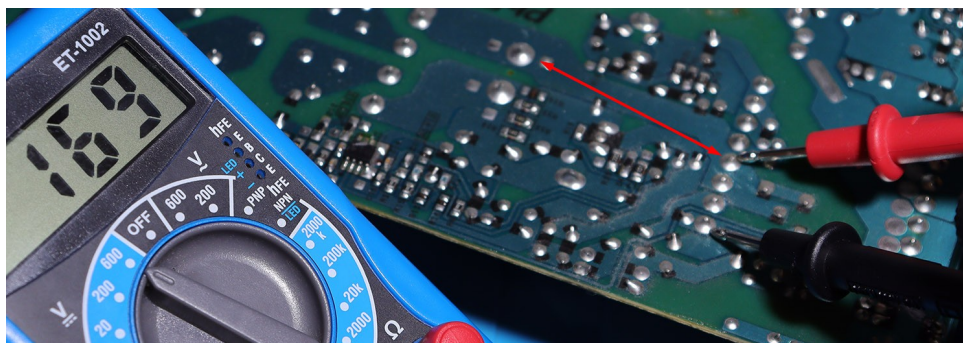


Figura 05.32: observe: a trilha do pino do capacitor é a mesma do pino lá no transformador. Nesse exemplo estamos medindo a tensão em dois pinos da entrada.

16 - Transformador chopper – sem tensão nas saídas? Você vai ver os pinos de saída do transformador chopper. Logo você pensa: Já sei como fazer! Vou medir as tensões contínuas nesses pinos. Você vai lá com o multímetro e não dá nada! Transformador queimado? Não meu amigo. Isso é normal, você não vai conseguir medir tensões na saída dessa forma.



Figura 05.33: dessa forma é normal que você não consiga medir nenhuma tensão.

17 - Transformador chopper – saídas – Diodo Schottky: procure o diodo de potência (Schottky). Ele estará logo à frente do transformador. Já estudamos sobre ele. Ele atua diretamente na retificação das tensões negativas e positivas.

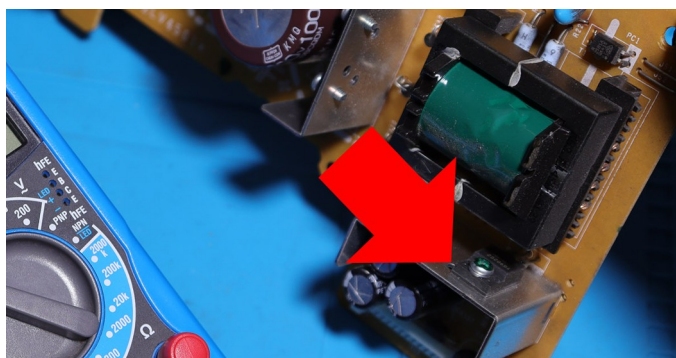


Figura 05.34: veja o diodo (Schottky) da nossa placa.

18 - Transformador chopper – aferição das saídas: coloque a ponta de prova positiva no catodo do diodo e a ponta de prova negativa no terminal (que vai aferir a tensão) de saída do transformador.

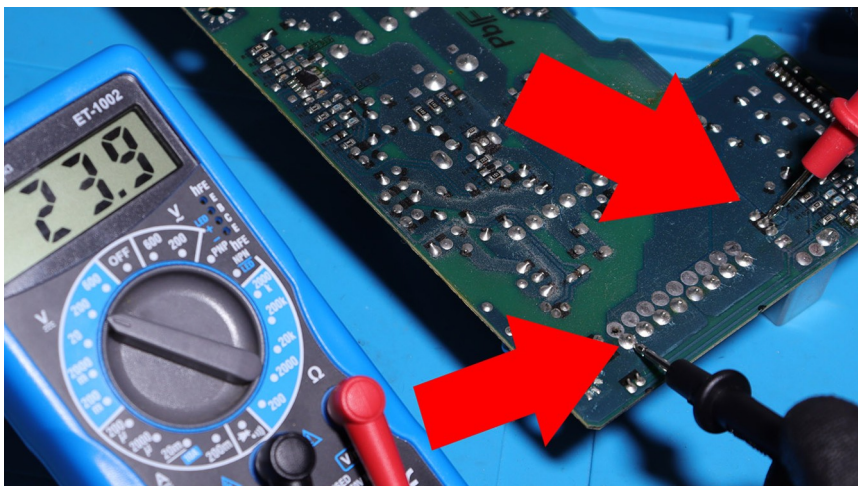


Figura 05.35: veja a tensão de saída em um dos pinos.

19 - Conector de alimentação da placa lógica (placa-mãe): por fim, podemos verificar as tensões nos pinos do conector de alimentação da placa lógica. Lembrando que neste ponto estamos trabalhando com baixas tensões, que podem variar a depender da placa: 5V, 25V, 31V, etc. Na dúvida, configure no multímetro uma escala acima (por exemplo: 200V DC). E depois você pode baixar o valor da escala conforme necessário para obter resultados mais apurados. E para medir, basta colocar a ponta de prova preta (terra) em qualquer ponto aterrado da placa (no setor secundário)

e a vermelha no pino desejado. Quanto ao ponto aterrado, escolha um sempre o mais próximo o possível desse conector.

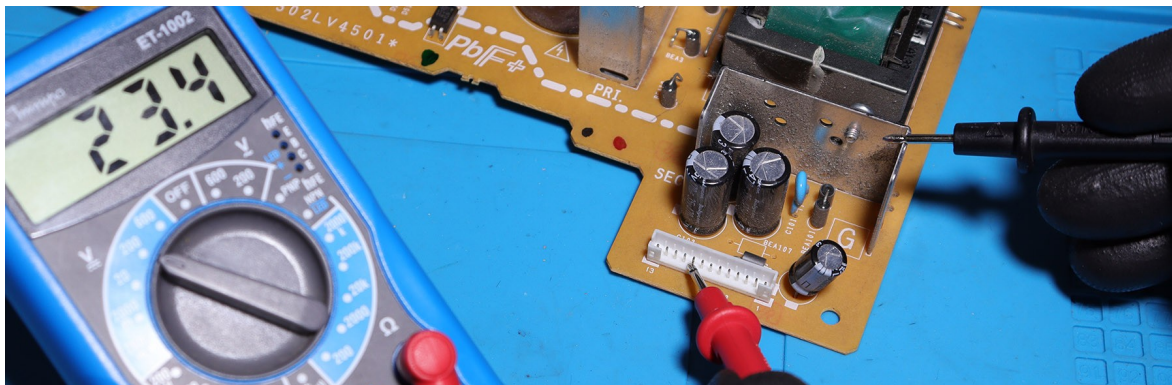


Figura 05.36: veja a tensão de saída em um dos pinos no conector de alimentação da placa lógica.

👉 Aprenda em Definitivo

Nesse ponto já percorremos toda a placa. Já expliquei sobre as principais divisões das fontes chaveadas, alta e baixa tensão, serigrafia e etc. E para tornar o estudo mais completo, deixei instruções detalhadas sobre como medir as tensões na fonte. Ou seja, percorremos toda a fonte. E ainda deixei instruções de como conseguir o meu livro completo de fontes chaveadas.

E para fechar com chave de ouro, na sequência você pode acompanhar explicações sobre:

- As chamadas **placas conjugadas**;
- O **conversor de LED**, que pode estar embutido na placa principal da fonte.

Placas Conjugadas

Já abordei sobre essas placas neste material. Imagine a seguinte situação: você abre uma TV e se depara com uma única placa principal. Ela é a placa-mãe ou é a fonte chaveada?

Na verdade ela poderá ser uma única placa com as duas funções: uma placa conjugada. E identificar é simples:

- Observe se ela possui a entrada de energia DC oriunda da tomada;
- E observe se ela possui conectores tais como USB, HDMI, selector varicap, entre outros.

Se sim, você está diante de uma placa conjugada que possui em uma única PCB os circuitos que compõem a fonte chaveada e a placa-mãe. Ela também pode ser chamada de:

- Main board com fonte embutida;
- Placa-mãe híbrida;

- Placa única (single board).

