POWER

engenharia

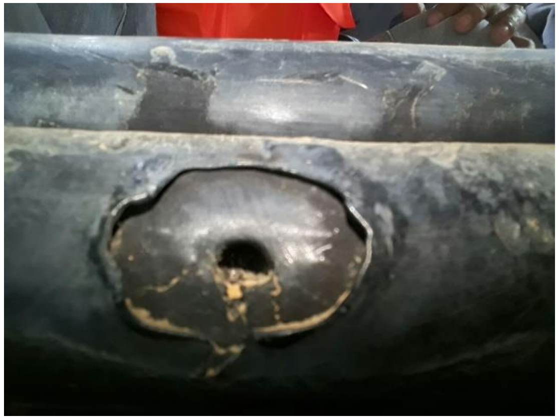
A melhor energia passa por aqui.

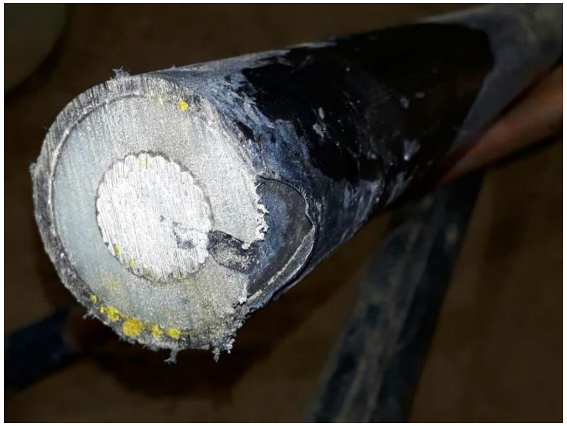
DIAGNÓSTICO DE CABOS

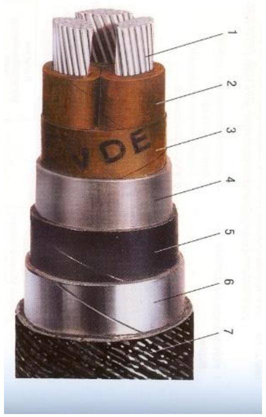
Cabos MT

Por que diagnosticar cabo?

- ☐ Qualidade fabricação
- ☐ Armazenamento
- ☐ **Instalação**
- ☐ Desgaste com tempo







Cabos MT

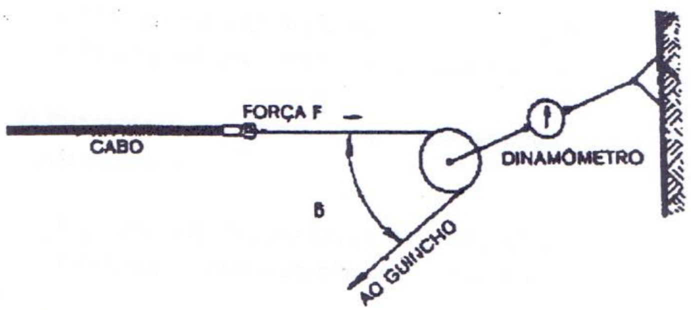
Instalação (Lançamento dos cabos)

Principais fatores técnicos

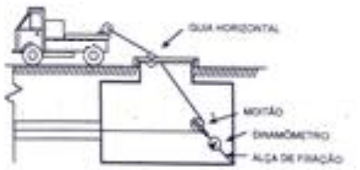
Raio de curvatura
Tensão máxima de fração
Tração pelo condutor
Tração pela cobertura
Determinação de esforço lateral
Determinação de lance máximo de tração

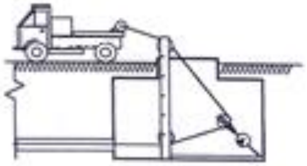
Cabos MT

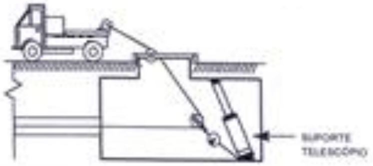
Instalação (Lançamento dos cabos)


