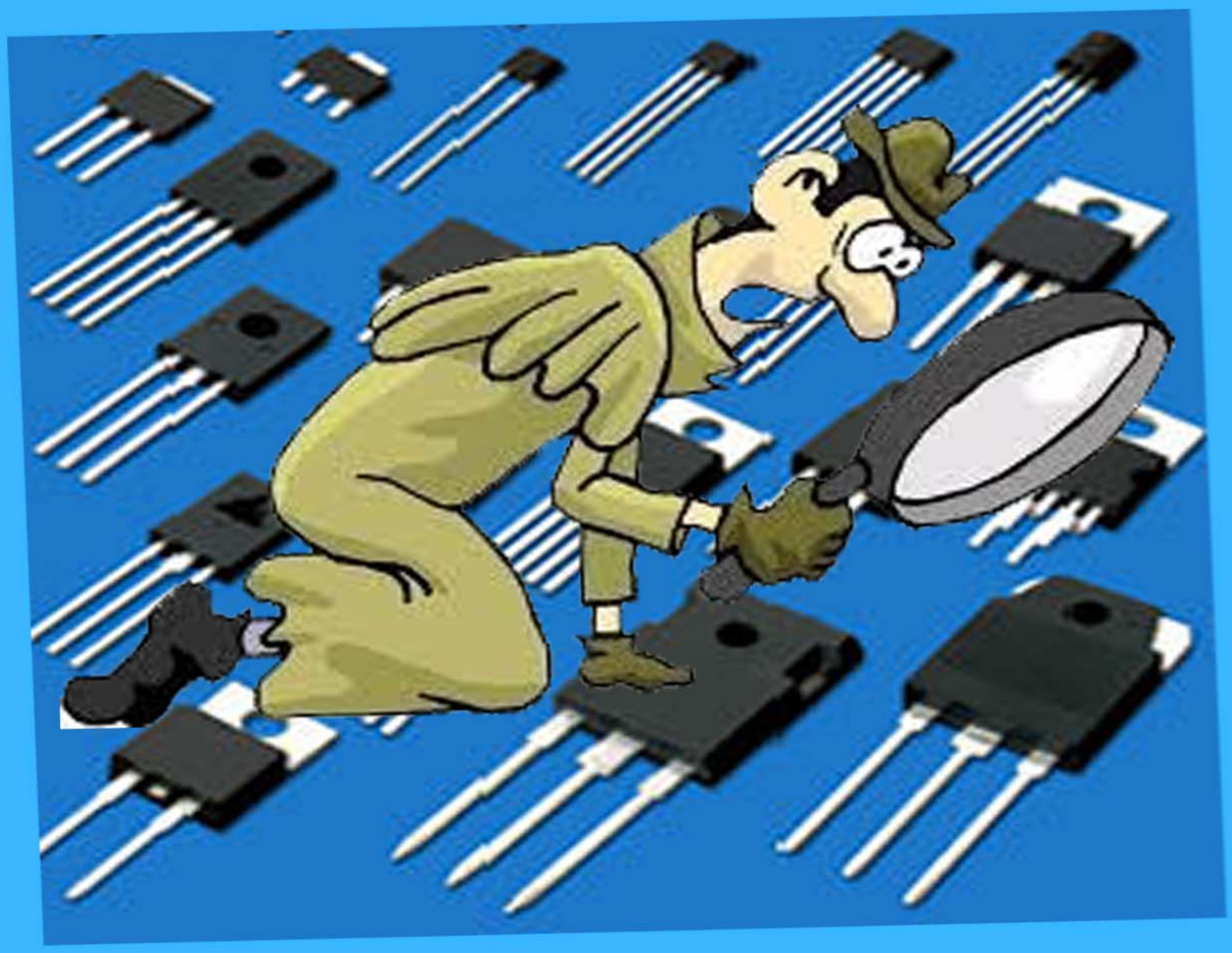
DIODOS & TRANSISTORES ENCONTRANDO SUBSTITUTOS



Paulo Brites

E-book

Não pratique pirataria

Se você adquiriu uma cópia não autorizada deste livro você está praticando pirataria de acordo com a Lei de Direitos Autorais nº 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Distribuir cópias em papel ou em meios digitais deste livro sem autorização por escrito do autor, além de ser contra a lei (o que pode lhe ensejar um processo judicial), prejudicará todo o trabalho que o autor devotou para elaborar o material, portanto peço-lhe que, mais por uma questão de consciência do que legal, não o faça.

A quem se destina este livro

Encontrar o substituto ou equivalente (adiante veremos a diferença) de um semicondutor, seja ele, um diodo ou transistor, sempre foi um problema para os técnicos reparadores.

Quando os transistores entraram, timidamente nos aparelhos, lá pelos ando 70, não era muito difícil conseguir o original, na maioria das vezes.

Principalmente, porque tínhamos poucos fabricantes de semicondutores e a oferta de variedade destes componentes era bem reduzida.

Os “mais antigos” hão de lembrar do BY-127, fabricado pela IBRAPE no Brasil (tínhamos fábricas aqui) que era pau pra toda obra quando se falava de fonte de alimentação.

Mais tarde chegaram os SEMIKROM e íamos vivendo felizes sem saber.

Inicialmente tínhamos a família dos transistores “OC” e “AF” germânio, depois chegaram os “BC” de silício, para citar apenas os mais conhecidos que davam para o gasto. Todos eles bipolares. Ainda não se falava em FETs.

De repente começaram a aparecer as “famílias dos japonesas” 2SA, 2SB e 2SC nos radinhos de pilha , mesmo assim ainda conseguíamos encontrar uma boa parte deles para vender nas lojas de eletrônica .

Os circuitos por seu turno eram bem “queixo duro”, não se falava em Eletrônica Digital portanto, tínhamos poucas complicações.

Os técnicos foram se acostumando a seguir o que os vendedores sugeriam através dos livrinhos de “equivalentes” encontrados nos balcões da maioria das lojas.

Os “mais sofisticados“ até se preocupavam com tensão e corrente e, geralmente, não passava disso.

Não se falava em *data sheet* porque não existia o Google e os manuais em papel, eram importados e caríssimos.

Isso, a meu ver, fez com que os técnicos não se interessassem em aprender a interpretar as especificações dos componentes, contentando-se com os tais livrinhos de equivalentes que, mal ou bem, iam quebrando o galho.

A tecnologia foi avançando, os circuitos foram ficando mais exigentes e uma imensidão de fabricantes asiáticos tanto de componentes eletrônicos como de equipamentos entraram no mercado e foram tomando conta dele.

Os técnicos, não percebiam que os ventos começavam a mudar de direção e era necessário rever conceitos.

Continuaram e continuam tentando resolver problemas novos com soluções antigas.

Muitos ainda não perceberam que já passou da hora de aprender imediatamente o que não foi aprendido, pois não há mais espaço para amadorismo.

Já escrevi vários artigos no meu *site* mostrando como proceder para conseguir substituir um semicondutor que não encontramos no mercado nacional.

Entretanto, estes artigos foram ficando espalhado pelo *site* e sem um foco bem definido.

Por isso, resolvi escrever este livro para tentar dar uma orientação definitiva de como proceder para encontrar uma "figurinha difícil" quando nos deparamos com ela.

Antes de mais nada é preciso diferenciar substituto de equivalente que será o tema do primeiro capítulo.

Os capítulos seguintes tratarão de especificações de diodos, transistores bipolares, FETs e os atuais IGBTs.

O *gran finale* ficará para o último capítulo onde mostrarei como usar os recursos do Google de forma produtiva nas busca das "moscas brancas" que aparecem nos aparelhos.

Com isso espero dar uma contribuição para quem pretende sair do estágio de amador para profissional e eu não receber mais irritantes pedidos do tipo "qual o equivalente de ..." e, quase sempre, sem as palavras mágicas, "por favor", a começar a frase.

Capítulo 1

Substituto ou Equivalente – Qual a diferença?

Em inglês o termo usado para **substituto** é ***replacement*.**

Significa que trata-se de um componente que apresenta especificações/parâmetros iguais ao original mas, é, geralmente, fabricado por um competidor.

Mal comparando poderíamos dizer que o ***replacement*** ou **substituto** seria o remédio genérico que, em tese, tem o mesmo princípio ativo do remédio da marca/fabricante original.

Já o **equivalente**, em inglês ***nearest preferred*** é um componente, como a expressão em inglês indica numa tradução livre, "preferido mais próximo".

Em outras palavras, talvez possamos utilizá-lo para "substituir" o original, mas precisamos comparar cuidadosamente examinando os parâmetros dos *data sheets* do original e do ***nearest preferred*** (equivalente).

Pode ser que algum parâmetro ou alguns, não corresponda(m) exatamente para validar 100% a substituição e possamos ter problemas dependendo do circuito onde o componente é usado.