Muitos fabricantes fazem essas placas conjugadas por uma série de motivos:

- Redução de custo;
- Menos componentes e espaço ocupado;
- Simplificação do projeto.

E tudo depende do projeto do fabricante. Se ele quiser e for possível de acordo com o projeto, ele pode construir placas com praticamente tudo embutido, incluindo outras placas/circuitos.

E através de uma análise visual você consegue verificar quais componentes compõem a fonte chaveada e quais compõem a placa-mãe.

Na parte da fonte chaveada haverá a fonte primária e a secundária. Haverá, por exemplo, as marcações por serigrafia. Você verá o setor HOT e o setor COLD. Verá todos os componentes eletrônicos pertencentes a cada setor.

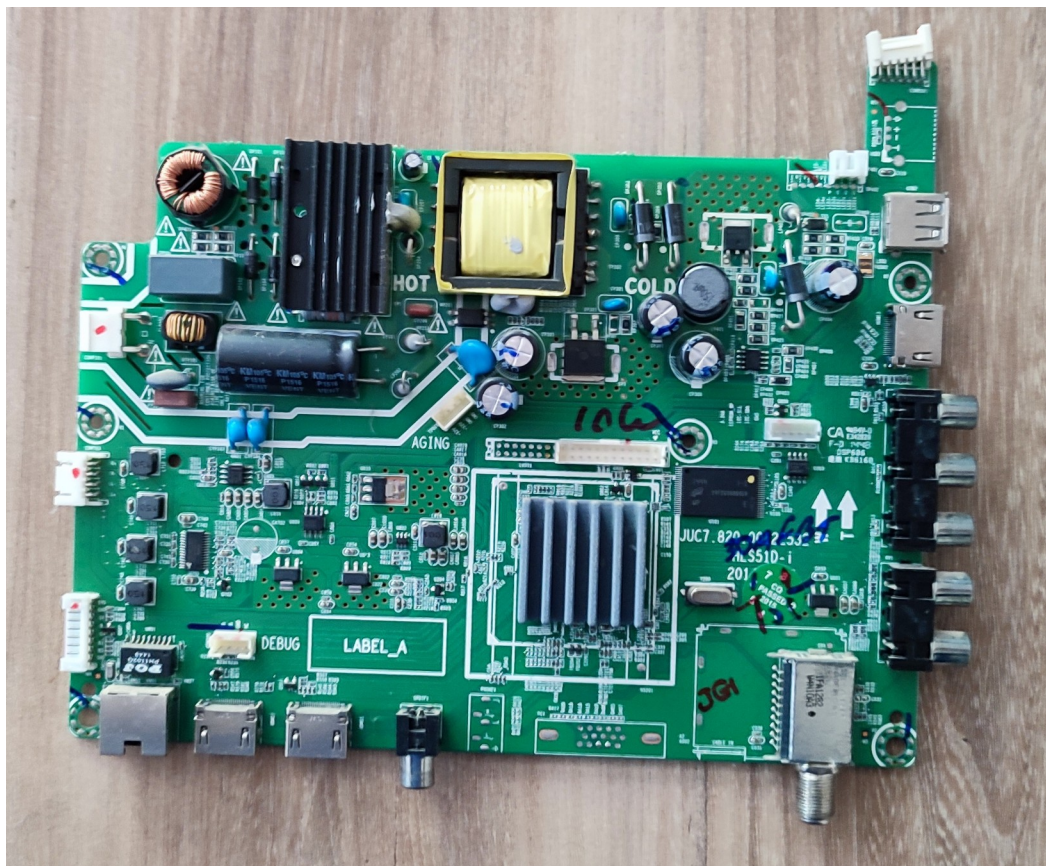


Figura 05.37: aqui vemos uma placa conjugada. Já vou deixar esse exercício para você: observe as características que já mencionei. Por que ela é uma placa conjugada?

Por isso, tenha isso em mente: abriu uma TV e visualizou somente uma placa principal? Cadê a fonte? Cadê a placa-mãe? Calma. Pode estar tudo embutido em uma única placa. E você vai perceber isso pela “falta” de placas (óbvio) individuais, e analisando a placa em questão:

- Ela possui uma entrada principal de energia: a energia que chega da tomada;
- E possui os circuitos característicos da placa-mãe, como por exemplo o seletor varicap e etc.

Conversor de LED

E em relação a esse circuito, ocorre mais uma situação muito simples de perceber e entender. Mas que pode confundir a cabeça de iniciantes.

Neste material apresentei e exploquei a possibilidade de existir, separadamente, a **placa-mãe**, a **fonte chaveada** e o **conversor de LED**.

Mas, em muitos casos, por uma questão de economia de espaço ou redução de custos, **o fabricante pode integrar esses três blocos em uma única placa**.

Ou poderemos encontrar placa-mãe separada, e, a placa fonte (fonte chaveada) com conversor de LED integrada.

Vai haver barras de LEDs (ou lâmpadas fluorescentes de cátodo frio) que são ligadas em um conector na placa desse circuito. É só observar os cabos que irão para a alimentação das barras de LEDs (ou lâmpadas fluorescentes de cátodo frio). Ou seja, os cabos que

interliga o backlight estão conectados onde? É na placa fonte principal? Se sim, o circuito está embutido nela.

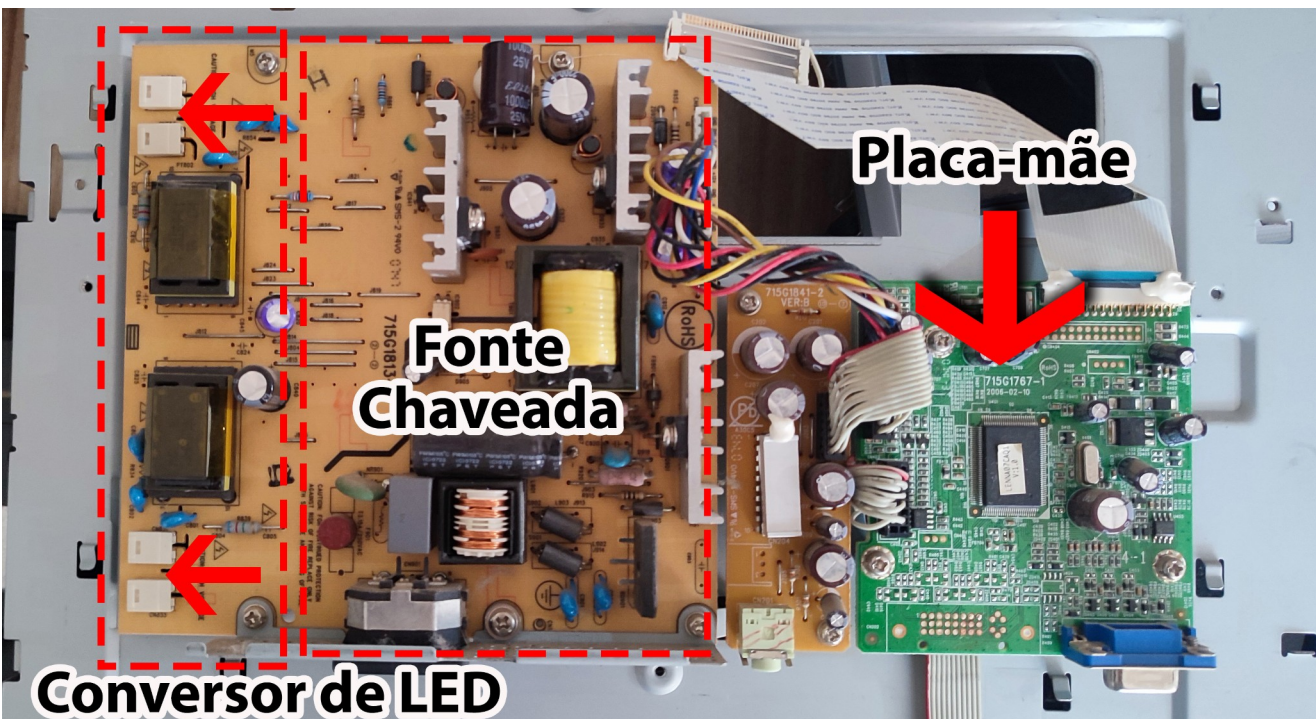
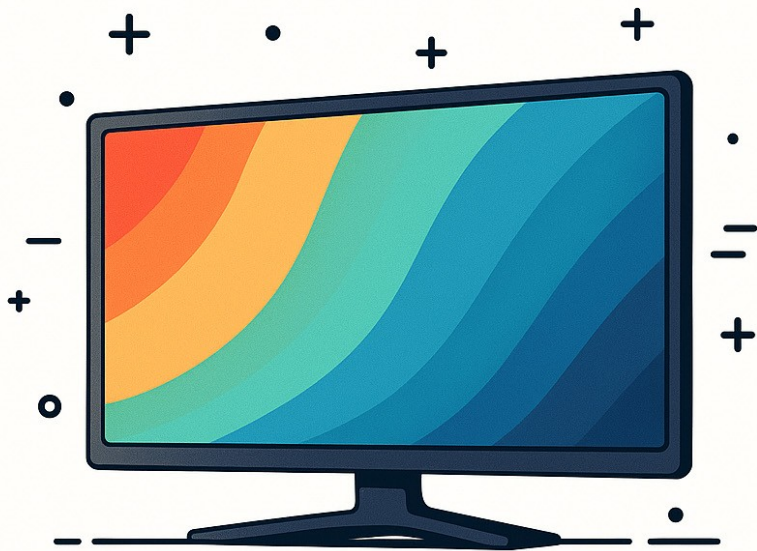