FORÇA F
CABO
DINAMÔMETRO
β
AO GUINCHO

Força Aplicada (Cálculos e medição local)


GUIA HORIZONTAL
MOITÃO
DINAMÔMETRO
ALÇA DE FIXAÇÃO



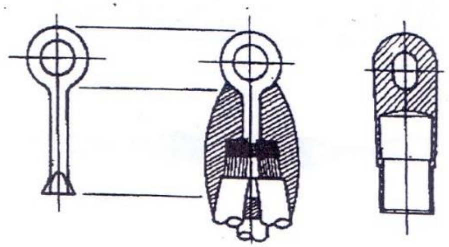

SUPORTE
TELESCÓPIO

Técnica adequada

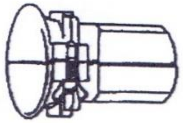
Cabos MT

Instalação (Lançamento dos cabos)

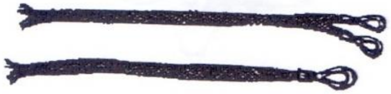
Ferramentas



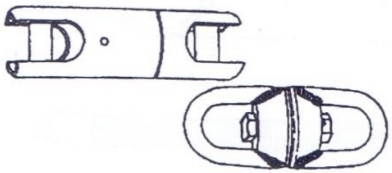
Alças de fração.



Boquilha

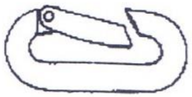


Camisa de tração

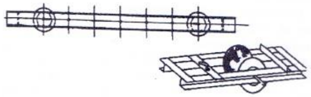


Destorcedor

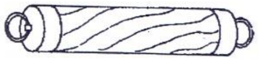
e)