Como eu disse no prefácio os circuitos estão cada vez mais sofisticados e exigentes, não se esqueça disso.

Capítulo 2

Diodos semicondutores – Tipos e aplicações

No quadro abaixo temos os principais tipos de diodos encontrados nos circuitos atualmente e sobre os quais eu me ocuparei neste capítulo, analisando as aplicações, os termos e significados dos parâmetros que aparecem nos *data sheets* e como interpretá-los na busca do ***replacement*** ou ***nearest preferred*** para resolver o equipamento que está na bancada aguardando a hora de "voltar à vida".

Retificador de Silício

Diodo Schottky

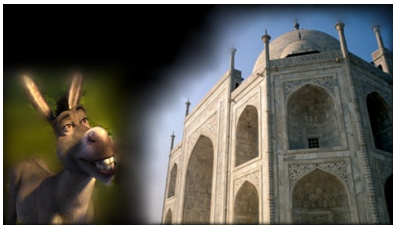
Pequenos Sinais

Zener

Retificador de Silício

Não existe, praticamente, nenhum equipamento eletrônico em que os Retificadores de Silício ou, simplesmente Retificadores, não estejam presentes.

Eles são os responsáveis pela retificação da tensão de rede elétrica para se chegar a indispensável tensão contínua e não existem grandes complicações para encontrar o original ou algum que possamos substituir com facilidade se entendermos o significado dos parâmetros que aparecem no *data sheet* como veremos a seguir.



Você se sente assim olhando a tabela ao lado?

Então, vamos destrinchá-la já!

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol
†Peak Repetitive Reverse Voltage Working Peak Reverse Voltage DC Blocking Voltage	V_{RRM} V_{RWM} V_R
†Non–Repetitive Peak Reverse Voltage (halfwave, single phase, 60 Hz)	V_{RSM}
†RMS Reverse Voltage	$V_{R(RMS)}$
†Average Rectified Forward Current (single phase, resistive load, 60 Hz, T_A = 75°C)	I_O
†Non–Repetitive Peak Surge Current (surge applied at rated load conditions)	I_{FSM}
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J T_{stg}

Estes são os principais termos que aparecem nos *data sheets* dos diodos. Para o técnico reparador mais importante é o 1º e o 4º item da tabela acima.

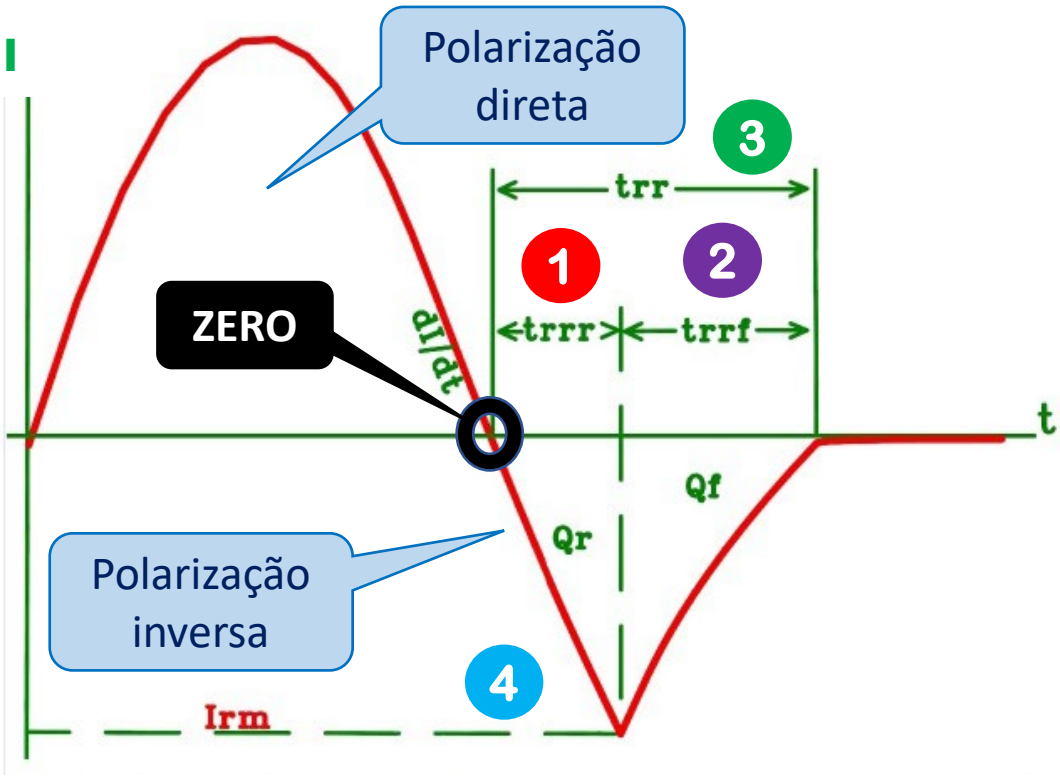
Vamos entende-los, então.

V_{RRM}
V_{RWM}
V_R

Tensão Reversa de Pico Repetitiva, às vezes, também indicada como **PIV - *Peak Inverse Voltage*** – **Tensão de Pico Inverso** é a tensão máxima que pode ser aplicada inversamente sobre os terminais do diodo, ou seja, quando ele não está conduzindo.
Como sempre temos um capacitor na fonte que se mantém carregado quando o diodo não conduz, devemos considerar que o diodo deverá suportar, no mínimo, 2 vezes a tensão de pico da rede.

Este tempo é denominado ***recovery time*** e passa a ser importante quando a frequência da onda que está sendo retificada é alta.

Na figura abaixo temos cada parte de uma onda retificada com as respectivas denominações que irão aparecer nos ***data sheets*** e que vou analisar a seguir.



Definição de cada parte da forma de onda da recuperação reversa segundo a figura 6.1 do padrão JESD282B.01 do JEDEC (Global Standards for the Microelectronics Industry) jedec.org

Observe que quando onda cruza o zero no eixo do tempo a corrente ainda continua fluindo inversamente durante o tempo t_{rrr} (1) até atingir o valor máximo negativo I_{rm} (4).

Capítulo 3

Transistores bipolares - BJT

Neste capítulo tratarei dos populares **NPN e PNP** simplesmente chamados de **transistores,** embora seu "nome completo de batismo" seja **transistor de junção bipolar** numa referência a construção dos mesmos.

Óbvio que a primeira a coisa que o reparador precisa estar atento, na hora de uma substituição, é saber se se trata de um (**BJT** – *Bipolar Junction Transistor*) NPN ou PNP.

E aqui vai uma dica ou alerta importante, até mesmo para os veteranos, não confie piamente na simbologia que aparece no diagrama, se é que você o tem em mãos.

Não confie também na identificação dos terminais – base, coletor e emissor – que por ventura esteja gravada na placa de circuito impresso (PCI ou PCB, em inglês).

Já peguei erros em ambos os casos, até mesmo com a polaridade de capacitores eletrolíticos marcada na PCI.

A regra geral é **desconfiar sempre** e recorrer ao *data sheet* caso precise substituir e não encontre no comércio (ou no seu estoque) o transistor com o mesmo código gravado NELE.

Posta esta premissa de Sherlock Holmes que nos ensina que – **AS PEQUENAS COISAS SÃO INFINITAMENTE MAIS IMPORTANTE** – vamos em frente.

Antes de passar aos *data sheets* e a análise dos parâmetros dos BJTs penso que vale a pena falar um pouco das "letrinhas e *númerozinhos*", que identificam o transistor pois, elas/eles podem nos dar algumas dicas importantes.

Durante muitos anos a indústria japonesa predominou na fabricação de semicondutores até que os coreanos também entraram no "clube" e entender os códigos dos transistores asiáticos pode ser de grande valia para o técnico reparador.

Japoneses e coreanos usam prefixos bem definidos nos códigos de seus transistores e entender a "lógica" deles pode ajudar o técnico a identificar preliminarmente, por exemplo, se um determinado transistor é bipolar ou FET e também se se trata de um NPN ou PNP, no caso dos BJT (***B**ipolar **J**unction **T**ransistor*) ou qual é o canal do FET.

Vejamos algumas informações úteis sobre os códigos dos transistores asiáticos.

Talvez a primeira delas seja identificar a logomarca (que pode estar falsificada!) estampada no corpo do transistor para descobrir quem é o fabricante original.

Identificado quem é "o pai da criança", pela logomarca, seguimos para **o *part number*** que no caso de **todos os semicondutores japoneses verdadeiros** é registrado no **EIJA** (**E**lectronic **I**ndustry **A**ssociation of **J**apan).

Todos os transistores japoneses têm o prefixo **2S** ou **3S** embora, dependendo do tipo de encapsulamento, isto talvez não esteja estampado no corpo do transistor.