Figura 05.38: observe essa imagem. É muito simples de entender. À direita temos a placa-mãe. E à esquerda temos a placa fonte. E a placa fonte é conjugada com o conversor de LED (neses caso). Observe que bem na lateral esquerda há os conectores para o backlight, são quatro conectores ao total.

CAPÍTULO

06



Placa-mãe

Anatomia de uma placa-mãe

Neste ponto de nosso estudo você já conhece uma placa-mãe de uma TV ou monitor. Você já sabe que existem placas conjungadas, que há diferenças entre uma placa-mãe de TV para uma placa-mãe de monitor.

Placa conjugada, como sabemos, é aquela que possui em uma única PCB os circuitos que compõem a fonte chaveada e a placa-mãe.

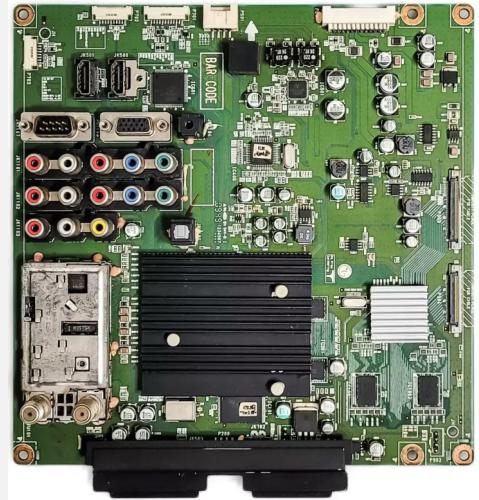


Figura 06.1: uma placa-mãe de TV.

E quanto às placas-mãe de televisões e monitores? Elas possuem características próprias, tais como:

- **TV:** Conta com sintonizador (seletor varicap, IF/SOM), placa-mãe mais robusta, se comparada com monitores simples, pois são capazes de rodar apps, possui circuitos de áudio integrados para alimentar auto-falantes, etc.
- **Monitor:** Não possui sintonizador. Sua placa-mãe é mais simples, mas pode incluir suporte a tecnologias como VRR (taxa de atualização variável) e HDR, que muitas TVs básicas não oferecem.

Mas tudo isso já foi abordado. Neste capítulo há uma apresentação geral da “anatomia” de uma placa de televisão. Neste ponto não importa para nós: placas conjungadas e placas de monitores. Para ser mais específico, a abordagem se baseou no diagrama a seguir:

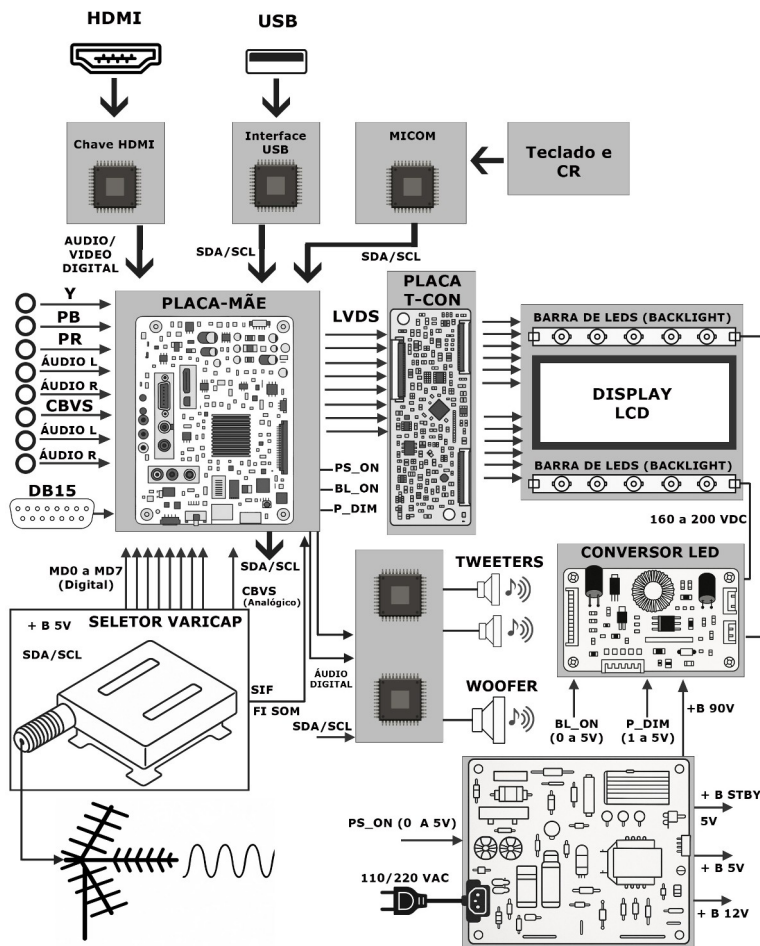


Figura 06.2: nosso diagrama de uma TV.

O que vemos no diagrama? Vemos uma diagrama em blocos simples com vários circuitos que já abordamos neste livro.

E o que é importante para nós nesse momento? O que é importante, nesse momento, é a placa-mãe e todos os circuitos que estão diretamente associados à ela:

- Portas HDMI e USB;
- MICOM;
- Teclado e CR;
- Conectores RCA;
- Selector Varicap;
- Etc.

E a proposta deste capítulo é essa. É explicar esses circuitos para que você tenha um aprendizado didático e completo. Ao longo do capítulo, foi discutido defeitos? Não. Há outros capítulos que discutem defeitos. Mas para discutir defeitos você precisa conhecer esses circuitos. Certo? Então, “bora pra cima!”

Porta HDMI

HDMI vem do inglês High-Definition Multimedia Interface, que em bom português é Interface Multimídia de Alta Definição. É uma das conexões muito importante encontrada em televisores modernos. Ela permite **transmitir, por um único cabo, sinais de áudio e vídeo digital em alta qualidade**, sem compressão e sem perda de fidelidade.

Mas é preciso entender um ponto aqui: estamos falando de televisores correto? O HDMI de televisores geralmente são identificados por HDMI IN, ou seja, é a indicação de uma entrada. Isso significa que ela **recebe** sinal de outros aparelhos, como:

- Computadores e notebooks.
- Consoles de videogame (PlayStation, Xbox, etc.);
- Blu-ray players;
- Dispositivos de streaming (Chromecast, Fire Stick, Roku, Apple TV);
- Câmeras digitais ou filmadoras;
- Entre outros.