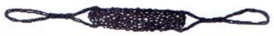
Elo



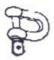
Guias



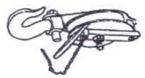
Mandril



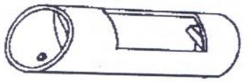
Mandril de corrente



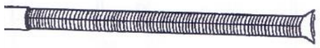
Manilha



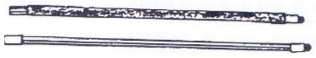
Moitão



Pá para dutos



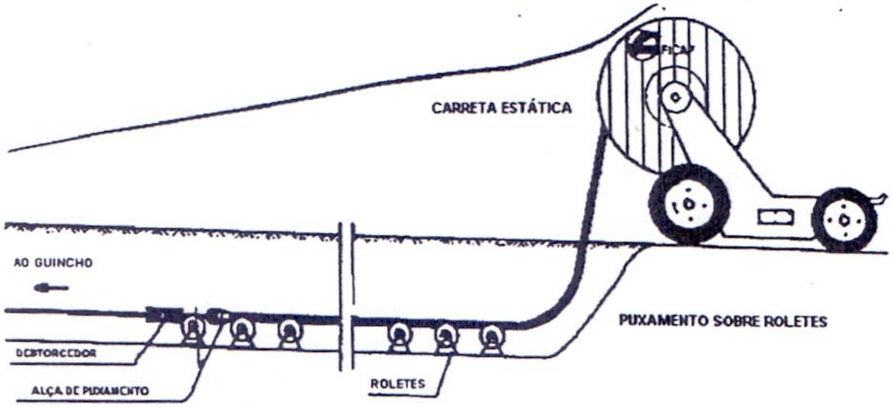
Tubos de alimentação

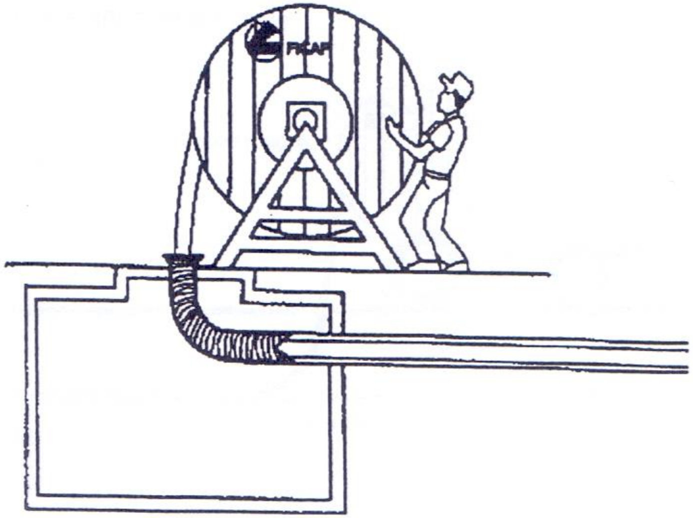


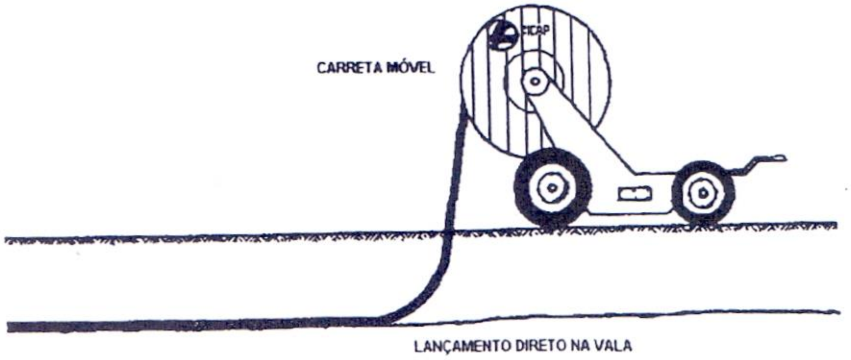
Varas para dutos

Cabos MT

Instalação (Lançamento dos cabos)