Os **coreanos** utilizam **KS** ou **KT** (Samsung ou KEC).

Então, se um transistor está marcado com C2316 não significa obrigatoriamente que ele seja um 2SC2316 fabricado originalmente pela Sanken, pois a Samsung também marca o KSC2316 como C2316 e um transistor é completamente diferente do outro, pois o da Sanken é um BJT NPN, enquanto o da Samsung é um MOSFET Canal N como se pode concluir examinando o *data sheet* de cada um.

E como descobrir quem é quem?

Talvez as logomarcas, possam ajudar, se elas também não estiverem falsificadas ou, olhando o esquema (se tiver).

TOSHIBA

Nova logomarca

Toshiba

Logomarca antiga

SAMSUNG ELECTRONICS

Finalmente, sabendo Eletrônica e entendendo como o circuito funciona!

Na tabela ao lado vemos como é fácil descobrir se um transistor japonês (de verdade) é PNP ou NPN ou ainda se é FET e qual o canal.

2SA	PNP
2SB	
2SC	NPN
2SD	
2SJ	FET - N
2SK	
3SK	FET - P

Antes de continuar talvez valha a pena mencionar que o arroba (@) que apareceu antes de **25ºC** não tem nada a ver com aquele que usamos nos endereços de e-mail.

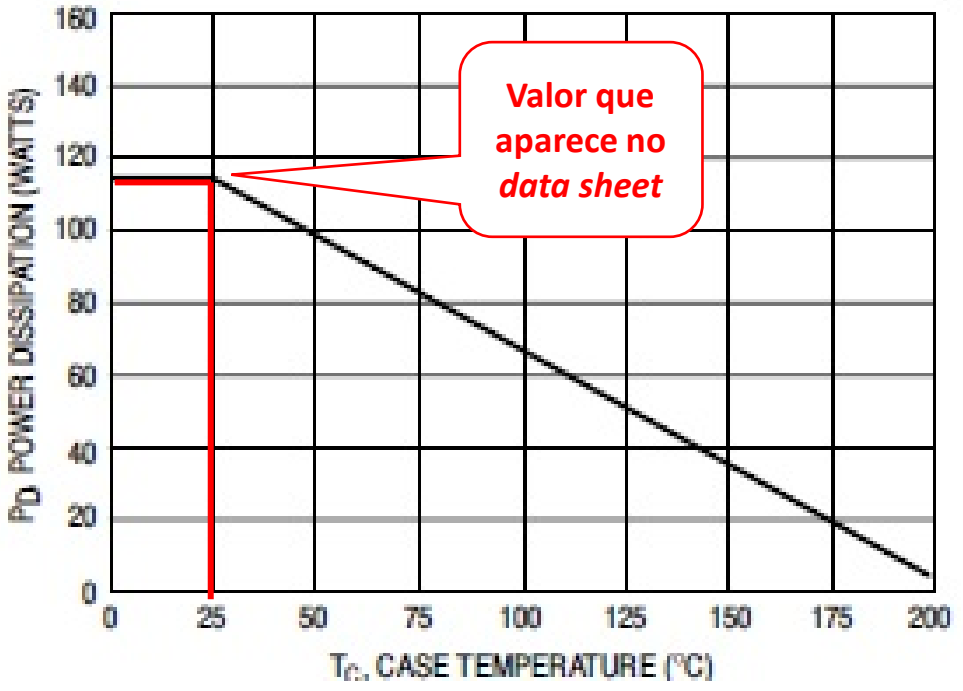
Ele já era usado muito antes indicando, neste caso, ***power dissipation*** **"at" 25ºC** que em português se traduz por **dissipação de potência "em ou a" 25ºC.**

Voltando ao tema em questão, então como saber a *power dissipation* "de verdade"?

Se você olhar o *data sheet* com mais atenção encontrará um gráfico similar ao mostrado abaixo.

No eixo horizontal temos "T_C – CASE TEMPERATURE" que é a temperatura no "corpo" do transistor medida em graus Celsius.

O eixo vertical mostra a **dissipação de potência (P_D)** em watts.



Para temperaturas do encapsulamento ou invólucro (T_C) entre 0 e 25ºC temos P_D aproximadamente igual a 155W (neste caso), entretanto se T_C for, por exemplo, 75ºC a dissipação de potência será reduzida (*derrated*) para 90W.

Você poderá argumentar que não adiantou muito este gráfico uma vez que ele está referenciado a temperatura do invólucro e não a temperatura ambiente.

Aqui é que entrará em cena a **resistência térmica** que eu mencionei lá atrás e que para nossa alegria aparece nos *data sheets,* como neste exemplo do 2N3055.

Temos dois "tipos" de resistência térmica:

$R_{\theta JC}$ – Resistência térmica da junção para o invólucro (*case*)

$R_{\theta JA}$ – Resistência térmica da junção para o ambiente.

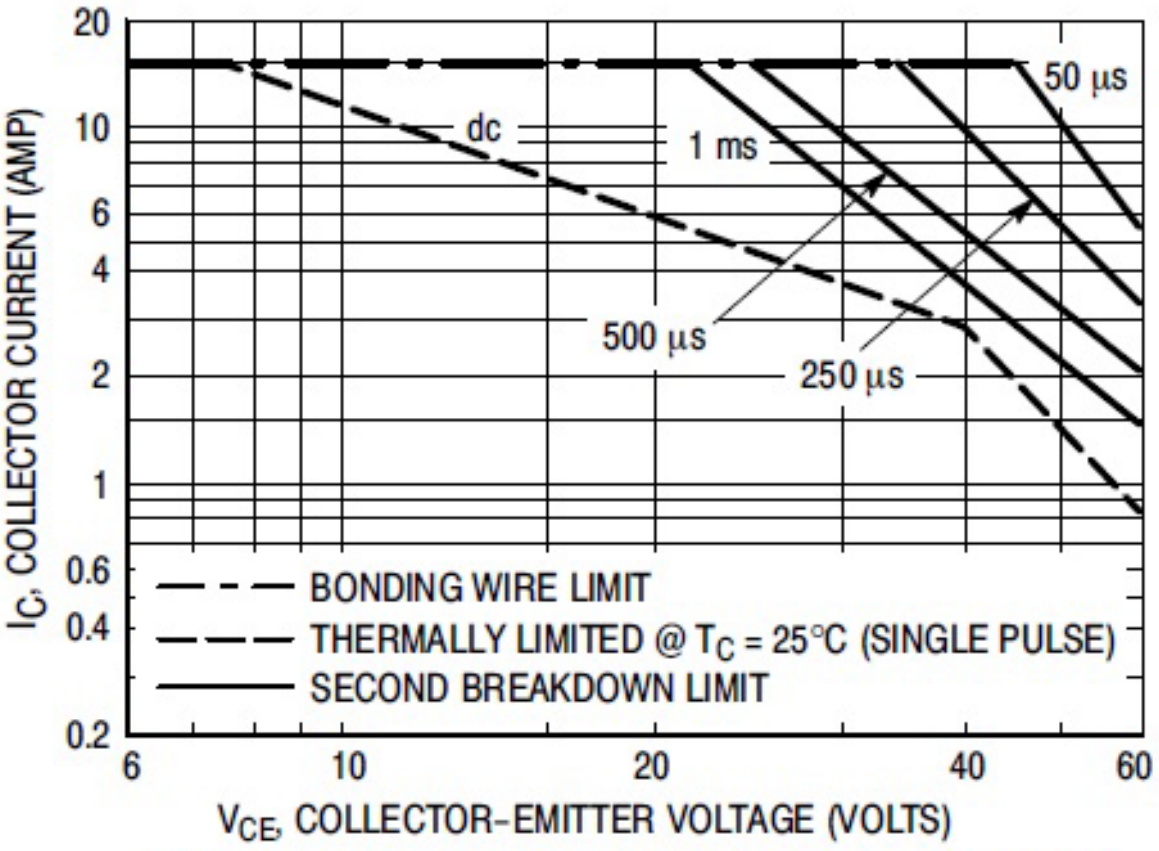
Repare que a unidade de resistência térmica é ºC/W (graus Celsius por watt) ligando a temperatura com a potência.

$$P_{DMAX} = \frac{T_{JMAX} - T_A}{\theta_{JA}}$$

Com estes dados podemos calcular a potência dissipada "de verdade" usando a fórmula ao lado.

Não irei me aprofundar nestas contas porque o objetivo aqui não é o desenvolvimento de projeto e sim chamar a sua atenção de que há coisas nos *data sheets* que você talvez nunca tenha parado para olhar e podem ser úteis.

Se não quisermos queimar o transistor, vale ainda mencionar um outro gráfico conhecido como **SOA = Safe Operation Area** ou Área de Operação Segura.