É bem tranquilo de entender correto? Vale ressaltar que há dispositivos emissores que enviam sinal de áudio e vídeo para as

TVs. Esses são os que usam HDMI de saída, ou HDMI OUT, e são exatamente esses exemplos que citei anteriormente:

- Computadores e notebooks.
- Consoles de videogame (PlayStation, Xbox, etc.);
- Blu-ray players;
- Dispositivos de streaming (Chromecast, Fire Stick, Roku, Apple TV);
- Câmeras digitais ou filmadoras;
- Entre outros.

E qual a **Função da porta HDMI?** A função da porta HDMI da TV é receber sinais digitais de imagem e som de dispositivos externos e repassá-los à TV com qualidade total. Ela substituiu conexões analógicas mais antigas, como RCA, S-Video e VGA, trazendo:

- **Imagem digital** de alta resolução (Full HD, 4K, 8K);
- **Áudio multicanal** de alta qualidade (incluindo Dolby Digital, DTS e formatos 5.1/7.1);
- **Transmissão sincronizada**, ideal para filmes, games e streaming.
- **Vantagens da tecnologia HDMI:**
 - Um único cabo para áudio e vídeo
 - Alta qualidade de transmissão (sem interferência)

- Suporte a resoluções e padrões modernos
- Compatibilidade universal com diversos aparelhos
- Menos fios, mais organização e praticidade

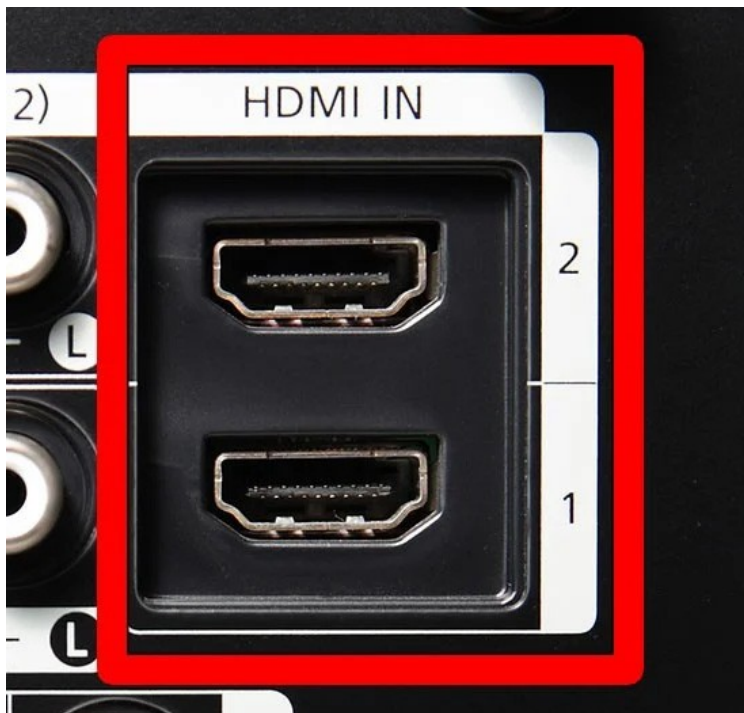


Figura 06.3: HDMI IN

Evolução do Padrão HDMI

Desde sua criação em 2002, o padrão HDMI (High-Definition Multimedia Interface) passou por diversas atualizações significativas, acompanhando os avanços da tecnologia de áudio e vídeo. A cada nova versão, surgiram melhorias em resolução, taxa de atualização, suporte a formatos de áudio e funcionalidades adicionais. Confira a seguir um resumo reestruturado das principais versões do HDMI ao longo dos anos:

- **HDMI 1.0 (2002):** primeira versão do padrão, com suporte a resoluções de até **1920×1080** ou **1920×1200 pixels**, com taxa de atualização máxima de **60 Hz**.
- **HDMI 1.1 (2004):** introduziu compatibilidade com **DVD-Audio**, oferecendo áudio digital em alta fidelidade (Hi-Fi).
- **HDMI 1.2 (2005):** passou a suportar o conector HDMI tipo A em monitores, além de formatos de áudio como **One Bit Audio** e **DSD (Direct Stream Digital)**, comuns em **Super Audio CDs**.
- **HDMI 1.2a (2005):** adicionou as especificações do **HDMI CEC (Consumer Electronics Control)**, permitindo controle remoto entre dispositivos conectados.

- **HDMI 1.3 (2006):** aumentou a capacidade para exibir **1920×1080 a 120 Hz** ou **2560×1440 a 60 Hz**, e introduziu o conector **mini-HDMI (tipo C)**.
- **HDMI 1.4 (2009):** trouxe suporte a **resolução 4K, ampla gama de cores**, o recurso **ARC (Audio Return Channel)** e o novo conector **micro-HDMI (tipo D)**.
- **HDMI 2.0 (2013):** suporte aprimorado a **4K a 60 Hz**, até **32 canais de áudio**, e melhorias no sistema de controle CEC.
- **HDMI 2.0a (2015):** adicionou suporte aos padrões de imagem **HDR** e **HDR10**, elevando a qualidade das cores e contraste.
- **HDMI 2.0b (2016):** introduziu suporte ao formato **HLG (Hybrid Log Gamma)**, voltado para transmissões televisivas com tecnologia HDR.
- **HDMI 2.1 (2017):** revolucionou o padrão com largura de banda de até **48 Gb/s**, permitindo resoluções de até **10K, 8K a 60 Hz** e **4K a 120 Hz**. também trouxe o **eARC (enhanced Audio Return Channel)** e suporte ao **HDR dinâmico** com profundidade de cores de até **16 bits**.

- **HDMI 2.1a (2022):** acrescentou o recurso **SBTM (Source-Based Tone Mapping)**, otimizando o desempenho em conteúdos HDR, além da especificação **HDMI Cable Power**, que fornece até **1,5 W** de energia para cabos HDMI ativos com chip integrado.
- **HDMI 2.1b (2023):** aprimorou ainda mais o suporte a **HDR** e **resoluções ultra elevadas**, mantendo o padrão atualizado com as exigências de TVs e monitores de última geração.

O que é a “chave HDMI”?

É um **CI (circuito integrado de chaveamento digital)** que:

- **Recebe múltiplos sinais HDMI de diferentes portas (HDMI 1, HDMI 2, etc.);**
- **Seleciona qual deles será enviado ao processador principal da TV,** de acordo com a entrada escolhida pelo usuário no controle remoto;
- **Pode também fazer a conversão entre sinais HDMI e DVI,** quando necessário.

Como funciona esse circuito na prática?

- O HDMI, apesar de ser uma interface digital, **usa múltiplas linhas de dados (TMDS)**.
- Como o processador da TV costuma ter **apenas uma ou duas entradas HDMI internas**, é necessário um **comutador eletrônico (chaveador HDMI)** que diga: "Agora processa o sinal da porta HDMI 1" ou "Agora pega o da HDMI 2".

Isso é feito por um CI chaveador, como:

- **TMDS261** (Texas Instruments);
- **Sil9135**;
- **PTN3360**;
- **Entre outros.**

E o "chaveamento HDMI/DVI"?

Apesar de HDMI e DVI serem interfaces diferentes fisicamente, **os sinais de vídeo (TMDS) são compatíveis**. Assim, esse mesmo CI também pode comutar entre:

- Entradas HDMI completas (com vídeo + áudio)
- Entradas DVI (somente vídeo digital)

👉 TVs que têm uma porta “HDMI/DVI” geralmente aceitam entrada de **vídeo digital via DVI**, mas precisam de **áudio separado por outra entrada auxiliar** (como P2 ou RCA).

📌 Resumo:

Termo	O que significa
Chave HDMI	Circuito que escolhe qual porta HDMI será processada
Chave HDMI/DVI	Faz a comutação e adaptação entre sinais HDMI e DVI
CI de chaveamento	Componente como TMDS261, Sil9287, etc., presente na mainboard

🔌 O que é o Barramento USB e Como Funciona nas Placas de TV

O termo **USB** vem do inglês *Universal Serial Bus*, que em português significa **Barramento Serial Universal**. Trata-se de uma tecnologia de comunicação usada para conectar diversos dispositivos a um sistema eletrônico, como computadores, TVs, videogames, entre outros.