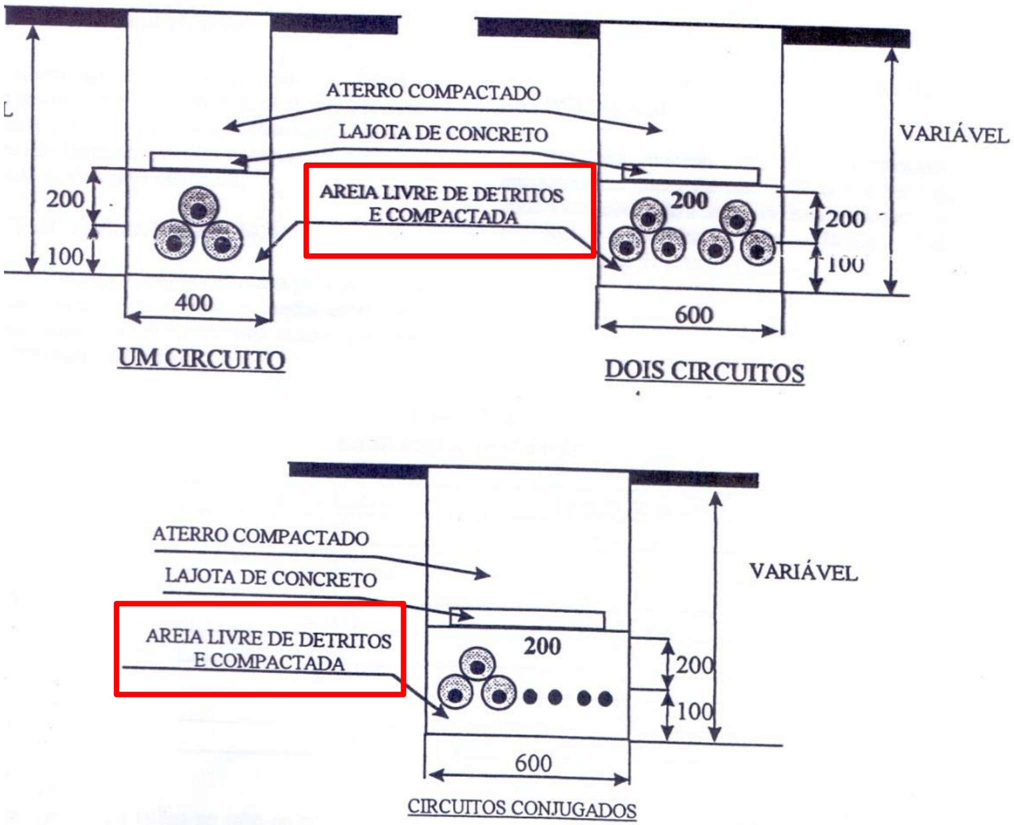

FICAP
CARRETA ESTÁTICA
AO GUINCHO
PUXAMENTO SOBRE ROLETES
DESTORCEDOR
ALÇA DE PUXAMENTO
ROLETES



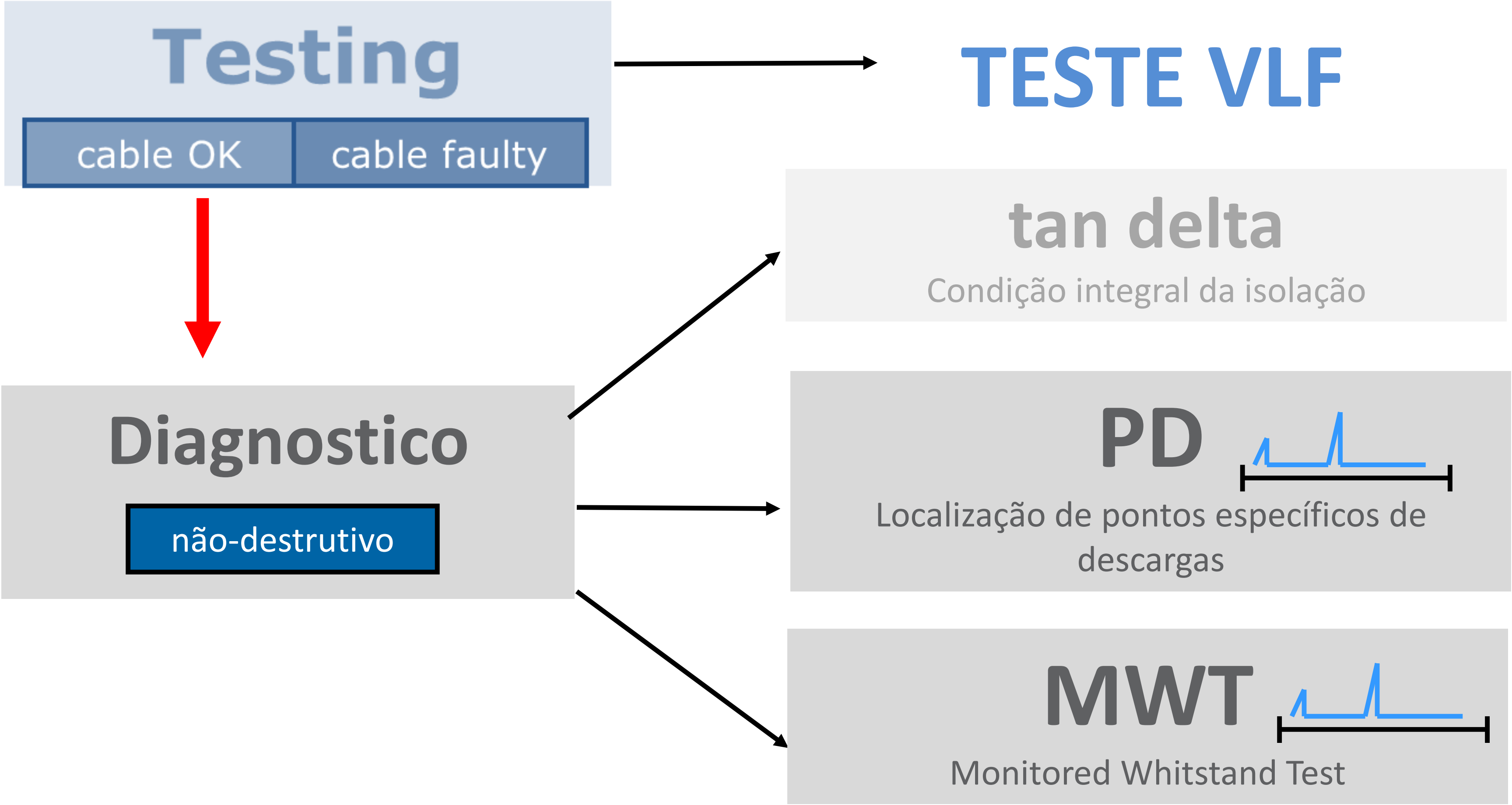

FICAP
CARRETA MÓVEL
LANÇAMENTO DIRETO NA VALA

Cabos MT

Instalação (Lançamento dos cabos)


ATERRO COMPACTADO
LAJOTA DE CONCRETO
AREIA LIVRE DE DETRITOS E COMPACTADA
VARIÁVEL
200
100
400
UM CIRCUITO
200
200
100
600
DOIS CIRCUITOS
ATERRO COMPACTADO
LAJOTA DE CONCRETO
AREIA LIVRE DE DETRITOS E COMPACTADA
VARIÁVEL
200
200
100
600
CIRCUITOS CONJUGADOS