É importante salientar que o técnico deve ter consciência da importância de ter bons conhecimentos teóricos e muita atenção ao reparar equipamentos que trabalham com potências elevadas onde o risco de problemas é sempre maior.

Transistores Darlington

Não há nada de especial nesta configuração sob o ponto de vista dos parâmetros exceto o fato de que o ganho de corrente DC (h_{FE}) destes transistores é muito maior do que nos BJT "comuns" como vemos neste recorte no *data sheet* abaixo onde o h_{Fe} mínimo é igual a 1000 podendo chegar a valores muito maiores como se vê nos gráficos a seguir.

TIP140, TIP141, TIP142, (NPN); TIP145, TIP146, TIP147, (PNP)

Darlington Complementary Silicon Power Transistors

Designed for general–purpose amplifier and low frequency switching applications.

Features

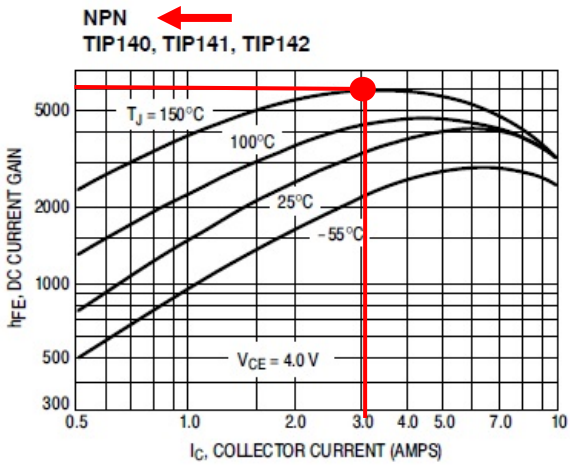
- High DC Current Gain –
  Min h_{FE} = 1000 @ I_C = 5.0 A, V_{CE} = 4 V
- Collector–Emitter Sustaining Voltage – @ 30 mA
  $V_{CEO(sus)}$ = 60 Vdc (Min) – TIP140, TIP145
  = 80 Vdc (Min) – TIP141, TIP146
  = 100 Vdc (Min) – TIP142, TIP147
- Monolithic Construction with Built–In Base–Emitter Shunt Resistor
- These are Pb–Free Devices*

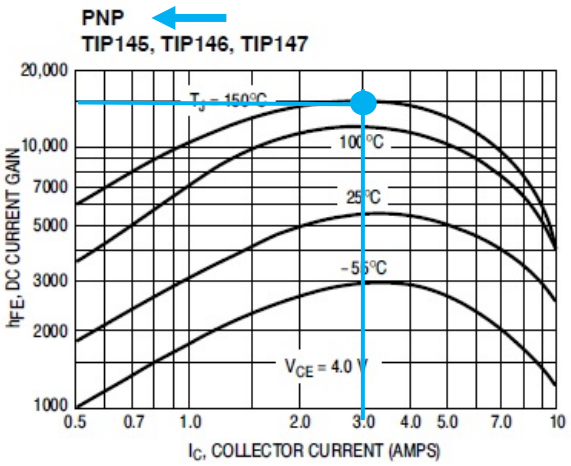
ON Semiconductor®

http://onsemi.com

10 AMPERE
DARLINGTON
COMPLEMENTARY SILICON
POWER TRANSISTORS
60–100 VOLTS, 125 WATTS

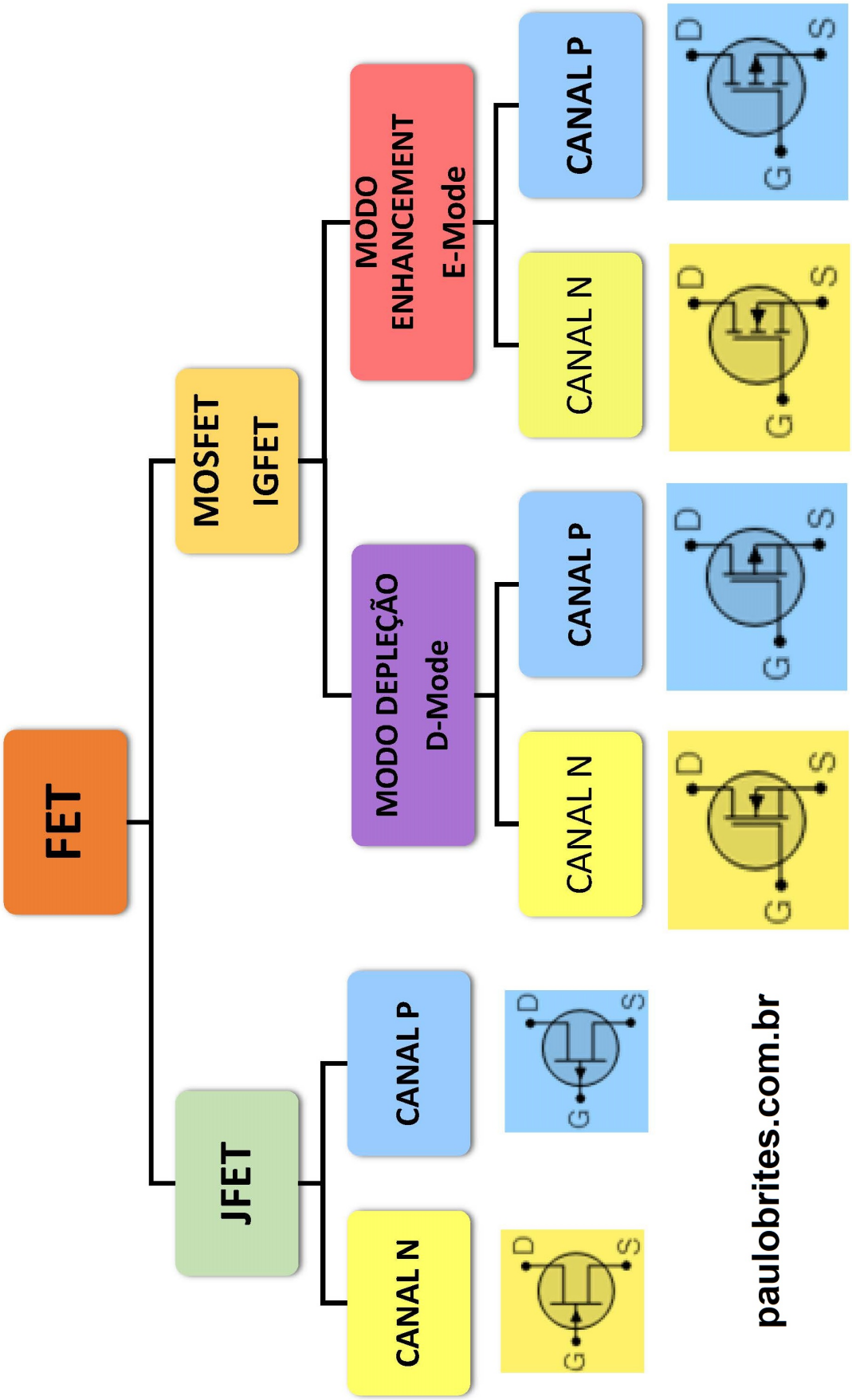
Curvas h_{FE} versus I_C para transistores Darlington





Dez passos para a escolha de um "substituto"

1) Confirmar se é um BJT de silício ou germânio.
2) Verificar a polaridade: - NPN ou PNP.
3) Verificar a aplicação do transistor no circuito onde vai ser substituído.
4) Verificar o tipo de encapsulamento e posição dos terminais. Em transistores pequenos que não usam dissipadores isto não chega a ser um problema, nos maiores, principalmente com dissipador, sim.
5) Comparar os parâmetros com tensões de ruptura (*breakdown*) e corrente de coletor. O substituto deve ter valores iguais ou maiores.
6) Comparar os h_{fe} que devem estar, o mais próximo possível, das mesma faixa.
7) Comparar a dissipação de potência do original com o candidato a substituição, principalmente em circuitos que lidam com potências elevadas.
8) Verificar a faixa de frequência (f_T). Utilizar um transistor com f_T muito maior que o original, pode causar, em alguns casos, uma oscilação no circuito o técnico provocando um "falso defeito".
9) Verificar alguma característica especial, principalmente em circuitos de RF, por exemplo.
10) Finalmente feita a substituição faça medições no circuito e avalie se tudo está funcionando perfeitamente.


FET
JFET
MOSFET
IGFET
CANAL N
CANAL P
MODO DEPLEÇÃO
D-Mode
MODO
ENHANCEMENT
E-Mode
CANAL N
CANAL P
CANAL N
CANAL P
D
S
G
paulobrites.com.br

Praticamente todos os *data sheets* se dividem em quatro partes:

1) Um pequeno resumo com informações básicas (ver as duas páginas anteriores).