O USB é um **barramento serial**, ou seja, transmite os dados **bit a bit** por um único canal, de forma sequencial. Essa característica permite simplificar o hardware e reduzir custos, ao mesmo tempo

em que oferece uma comunicação eficiente e compatível com inúmeros tipos de dispositivos.

USB em Televisores: Mais do Que Uma Simples Porta

Nas televisões modernas, a porta USB serve como uma ponte entre a TV e diversos dispositivos externos. É possível conectar:

- Pen drives para reproduzir vídeos, músicas ou visualizar fotos
- Teclados e mouses para navegação em Smart TVs
- Celulares, câmeras digitais e até mesmo consoles de videogame

O que torna tudo isso possível é o **controlador USB integrado à placa-mãe da TV**. Esse controlador é responsável por:

- Identificar o dispositivo conectado;
- Gerenciar a troca de dados entre a TV e o dispositivo.

É ele quem garante que a TV consiga interpretar corretamente o conteúdo de um pen drive, por exemplo, ou responda aos comandos de um teclado.

Evolução das Versões USB

Desde sua criação, o USB passou por diversas atualizações para acompanhar as necessidades de velocidade e compatibilidade do mercado:

- **USB 1.1:** Primeira versão amplamente usada; velocidades entre **1,5 Mbps e 12 Mbps**
- **USB 2.0:** Introduziu velocidades muito superiores, chegando a **480 Mbps**
- **USB 3.0:** Acelerou drasticamente as transferências, alcançando até **4,8 Gbps**
- **USB 3.1:** Dobrou a velocidade anterior, atingindo **10 Gbps**
- **USB 4.0 / USB-C:** Versão mais moderna, suportando até **40 Gbps**, com conectores reversíveis e suporte a múltiplos protocolos

Nem todas as TVs suportam as versões mais avançadas. A maioria dos modelos utiliza USB 2.0, suficiente para leitura de mídias, mas alguns modelos mais recentes já vêm com portas **USB 3.0**, que permitem maior velocidade de transferência — útil para arquivos de vídeo em alta definição, por exemplo.

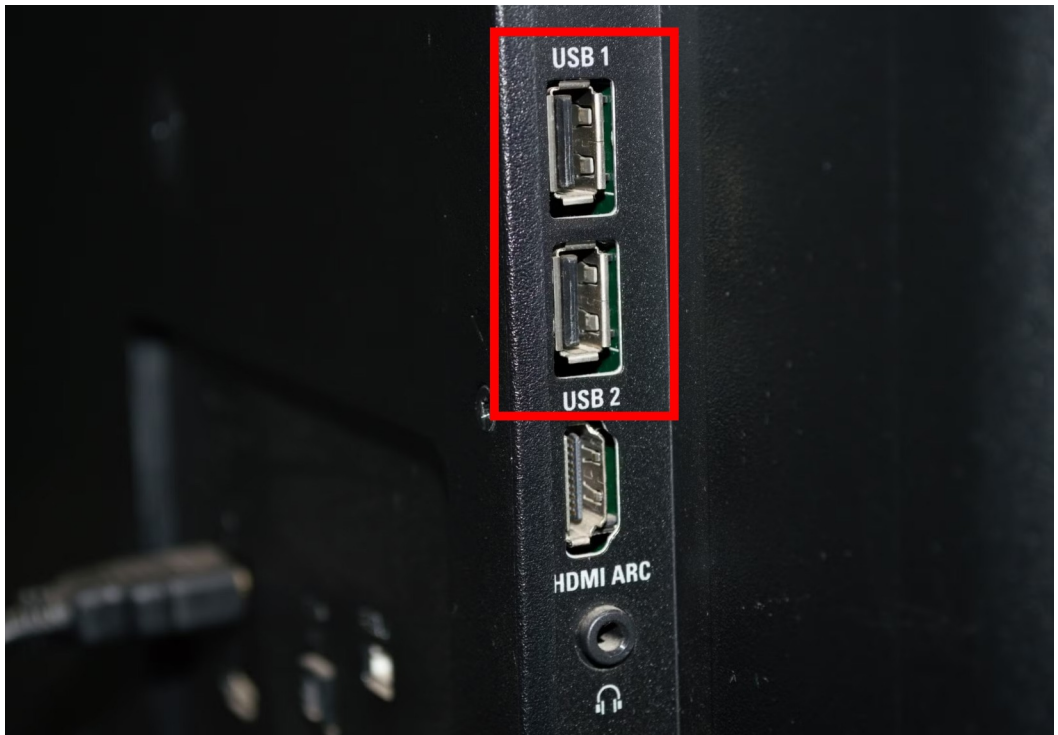


Figura 06.4: porta USB.

Entradas Y, Pb, Pr, Áudio L/R, CBVS — Entenda o Que São e Como Funcionam

Se você observar com atenção a parte lateral ou traseira de muitas TVs, especialmente modelos mais antigos ou intermediários, encontrará uma série de entradas identificadas como **Y**, **Pb**, **Pr**, **CBVS**, **Áudio L**, **Áudio R**, entre outras. Todas

elas estão representadas também no diagrama eletrônico mostrado a seguir (e já apresentado nesse livro), e são fundamentais para entender como os sinais analógicos de vídeo e áudio chegam à placa-mãe da TV.

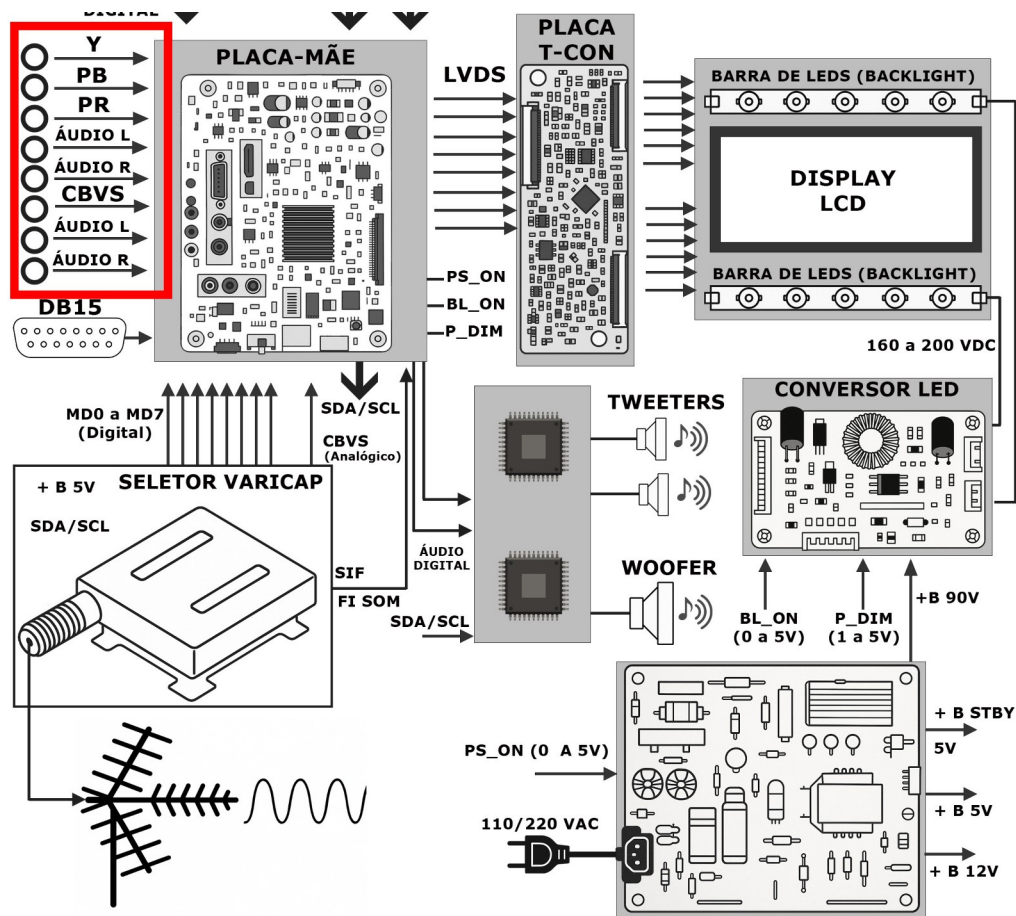


Figura 06.5: porta USB.