Avaliação em cabos de Média Tensão - Comissionamento



Testing

cable OK | cable faulty

TESTE VLF

Diagnostico

não-destrutivo

tan delta

Condição integral da isolação

PD

Localização de pontos específicos de descargas

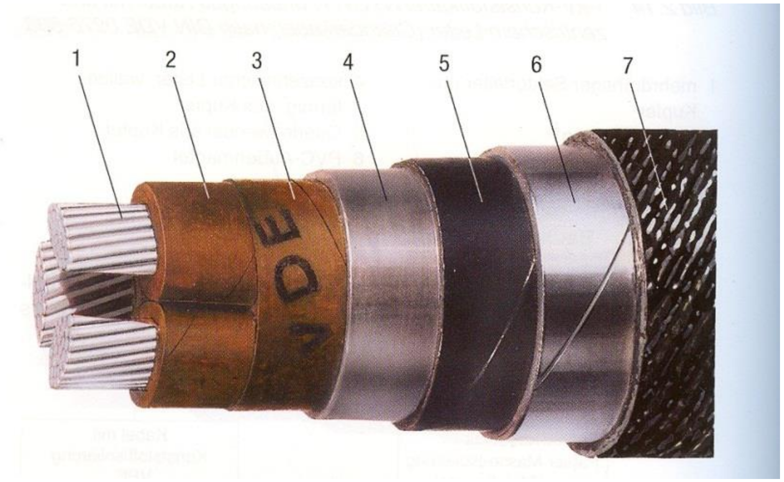
MWT

Monitored Whitstand Test

Ensaio VLF

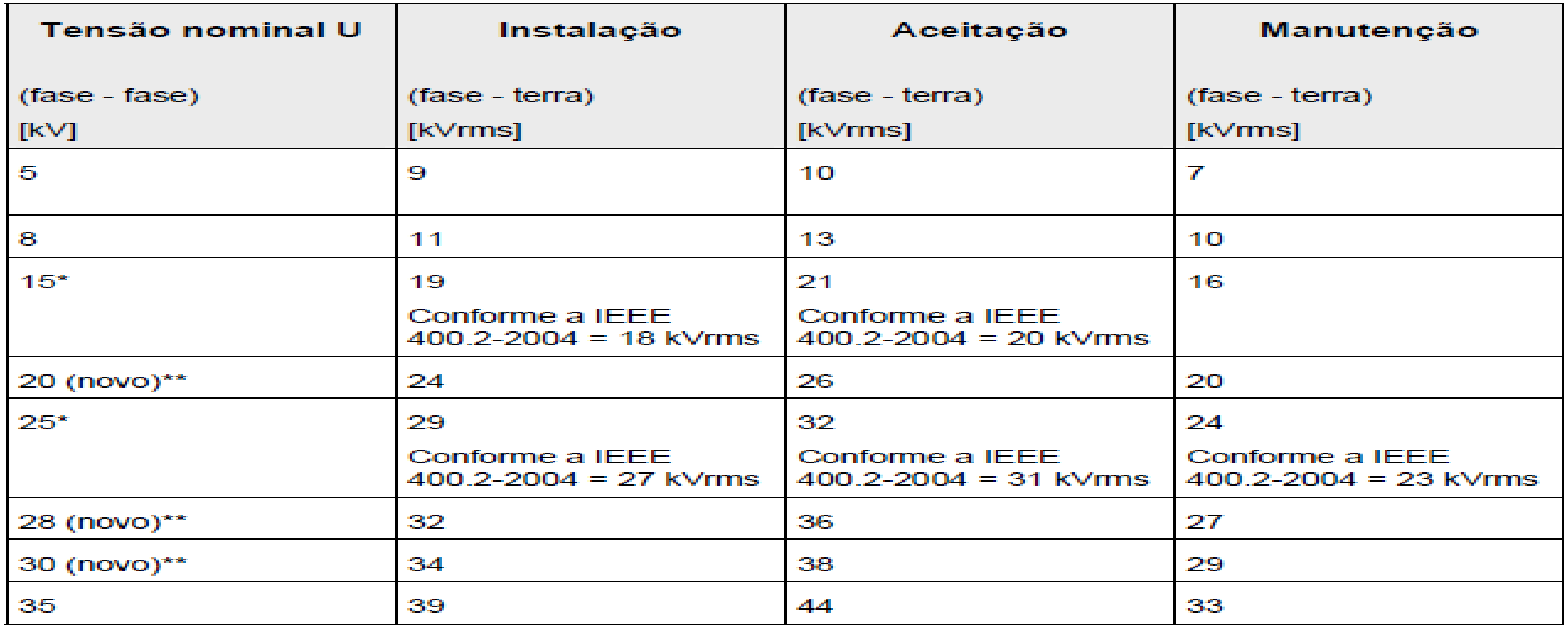
Por que usar o VLF, para Teste e Diagnóstico?

- Teste em DC comprovadamente Destrutivo;
- IEC 60502-2014 e demais normas atuais não recomendam o ensaio em **DC**;
- Manutenção baseada na REAL condição do cabo;
- Ensaios em VLF TD/PD , moderna forma de conhecer o estado do cabo.



Ensaio VLF

Padrão de Teste de Cabos na Instalação, Aceitação e Manutenção conforme IEEE 400.2



Tensão nominal U (fase - fase) [kV]	Instalação (fase - terra) [kVrms]	Aceitação (fase - terra) [kVrms]	Manutenção (fase - terra) [kVrms]
5	9	10	7
8	11	13	10
15*	19 Conforme a IEEE 400.2-2004 = 18 kVrms	21 Conforme a IEEE 400.2-2004 = 20 kVrms	16
20 (novo)**	24	26	20
25*	29 Conforme a IEEE 400.2-2004 = 27 kVrms	32 Conforme a IEEE 400.2-2004 = 31 kVrms	24 Conforme a IEEE 400.2-2004 = 23 kVrms
28 (novo)**	32	36	27
30 (novo)**	34	38	29
35	39	44	33

A IEEE 400.2 recomenda um teste com duração de 30 minutos para cabos em operação(manutenção), e duração de 60 minutos para cabos novos(instalação/aceitação).