2) Tabela ***Absolute Maximum Ratings*** – Faixa de valores Máximos Absolutos.

O "candidato a substituto" não deverá ter valores inferiores aos desta tabela.

3) Tabela ***Eletrical Characteristics*** – Características Elétricas.

Nesta tabela alguns parâmetros são apresentados como ***typical values*** – valores típicos – e são de pouca utilidade para determinação da escolha do substituto pois, não especificam os limites mínimo e máximo do componente e podem variar de um fabricante para outro.

Existe nelas também uma grande quantidade de parâmetros que são, principalmente de interesse do técnico projetista e não do técnico reparador que é objetivo deste livro.

Mais adiante analisarei os que são importantes observar na escolha de um substituto.

4) Finalmente temos diversos gráficos que não têm muito interesse para o técnico reparador a menos que possua bons conhecimentos teóricos.

Depois de ter analisado o , o próximo passo é comparar os valores máximos absolutos do **MOSFET** original com o "candidato" a substituto.

Abaixo temos a tabela para o IRF 530 e nela eu marquei os valores mais importantes a serem observados.

Note que existem dois valores para corrente de dreno (I_D): 14A em 25ºC e 10A em 100ºC.

A potência de dissipação total, neste caso, 60W também se refere a 25ºC.

Entretanto, apenas estes valores não devem ser considerados para a tomada de decisão.

Precisamos ainda, analisar alguns parâmetros muito importantes que aparecem na tabela de características elétricas que veremos a seguir.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS **IRF 530**

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{DS}	Drain-source Voltage (V_{GS} = 0)	100	V
V_{DGR}	Drain-gate Voltage (R_{GS} = 20 kΩ)	100	V
V_{GS}	Gate- source Voltage	± 20	V
I_D	Drain Current (continuous) at T_C = 25°C	14	A
I_D	Drain Current (continuous) at T_C = 100°C	10	A
I_{DM}(•)	Drain Current (pulsed)	56	A
P_{tot}	Total Dissipation at T_C = 25°C	60	W
	Derating Factor	0.4	W/°C
dv/dt (1)	Peak Diode Recovery voltage slope	20	V/ns
E_{AS} (2)	Single Pulse Avalanche Energy	70	mJ
T_{stg}	Storage Temperature	-55 to 175	°C
T_j	Operating Junction Temperature		

Finalmente, antes de bater o martelo sobre a escolha do substituto, vale a pena dar uma olhada num parâmetro, certamente, desconhecido da maioria dos técnicos e que aparece nas Tabela de Características Elétricas dos **MOSFETs**.

Trata-se da ***Total Gate Charge* (Qg) – Carga Total do *Gate*** que expressa em **nano coulombs** (**nC**).

Os **MOSFETs** são transistores ativados capacitivamente, por isso também chamados de **FETs de Porta Isolada** (**IGFETs**).

Em breves palavras, podemos dizer que a **rapidez** com que um **MOSFET** chaveia de *on* para *off* e vice-versa irá depender da **carga total do *gate***.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

SWITCHING ON

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$t_{d(on)}$ t_r	Turn-on Delay Time Rise Time	V_{DD} = 50 V I_D = 7 A R_G = 4.7 Ω V_{GS} = 10 V (Resistive Load, Figure 3)		16 25		ns ns
Q_g Q_{gs} Q_{gd}	Total Gate Charge Gate-Source Charge Gate-Drain Charge	V_{DD} = 80V I_D = 14A V_{GS}= 10V		16 3.7 4.7	21	nC nC nC

SWITCHING OFF

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$t_{d(off)}$ t_f	Turn-off Delay Time Fall Time	V_{DD} = 50 V I_D = 7 A R_G = 4.7Ω, V_{GS} = 10 V (Resistive Load, Figure 3)		32 8		ns ns

SOURCE DRAIN DIODE

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I_{SD} I_{SDM} (•)	Source-drain Current Source-drain Current (pulsed)				14 56	A A
V_{SD} (*)	Forward On Voltage	I_{SD} = 14 A V_{GS} = 0			1.6	V
t_{rr} Q_{rr} I_{RRM}	Reverse Recovery Time Reverse Recovery Charge Reverse Recovery Current	I_{SD} = 14 A di/dt = 100A/µs V_{DD} = 10V T_j = 150°C (see test circuit, Figure 5)		92 230 5		ns nC A

(*)Pulsed: Pulse duration = 300 us, duty cycle 1.5 %

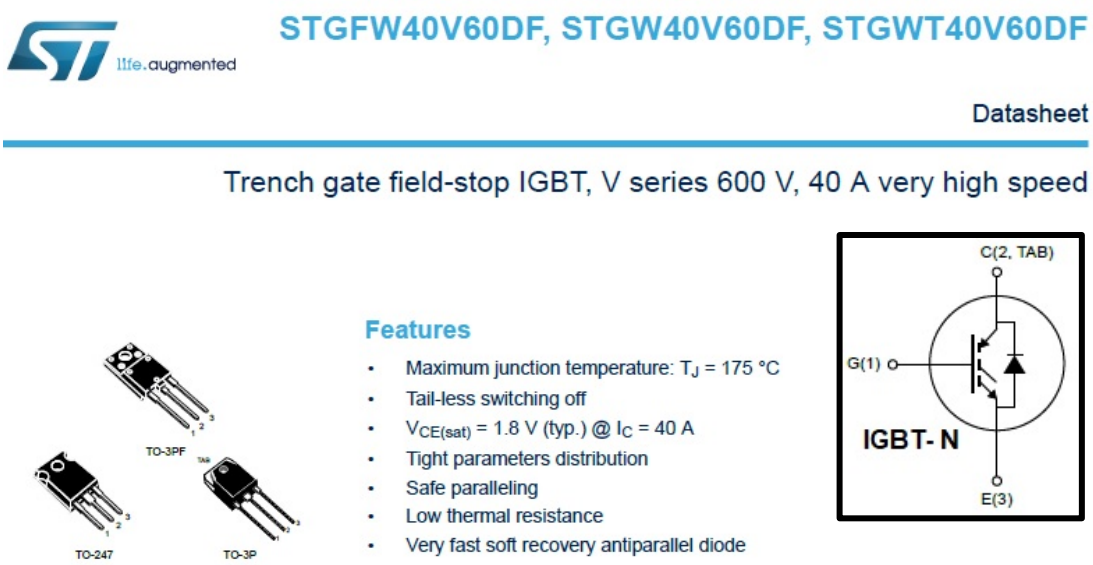
Capítulo 5

Falando de IGBTs

IGBT são as inicias de ***Insulated Gate Bipolar Transistor*** que constituem uma família de transistores que poderíamos chamar de híbridos pois, juntam as características do **MOSFET** (Porta Isolada) com as do **BJT** (Transistor de Junção Bipolar).

As regras para pesquisar "substitutos" para **IGBTs** são as mesmas que usamos para os demais semicondutores dando especial atenção por se tratar de um componente que opera com tensões e correntes altas.

Os **IGBTs** também são identificados pelo Canal como os **MOSFETs.** No exemplo abaixo temos um Canal N como vemos na simbologia.


STGFW40V60DF, STGW40V60DF, STGWT40V60DF

Datasheet

Trench gate field-stop IGBT, V series 600 V, 40 A very high speed

Features

- Maximum junction temperature: T_J = 175 °C
- Tail-less switching off
- $V_{CE(sat)}$ = 1.8 V (typ.) @ I_C = 40 A
- Tight parameters distribution
- Safe paralleling
- Low thermal resistance
- Very fast soft recovery antiparallel diode

Capítulo 6

Aprendendo a usar os *sites* de busca

Como prometido, mostrarei agora algumas ideias e métodos que tenho utilizado para encontrar o **substituto ou equivalente** de uma "figurinha difícil".

Já expliquei no capítulo 1 qual a diferença entre uma "coisa" e outra e a partir de agora irei preferir os termos em inglês: ***replacement* para substituto e *nearest preferred* para equivalente** para fazer a pesquisa nos sites de busca como *Google* ou *Qwant*, por exemplo.

Vou escolher aleatoriamente o **IRFP7530PbF** como exemplo para fazer uma pesquisa.

A primeira dica é tentar identificar quem é o fabricante através da sua logomarca, se ela estiver estampada no componente original ou no *data sheet*.

Pode parecer uma bobagem entretanto, saber isso poderá lhe ajudar não apenas na pesquisa mas também se você não comprou um componente falsificado.

No caso do nosso transistor "cobaia", uma pesquisa rápida no Google me mostrou através do *data sheet* que o fabricante é a ***International Rectifier*** atualmente ***Infineon***.

Uma vez conseguido o *data sheet* já aproveito para dar uma olhada nas informações básicas e descubro que ele é um – **Power MOSFET** com V_{DSS} = 60V I_D = 195A e R_{DSmax} = 1,66mΩ.