● Conectores Y, Pb, Pr – Vídeo Componente

Essas três letras representam o **sistema de vídeo componente**, que separa o sinal de vídeo em três canais distintos para garantir uma imagem de melhor qualidade:

- **Y (Luminância):** carrega a informação de brilho da imagem, também chamada de sinal preto-e-branco.
- **Pb (Azul-diferença):** carrega a diferença entre o sinal azul e a luminância (B–Y).
- **Pr (Vermelho-diferença):** carrega a diferença entre o sinal vermelho e a luminância (R–Y).

Esse tipo de conexão é **analógica**, mas oferece **resoluções mais altas** do que o vídeo composto. O sinal de vídeo componente é usado para exibir imagens com cores mais vivas e definição melhor, sendo comum em aparelhos de DVD, videogames antigos e decodificadores.

● CBVS – Vídeo Composto

CBVS (às vezes escrito como CVBS) significa **Composite Video Broadcast Signal**. Trata-se do famoso **vídeo composto**, aquele que transmite toda a informação de vídeo em um único cabo — geralmente com conector **RCA amarelo**.

- É o tipo mais simples de conexão analógica de vídeo.
- Transmite imagem em resolução padrão (SD).
- Não transmite áudio; o som vai por cabos separados (geralmente RCA branco e vermelho).

Apesar de limitado, o CBVS ainda é útil para conectar **videocassetes, câmeras antigas, videogames retrô e alguns receptores de TV.**

● **Áudio L e Áudio R – Canais Estéreo**

As entradas **Áudio L (esquerdo)** e **Áudio R (direito)** são usadas para transportar o **áudio analógico em estéreo**. Normalmente acompanham tanto as conexões de vídeo componente quanto as de vídeo composto.

- Se o dispositivo tem saída de som estéreo, os dois cabos (branco e vermelho) devem ser usados.
- Se for mono, geralmente só o canal L (branco) é necessário.

🔌 **Conectores RCA x P2 – Adaptações Comuns**

Tradicionalmente, essas conexões eram feitas com **cabos RCA**, usando os conectores redondos coloridos (amarelo para vídeo

composto, branco/vermelho para áudio, verde/azul/vermelho para vídeo componente).

Contudo, **para economizar espaço físico nas TVs modernas**, muitos fabricantes substituíram os conectores RCA por um **único conector P2 (tipo fone de ouvido de 3,5 mm)**, que exige o uso de **adaptadores P2 para RCA**. Esses adaptadores são fornecidos com a TV ou vendidos separadamente e fazem a redistribuição dos canais de áudio e vídeo pelos conectores corretos.

Exemplo prático:

Uma TV pode ter apenas uma porta P2 com a inscrição "AV IN" ou "COMPONENT IN", mas, ao usar o adaptador correto, você consegue ligar os cabos RCA normalmente.

Conector DB15

Então, meus amigos, dando continuidade ao nosso conteúdo, agora a abordagem é sobre o **Conector DB15**. Perceba que aqui estou sendo bem completo e didático. Estou simplesmente apresentando o que você está vendo no nosso diagrama — e explicando a função de cada item de forma didática.

O **DB15** é aquele conector geralmente **azul ou preto**, com **15 pinos distribuídos em três fileiras**, muito conhecido por ter

seu uso foi amplamente usado em **conexões VGA (Video Graphics Array)**. É exatamente o conector responsável por **transmitir sinal de vídeo analógico** entre computadores e monitores — e, por um bom tempo, também esteve presente em muitas TVs.



Figura 06.6: porta DB15.

Explicação rápida:

- O conector **DB15 (VGA)** transmite **sinal 100% analógico**:
 - **Três canais analógicos RGB (vermelho, verde e azul)**
 - **Sinal de sincronismo horizontal (H-Sync)**
 - **Sinal de sincronismo vertical (V-Sync)**

- E outros pinos auxiliares, como identificação do monitor, tensão de referência, etc.

É um conector antigo?

Sim. O DB15/VGA é considerado um **conector legado**, ou seja, **uma tecnologia antiga** que teve grande importância, mas que **já está sendo substituída** por padrões mais modernos como **HDMI e DisplayPort**.

Ele ainda aparece em TVs atuais?

✗ Raramente.

Na maioria das **TVs modernas**, o conector DB15 já foi removido. Ele era comum nas TVs entre os anos 2000 e meados de 2010, especialmente para quem queria usar a TV como **monitor de computador**.

Hoje, as TVs priorizam **entradas digitais** (como HDMI), que transmitem **imagem e som juntos** com muito mais qualidade.

Função no diagrama que estamos estudando:

No nosso esquema, o **conector DB15** aparece como **uma entrada de vídeo analógico**, permitindo que o usuário conecte um computador ou notebook com saída VGA para exibir a imagem diretamente na TV.

- **Não transmite som**, apenas **imagem**.
- A resolução e qualidade da imagem são **limitadas** em comparação com HDMI.
- É comum encontrar TVs antigas que aceitam resolução VGA padrão (640x480 até 1920x1080 em alguns casos).

Cabo de Áudio – Onde Ligar e Como Usar

Quando você conecta um notebook à TV usando um cabo VGA (ou DB15), o sinal de vídeo é transmitido, mas o áudio **não acompanha** — ele precisa ser enviado por um cabo separado. Nesse caso, será necessário utilizar um **cabo de áudio auxiliar** para levar o som do computador até a TV.

Esse cabo pode ser de dois tipos, dependendo das entradas disponíveis na sua TV:

- **Cabo P2 para P2 (3,5 mm)**: ideal quando tanto o notebook quanto a TV possuem entrada e saída de áudio com conector tipo fone de ouvido.
- **Cabo P2 para RCA**: usado quando a TV possui **entradas RCA de áudio (branco e vermelho)** — você conecta o P2 na saída de fone do notebook e os dois RCA nas entradas de áudio da TV.

Seletor varicap

Dando sequência, o próximo elemento do diagrama já apresentado nesse material, chegamos ao Seletor varicap.

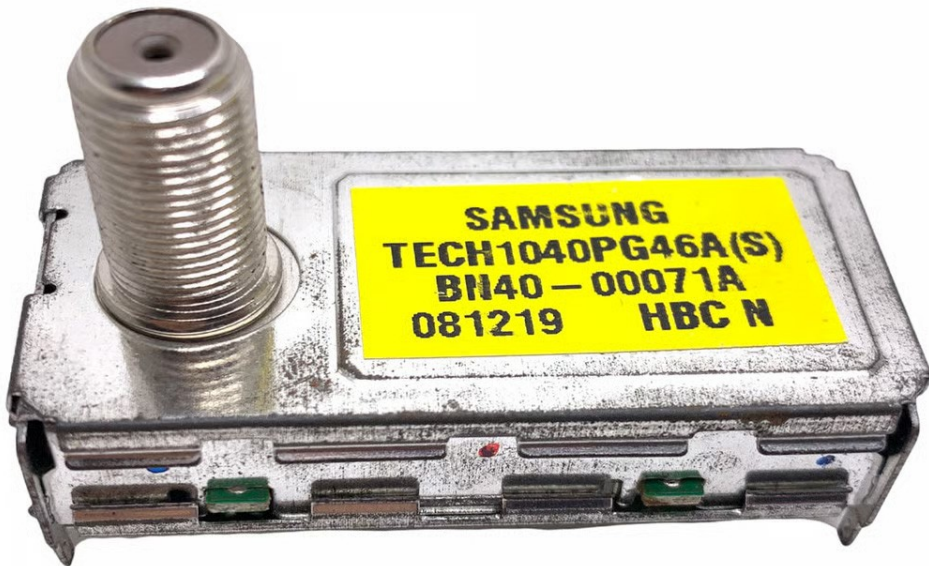


Figura 06.7: porta DB15.