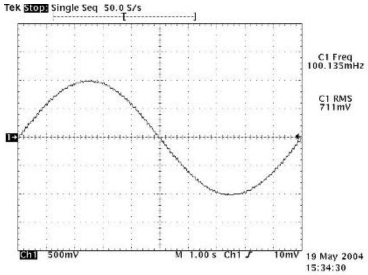
Ensaio VLF

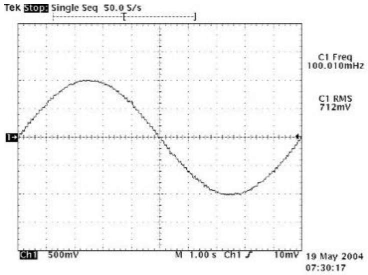
Sem Carga

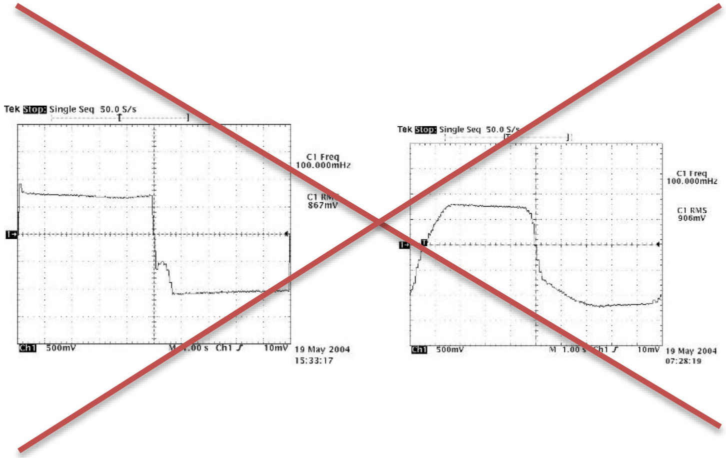
MWT

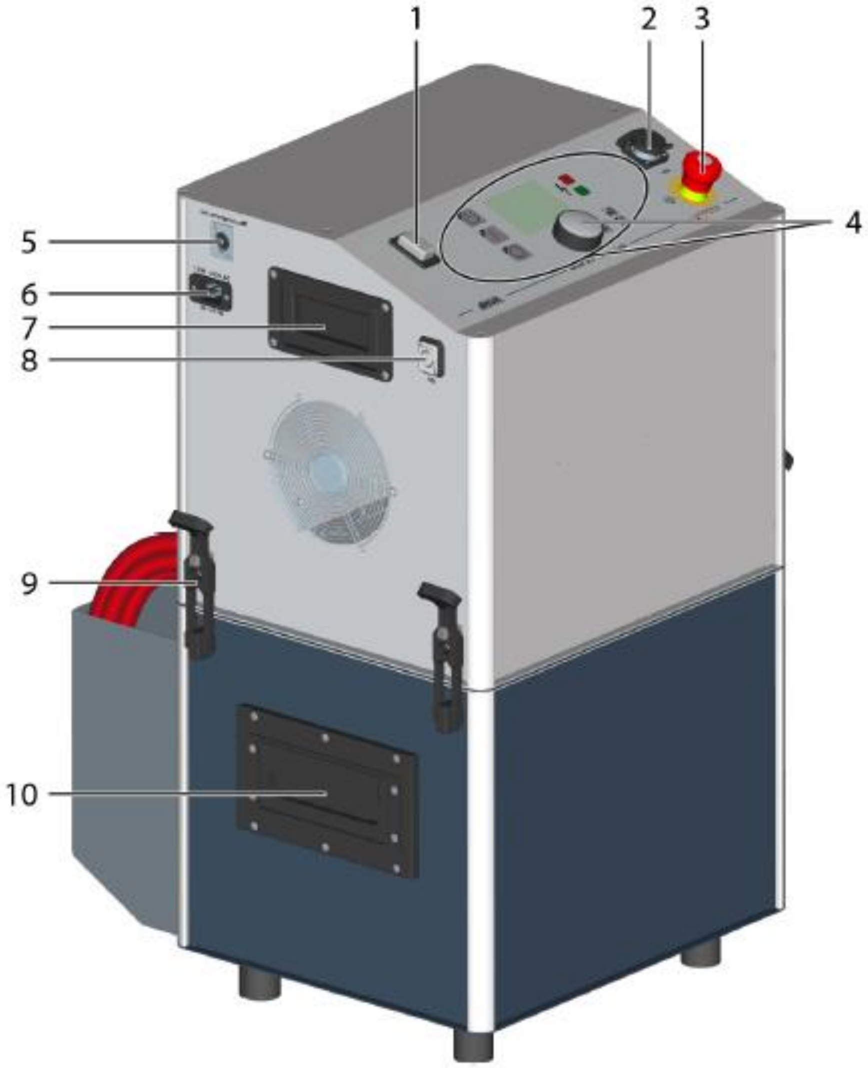
true sinus

Com Carga



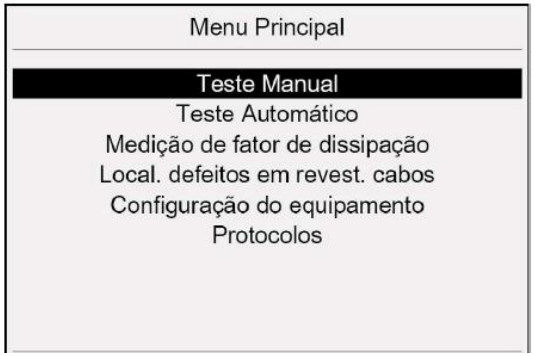





1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

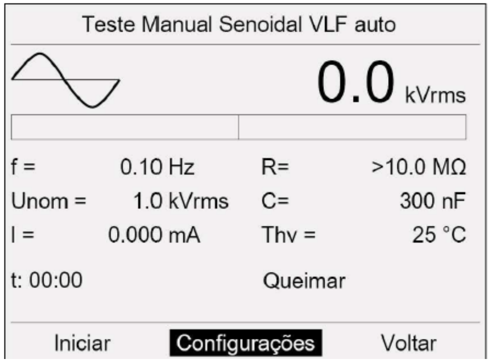
Ensaio VLF

Ajuste, acompanhamento e resultados imediato