No resumo não informa duas características importantíssimas para minha busca de um ***replacement*** ou ***nearest preferred*** que é o Canal (N ou P) e o modo de operação (*Depletion* ou *Enhancement*).

Entretanto, uma olhada atenta na simbologia até um Sherlock Holmes amador descobrirá que se trata de um Canal N, e-Mode (veja infográfico da página 52).

International
IOR Rectifier

A seta para dentro indica Canal N e o tracejado indica e-Mode

StrongIRFET™
IRFP7530PbF

Application
- Brushed Motor drive applicat
- BLDC Motor drive applicatio
- Battery powered circuits
- Half-bridge and full-bridge to
- Synchronous rectifier applica
- Resonant mode power supplies
- OR-ing and redundant power switches
- DC/DC and AC/DC converters
- DC/AC Inverters

HEXFET® Power MOSFET

V_{DSS}	60V
$R_{DS(on)}$ typ.	1.65mΩ
max	2.00mΩ
$I_{D\ (Silicon\ Limited)}$	281A©
$I_{D\ (Package\ Limited)}$	195A

Benefits
- Improved Gate, Avalanche and Dynamic dV/dt Ruggedness
- Fully Characterized Capacitance and Avalanche SOA
- Enhanced body diode dV/dt and dI/dt Capability
- Lead-Free, RoHS Compliant

TO-247
IRFP7530PbF

G	D	S
Gate	Drain	Source

Com estas informações preliminares em mãos eu parto para uma busca na Internet não mais pelo código do transistor e sim digitando o seguinte , por exemplo :

Power Mosfet Canal N e-Mode 60V 195A

e escolho a **aba compras ou *shopping*** uma vez que estou interessado em comprar um componente com estas características.

Se ainda não foi desta vez, outra chance de conseguir um componente "digno" de ser colocado no lugar do original é usando o método de **referência cruzada do fabricante**.

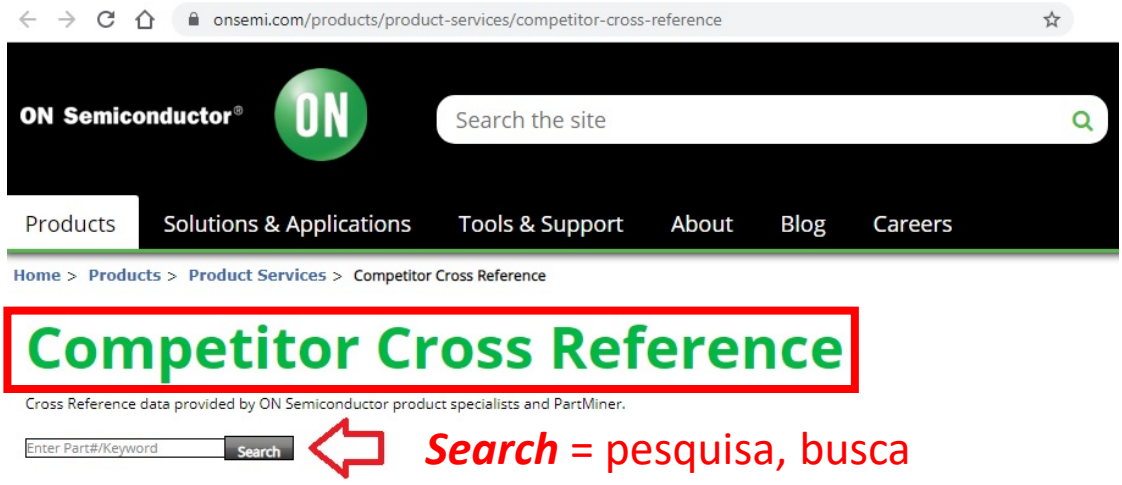
Muitos fabricantes fornecem sugestões de *replacement* fabricados por competidores, tipo "remédio genérico" como abordei no Capítulo 1.

O transistor "figurinha difícil" eu já sei que é fabricado pela International Rectifier, atualmente Infineon.

Agora vou digitar na barra de busca "**onsemi *reference cross***", por exemplo, que é outro fabricante.

Poderia ser NPX que é antiga Philips, ou Samsung, enfim vou "chutando" fabricantes até ver se consigo um "genérico" com um código diferente mas, que me atenda quando comparar os *data sheets*.

Veja uma das opções que apareceu quando digitei **onsemi *reference cross***.



Search = pesquisa, busca

Finalizo este capítulo com algumas mensagens que servirão tanto para novatos no ramo como para veteranos.

A primeira delas é que tenho a consciência de que não consegui esgotar todas as possibilidades do tema mas, tentei reunir num só lugar o máximo de informações sobre o assunto e que você irá encontrar espalhada na Internet.

Os meio de produção mudaram muito nos últimos anos e não é de hoje que uma "marca" deixou de significar um vínculo entre o produto que a ostenta e quem realmente o fabricou.

E isso dificulta ainda mais a tarefa do reparador em encontrar a peça correta para substituição.

Não estou querendo dizer que a reparação morreu, pelo contrário, defendo que devemos continuar lutando por ela.

Todavia, estas mudanças exigem dedicação de quem pretende se dedicar a profissão de forma consciente e honesta.

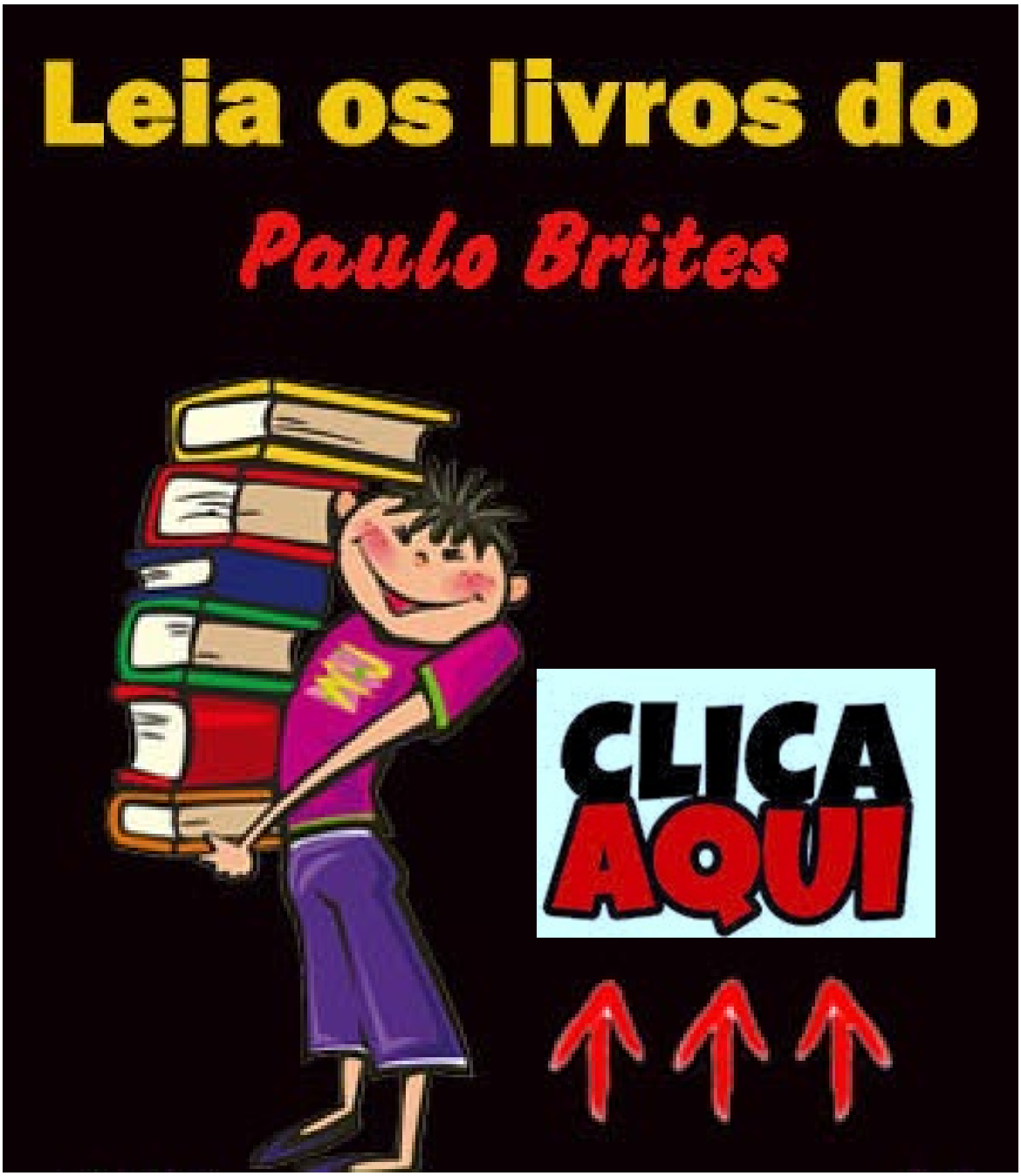
Assim, a última mensagem, repito é – não existe mais espaço para amadores, para "técnicos" de *youtube* e *forumfeiros*.