Apesar do nome “Seletor Varicap” ser usado neste material, é importante lembrar que ele representa um **sintonizador moderno**, e que nem todos os modelos utilizam exclusivamente diodos varicap internamente. O nome foi escolhido aqui apenas como uma forma didática e tradicional de referenciar o bloco responsável pela **seleção de canais na entrada RF** da TV.

Seletor Varicap (Sintonizador de RF)

Continuando, o próximo componente do diagrama é o **Seletor Varicap**, também conhecido como **sintonizador de RF, tuner** ou **módulo de sintonia**.

Esse componente é responsável por **receber o sinal de TV** vindo da antena (TV aberta) ou cabo coaxial (TV a cabo) e **selecionar o canal desejado**, filtrando a frequência correspondente ao canal sintonizado. Ele é essencial para que a TV possa “entender” qual canal o usuário deseja assistir.

Como funciona

Dentro do sintonizador, encontramos circuitos que fazem a **sintonia eletrônica** — ou seja, a varredura e fixação da frequência correta. Isso é feito, em muitos casos, com o uso de **diodes varicap**, que ajustam a capacitância de forma controlada por tensão. Também é comum o uso de um **PLL (Phase-Locked Loop)**, que estabiliza a frequência de recepção, garantindo precisão na sintonia.

A função principal do módulo é **converter o sinal de rádio frequência (RF)** em sinais de vídeo e áudio que possam ser processados internamente pela TV. Ele faz isso de duas maneiras, dependendo do tipo de canal:

- **Para canais analógicos**, o sinal de vídeo convertido é disponibilizado em forma de **vídeo composto (CVBS)**, um sinal analógico padrão.
- **Para canais digitais**, o sinal é **demodulado** e entregue como uma **saída digital, geralmente paralela com 8 trilhas (bits)** — compatível com padrões como **DVB, ISDB-T ou ATSC**, conforme o país e o sistema adotado.

Essas saídas são enviadas para o **processador de sinais (DSP)** da TV, que então decodifica a imagem e o som para exibição.

Blindagem

Em TVs modernas, o sintonizador é um **módulo metálico blindado**, conectado diretamente à placa principal (mainboard). A blindagem é importante para **proteger contra interferências eletromagnéticas** (EMI), comuns em circuitos de alta frequência como os de RF.


Resumo técnico:

Função principal	Sintoniza o canal desejado e converte sinais RF em sinais legíveis pela TV
Tipos de entrada	Sinal RF de antena (UHF/VHF) ou TV a cabo
Saída analógica	Vídeo composto (CVBS) para canais analógicos
Saída digital	Sinal digital paralelo (8 bits, padrão dependente do sistema de TV)

Função principal	Sintoniza o canal desejado e converte sinais RF em sinais legíveis pela TV
Envia sinal para	CI DSP (processador de sinais digitais)
Recursos internos comuns	Diodo varicap, PLL, demodulador QAM/COFDM/ATSC
Blindagem	Presente para minimizar ruído e interferência

I2C (Inter-Integrated Circuit) – Comunicação entre Componentes Eletrônicos

O barramento **I2C** é um protocolo de comunicação muito utilizado em televisores, microcontroladores, sensores e outros circuitos digitais. Ele permite que diversos dispositivos compartilhem o mesmo par de fios para troca de informações, simplificando o design dos circuitos eletrônicos e reduzindo o número de conexões físicas necessárias.

 **Nota:** Neste material, usaremos a forma “**I2C**” por ser mais prática e amplamente utilizada em placas, softwares e manuais técnicos. A forma técnica original é “**I²C**”, que significa *Inter-Integrated Circuit*, criada pela Philips (atual NXP). Ambas estão corretas.

Como o I2C funciona?

O I2C é um sistema de **comunicação serial síncrona**, ou seja, os dados são enviados **bit a bit**, acompanhados de um **sinal de clock** que sincroniza essa comunicação. Ele utiliza **apenas dois fios** principais:

Linha	Nome	Função
SDA	Serial Data	Transmite os dados
SCL	Serial Clock	Sincroniza a transmissão dos dados

Esses fios são **compartilhados** entre todos os dispositivos conectados no barramento, sendo um design conhecido como **topologia em barramento**. Um dispositivo mestre (geralmente a placa-mãe da TV) controla o clock e inicia a comunicação com os dispositivos escravos (como T-CON, memória EEPROM, seletor de canais, sensores, etc.).

I2C na Prática – Aplicações em TVs

No contexto de **televisores**, o protocolo I2C é amplamente utilizado para **comunicação interna entre circuitos integrados**. Exemplos:

- Comunicação da **placa-mãe com a T-CON**
- Leitura da **EEPROM** de configuração
- Comando ao **seletor de canais (tuner)** para mudar de frequência
- Controle do **processador de som ou imagem**

Atenção: SDA/SCL ≠ Dados de Vídeo

É comum o estudante iniciante confundir o barramento I2C com os sinais de vídeo como **RGB** ou **LVDS**. Eles não têm relação direta. O I2C serve **apenas para comunicação de controle** entre componentes eletrônicos digitais.

Resumo Técnico do I2C

- **Barramento:** Bidirecional e síncrono
- **Fios usados:** 2 (SDA e SCL)
- **Topologia:** Barramento compartilhado
- **Velocidades comuns:** 100 kHz (Standard), 400 kHz (Fast Mode)

- **Master/Slave:** Um dispositivo inicia e comanda a comunicação
- **Endereçamento:** Cada dispositivo tem um endereço único no barramento

Setor de Áudio da TV – Como Funciona?

Vamos agora entender um pouco mais sobre o **setor de áudio da TV**, analisando tanto a parte lógica (processamento do áudio) quanto a parte física (amplificação e reprodução sonora), exatamente como está representado no nosso diagrama.

Onde o áudio é processado?

O **processamento de áudio** acontece, sim, dentro da própria **placa-mãe da TV**, onde estão localizados os **chips de áudio** — circuitos integrados responsáveis por:

- **Decodificar o áudio digital** vindo das entradas HDMI, USB, canais de TV digital ou analógico;

- Processar efeitos sonoros, como equalização, controle de volume, balanceamento entre esquerda e direita, reforço de graves, entre outros;
- Converter o áudio de formato **digital para analógico** (através de conversores DAC – Digital to Analog Converter) antes de enviar para os amplificadores de potência.

Em algumas TVs, essa função é incorporada no próprio **SoC (System on Chip)**, que é o "cérebro" da placa-mãe, mas em outros casos existe um **CI de áudio dedicado**, responsável exclusivamente por essa etapa.




O que são Tweeters e Woofer no diagrama?

No exemplo do nosso diagrama, observamos a presença de dois tipos de alto-falantes:

- **Tweeters**
 - ◆ São alto-falantes projetados para reproduzir **sons agudos e médios-agudos**, como vozes, batidas de pratos, detalhes de instrumentos e efeitos de alta frequência.
 - ◆ São menores, com cones mais leves, próprios para essas frequências.
- **Woofer**
 - ◆ É o alto-falante responsável pelos **sons graves e**

médios-graves, como batidas de bumbo, explosões, graves de música, efeitos de fundo e reforço sonoro.

◆ Tem cone maior e estrutura robusta para movimentar mais ar, produzindo som com mais impacto.

 A separação entre tweeters e woofer serve para melhorar a qualidade sonora, pois cada alto-falante fica responsável por uma faixa específica de frequências.

E por que aparece SDA/SCL no setor de áudio?

A presença de **SDA/SCL** no setor de áudio indica que existe uma comunicação via **barramento I2C** entre o **processador principal da TV (placa-mãe)** e o **circuito de áudio**.

Essa comunicação não transporta o áudio em si. Ela serve para **enviar comandos de controle**, como:

- Alterar o volume
- Ligar ou desligar o mute
- Controlar o balanceamento entre os canais
- Ativar ou desativar efeitos sonoros (como reforço de graves)

- Monitorar o status do CI de áudio (falhas, proteção, temperatura, etc.)

Ou seja, o **áudio percorre um caminho analógico separado**, mas os comandos e dados de controle passam pelo **I2C (SDA/SCL)**.

O Processador da Placa-Mãe – O Cérebro da TV

Ele é, literalmente, o **cérebro da televisão**, responsável por coordenar praticamente todas as funções do aparelho.

Este processador executa uma série de tarefas fundamentais, como:

- **Processamento de vídeo:** Recebe sinais de entrada (HDMI, USB, tuner, etc.) e realiza o tratamento da imagem — ajuste de resolução, brilho, contraste, nitidez, escalonamento e decodificação de vídeos, inclusive em alta definição.
- **Processamento de áudio:** Trabalha junto aos circuitos de áudio para decodificar, ajustar e enviar os sinais sonoros para os amplificadores.
- **Interface de usuário e sistema operacional:** Nas TVs inteligentes, o processador também é responsável por rodar

o **sistema operacional da TV (como Android TV, webOS (LG) ou Tizen (Samsung))**, carregando aplicativos, menus, streaming e respondendo aos comandos do controle remoto.

- **Comunicação com outros circuitos:** Ele controla e se comunica com vários blocos da TV, como a **placa T-CON (responsável pelo display)**, o **seletor de canais**, o **módulo de áudio**, o **driver de backlight**, entre outros. Essa comunicação acontece por diversos barramentos, incluindo **I2C (SDA/SCL)**, **LVDS**, **SPI**, etc.
- **Gerenciamento geral:** Controla funções como ligar e desligar, modo de espera (standby), detecção de fontes, proteção térmica, controle do backlight, ajuste de áudio e vídeo, além de receber os comandos do controle remoto ou do teclado físico da TV.

SoC (System on Chip)?

Durante seus estudos e pesquisas, você lerá ou ouvirá sobre SoC. O SoC (**System on Chip**) é um circuito integrado que combina vários componentes em um único chip, incluindo:

- **CPU (Central Processing Unit):** Executa instruções e gerencia tarefas gerais, como navegação nos menus e apps.
- **GPU (Graphics Processing Unit):** Processa imagens e vídeos, garantindo qualidade visual em alta resolução (HD, 4K, 8K).

- **DSP (Digital Signal Processor)**: Otimiza o processamento de áudio e vídeo, como decodificação de formatos (Dolby Atmos, HDR).
- **Memória RAM interna**: Armazena dados temporários para execução rápida de tarefas.
- **Controladores de I/O**: Gerenciam entradas e saídas, como HDMI, USB, Wi-Fi e Bluetooth.
- **NPU (Neural Processing Unit)** (em modelos mais avançados): Acelera tarefas de inteligência artificial, como upscaling de imagem ou assistentes virtuais.

Em TVs modernas, o SoC é o núcleo da placa-mãe, eliminando a necessidade de múltiplos chips separados, o que reduz custo, consumo de energia e espaço.

CI DSP???

Agora complicou? Mais um termo novo? Calma, é fácil de entender. Inicialmente entenda que o processador principal (SoC) e CI DSP não são a mesma coisa.

→ São componentes **diferentes**, embora **trabalhem juntos e se complementem**.

1. O que é o Processador da Placa-Mãe (SoC)?

O **SoC (System on Chip)** é o **processador principal da TV**, considerado o verdadeiro **cérebro do aparelho**.

Ele é responsável por executar praticamente **todas as funções da TV**, incluindo:

- Processamento de **vídeo e imagem**;
- Processamento de **áudio**;
- **Controle de hardware** (placa T-CON, fonte, backlight, tuner, interfaces);
- **Gerenciamento de interfaces** (HDMI, USB, rede, Bluetooth, Wi-Fi);
- E principalmente: **executar o sistema operacional da TV**, como **Android TV, Tizen, WebOS, Roku OS**, entre outros.

 Dentro do SoC existem vários blocos funcionando juntos:

- **CPU:** Executa o **sistema operacional**, aplicativos, menus e lógica da TV.
- **GPU:** Responsável pelos gráficos, efeitos visuais e parte do processamento de vídeo.

- **Decodificadores de vídeo:** Descompactam os vídeos (H.264, H.265, VP9, AV1, etc.).
- **Controladores de memória:** Gerenciam a RAM e a memória flash interna.
- **Gerenciadores de periféricos:** Controlam HDMI, USB, rede, áudio, etc.
- **DSP interno:** Em muitos casos, o processador inclui internamente a função de DSP (processador de sinais digitais).

Quem executa o sistema operacional?

→ É a CPU que está dentro do SoC.

O sistema operacional roda diretamente no processador principal da placa-mãe, assim como acontece em computadores e smartphones.

2. O que é o DSP (Digital Signal Processor)?

O **DSP** é um tipo de **processador especializado**, projetado para realizar **cálculos matemáticos pesados e repetitivos em tempo real**, especialmente no **tratamento de sinais analógicos convertidos para digitais**, como áudio e vídeo.

 As principais funções do DSP são:

- **Áudio:**

Processa o som, equaliza, ajusta graves e agudos, remove ruídos, controla volume, faz mixagem de canais (estéreo, surround, etc.).

- **Vídeo:**

Em algumas TVs, também auxilia na melhoria da imagem, aplicando filtros, redutor de ruído, nitidez, escalonamento de resolução ou tratamento de sinais analógicos.

 **O DSP está dentro do SoC ou separado?**

- Em TVs mais antigas ou de arquitetura modular, o DSP é um **chip separado na placa-mãe**.
- Em TVs modernas, o DSP costuma estar **integrado dentro do próprio SoC**, funcionando como uma das unidades internas, mas com sua função específica: **processar sinais digitais**.

✓ Resumindo de forma clara:

Componente	Função Principal	Executa Sistema Operacional?
SoC (Processador da placa-mãe)	Cérebro da TV. Processa vídeo, áudio, executa o sistema, gerencia todos os periféricos.	Sim
DSP (Digital Signal Processor)	Especialista em tratamento de sinais. Faz cálculos pesados para áudio e, às vezes, vídeo.	Não

⦿ MICOM, Teclado e CR

O bloco identificado como **“Teclado e CR”** no diagrama (já apresentado várias vezes aqui) representa o conjunto de comandos que o usuário utiliza para interagir com a televisão, seja de forma **local (pelo teclado físico da TV)** ou **remota (através do controle remoto infravermelho ou RF)**.

🎯 O que é o Teclado da TV?

O **teclado da TV** é aquele **painel de botões físicos** geralmente localizado na lateral, na parte inferior ou traseira da TV. Ele permite realizar comandos básicos como:

- Ligar/Desligar

- Aumentar e diminuir o volume
- Trocar de canal
- Abrir o menu
- Navegar pelas opções (em TVs mais antigas)

Esse teclado funciona como um **circuito simples de matriz de chaves**, onde cada botão aciona uma combinação específica de sinais elétricos que são interpretados pela unidade de controle da TV, geralmente o **MICOM** (Microcontroller).

E o que é o CR (Controle Remoto)?

O **CR**, abreviação de **Controle Remoto**, é a interface principal que o usuário utiliza para comandar a TV à distância. Tradicionalmente, o controle remoto da TV funciona via **infravermelho (IR)**, emitindo pulsos codificados que são captados por um **sensor IR na TV**.

Em modelos mais modernos, o controle remoto pode usar também **Bluetooth, RF (radiofrequência)** ou até **Wi-Fi**, permitindo mais funções, como comando de voz, mouse aéreo, teclado virtual, etc.

Como o Teclado e o CR se comunicam com a TV?

No diagrama, podemos observar que o bloco de **Teclado e CR** está diretamente conectado ao **MICOM**, que é o **microcontrolador de baixo nível da TV**.

➔ O **MICOM** recebe os sinais do teclado local e do sensor do controle remoto, interpreta os comandos e envia as instruções para a **placa-mãe**, acionando as funções desejadas, como ligar, mudar de entrada, ajustar volume ou alterar configurações.

➔ A comunicação entre o MICOM e os outros circuitos é feita, na maioria das vezes, pelo **barramento I2C (SDA/SCL)**, além de linhas de controle específicas.