Pode-se sim, recorrer ao *youtube,* pois existem bons trabalhos por lá, embora a grande maioria seja lixo, mas é preciso estudar sempre e saber separar o joio do trigo!

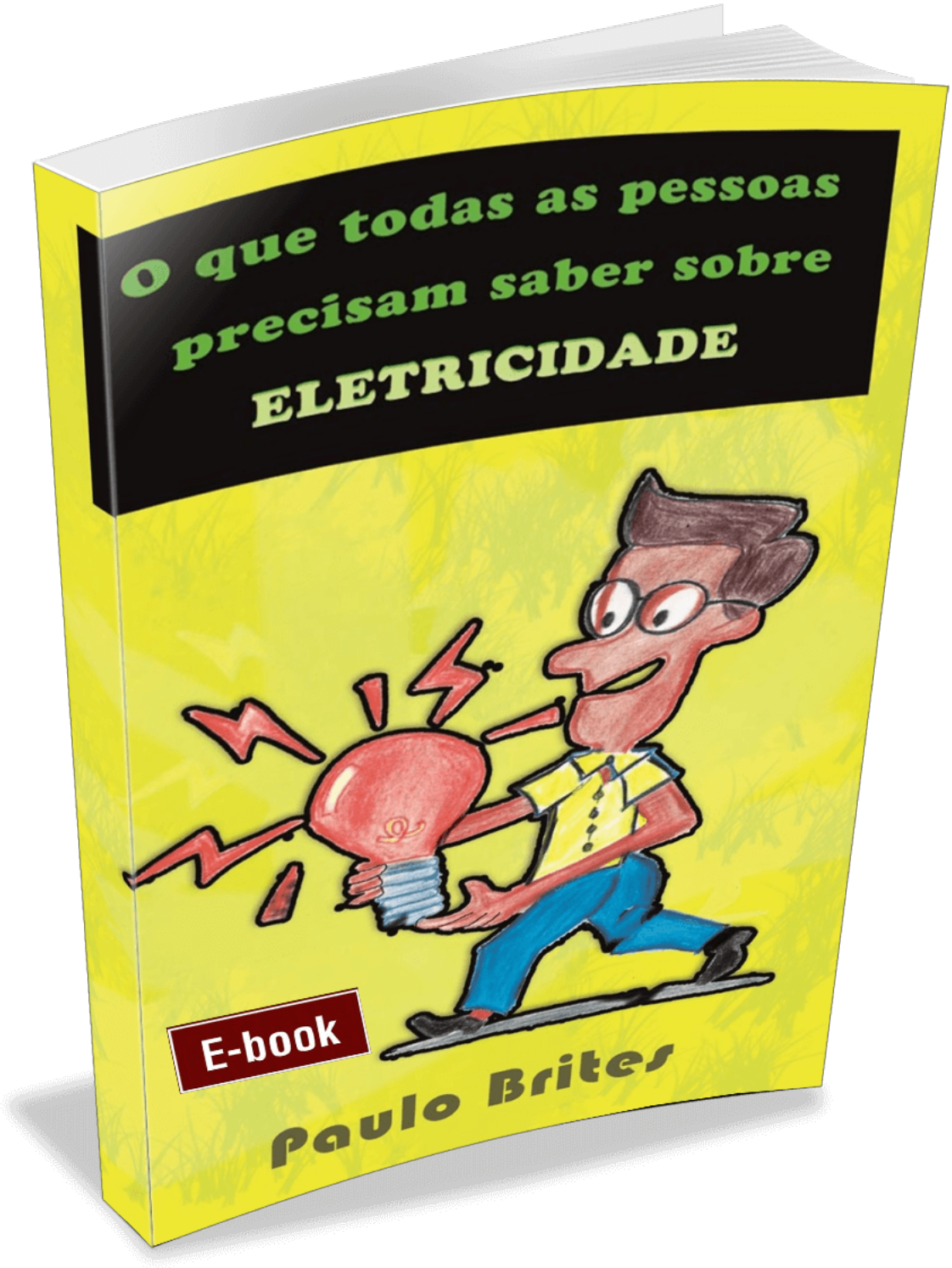
Críticas e sugestões – contato@paulobrites.com.br

Eu quero
comprar AGORA!

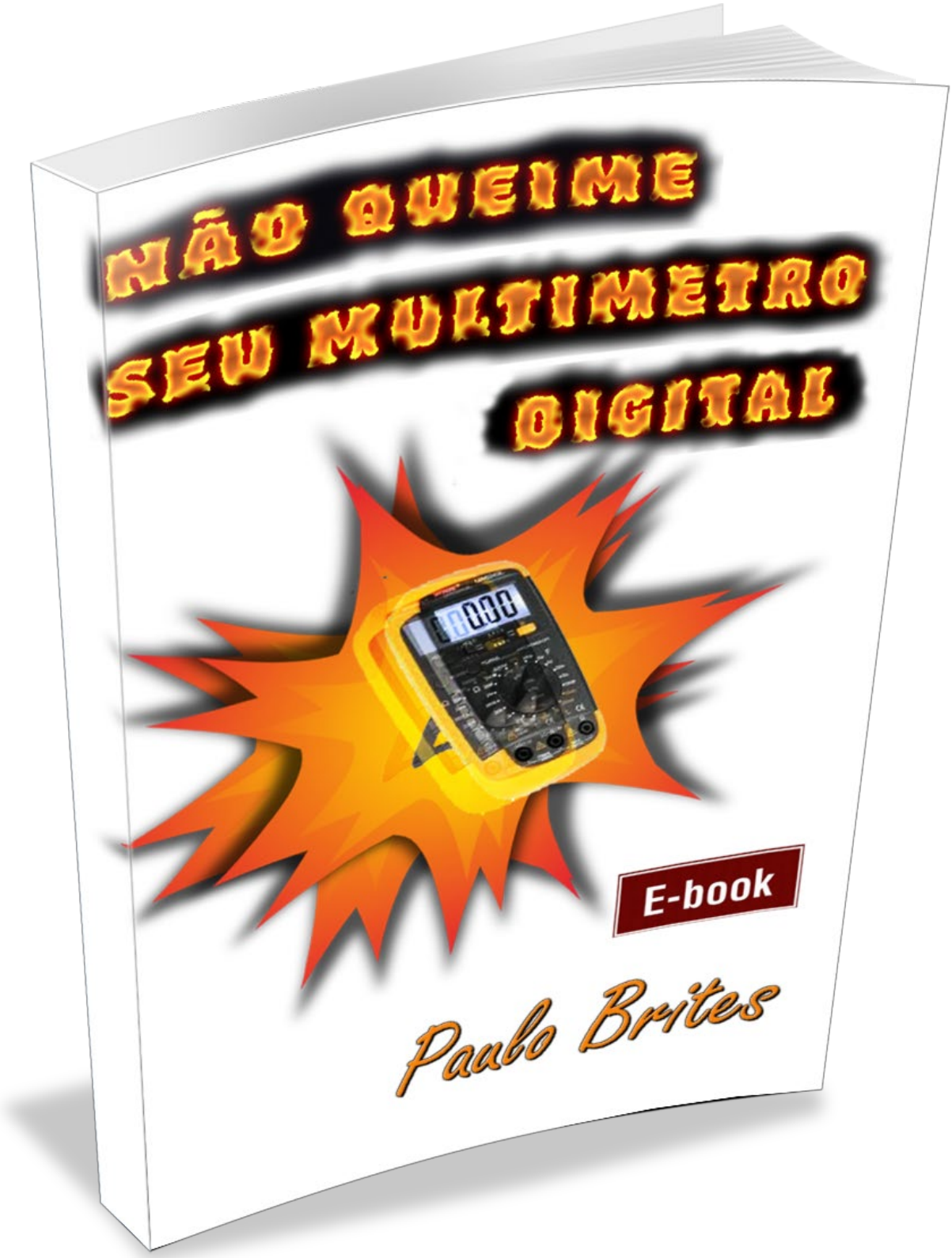
CLIQUE
AQUI



**VEJA NAS PRÓXIMAS PÁGINAS
TODOS OS TÍTULOS PUBLICADOS**

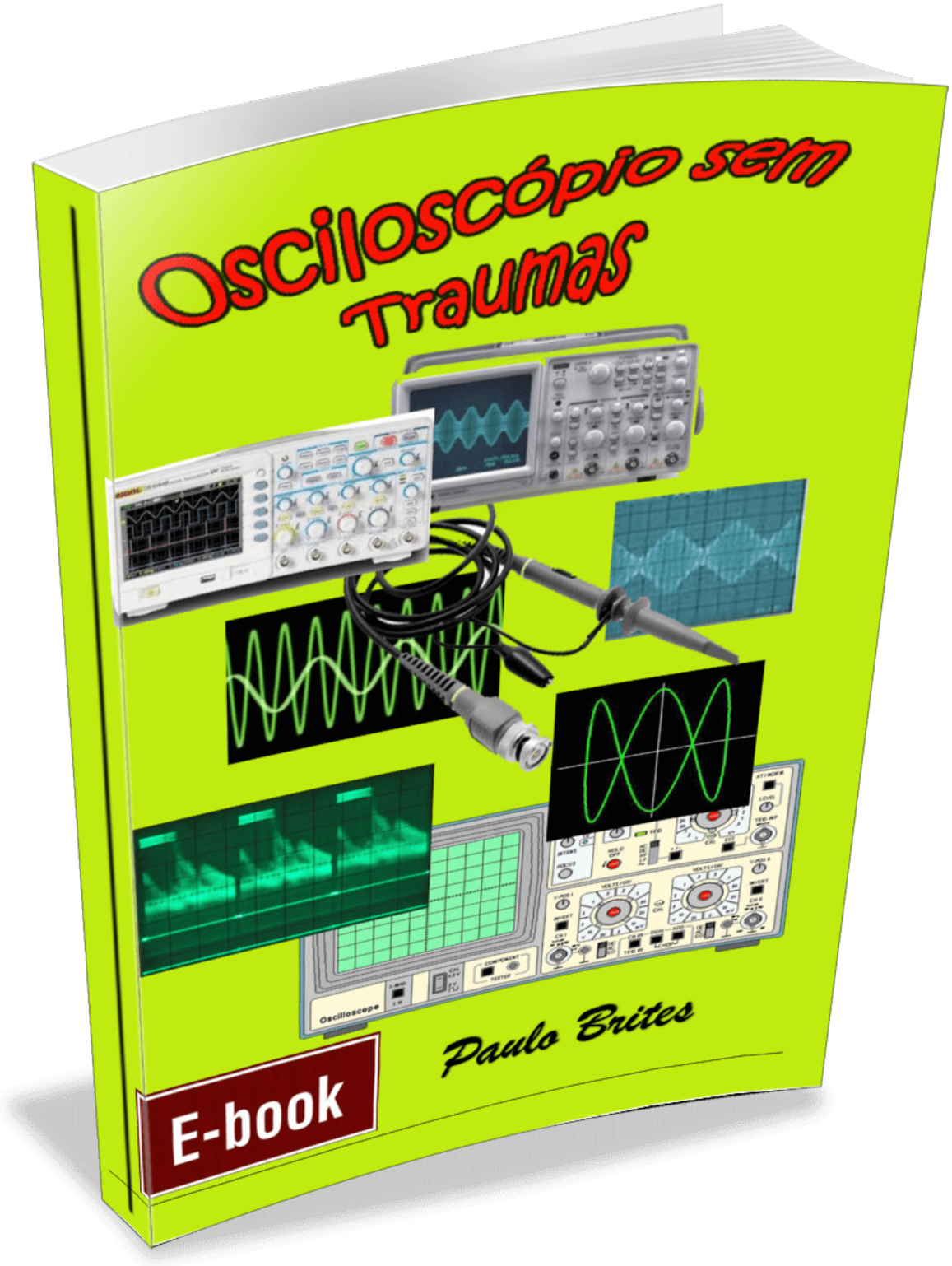

O que todas as pessoas
precisam saber sobre
ELETRICIDADE
E-book
Paulo Brites

ELETRÔNICA
para
Estudantes
Hobistas
&
Inventores
E-book
Paulo Brites


NÃO QUEIME
SEU MULTIMETRO
DIGITAL
E-book
Paulo Brites

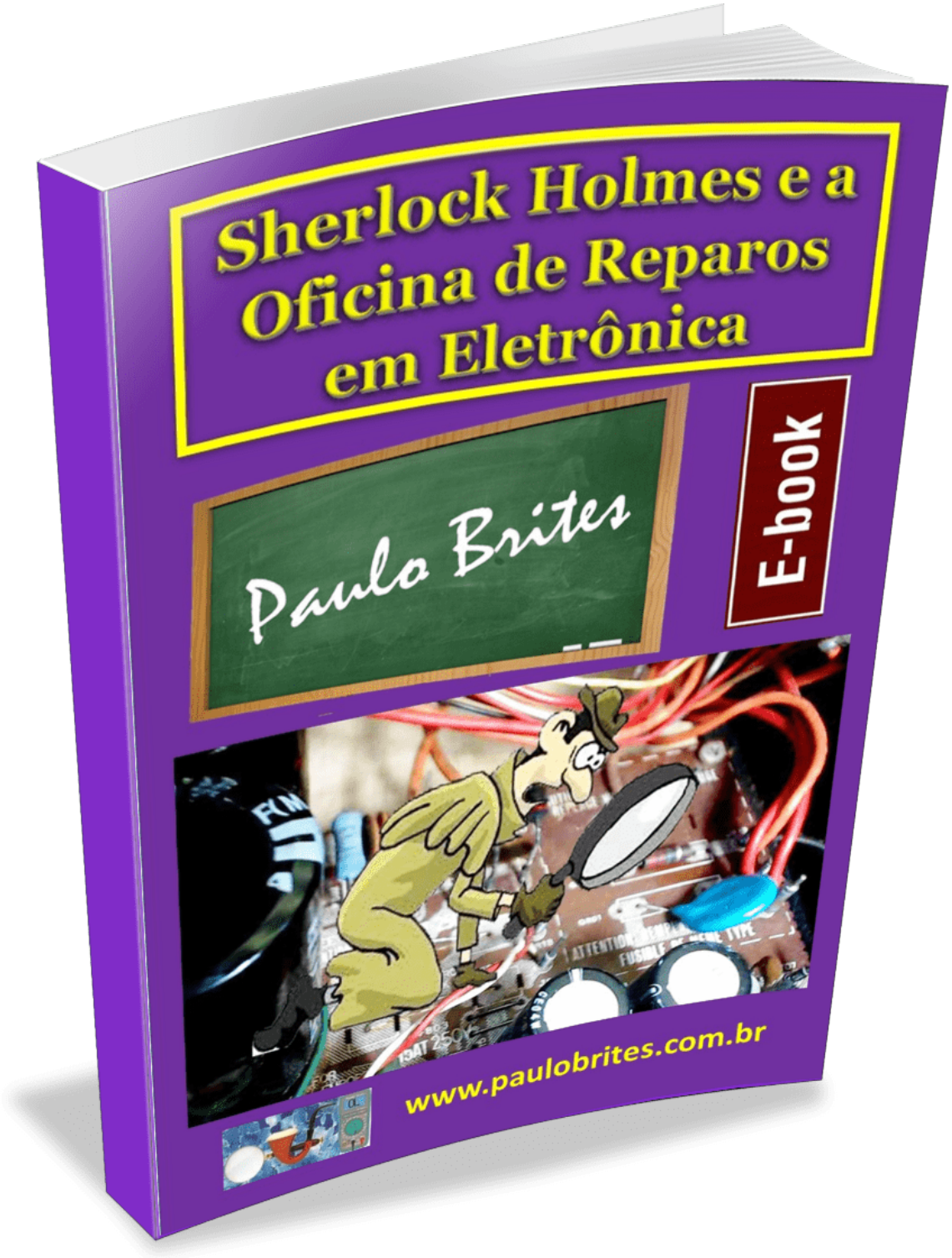
TESTANDO
COMPONENTES
ELETRÔNICOS
Problemas & Soluções
Paulo Brites
E-book
Volume 1
www.paulobrites.com.br

15 Informações úteis para todo Técnico em Eletrônica
E-book
Paulo Brites


Osciloscópio sem Traumas
Oscilloscope
Paulo Brites
E-book

Fontes Chaveadas
PARA INICIANTES
Volume 1
CONCEITOS BÁSICOS
MEDIÇÕES
DICAS DE REPAROS
E-book
Paulo Brites

GANHE DINHEIRO CONSERTANDO
FORNOS DE MICRO-ONDAS
Paulo Brites
E-book
www.paulobrites.com.br
www.facebook.com/profpaulobrites


Sherlock Holmes e a
Oficina de Reparos
em Eletrônica
Paulo Brites
E-book
www.paulobrites.com.br

QUER APRENDER
ELETRÔNICA DO ZERO
SEM SAIR DE CASA ?
Teoria e prática
como você nunca viu antes
Assista as 3 primeiras aulas Grátis
CLIQUE AQUI