Menu Principal

Teste Manual
Teste Automático
Medição de fator de dissipação
Local. defeitos em revest. cabos
Configuração do equipamento
Protocolos

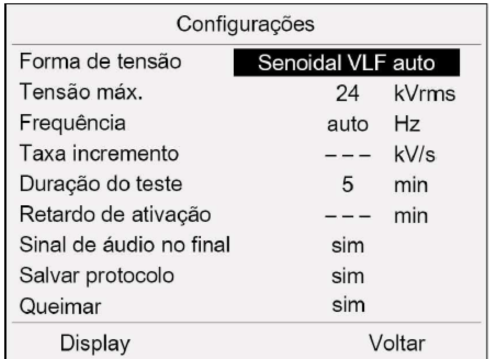


Teste Manual Senoidal VLF auto

0.0 kVrms

f = 0.10 Hz
Unom = 1.0 kVrms
I = 0.000 mA
R= >10.0 MΩ
C= 300 nF
Thv = 25 °C
t: 00:00
Queimar

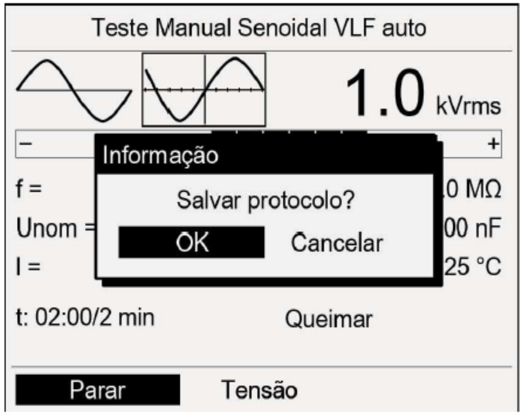
Iniciar
Configurações
Voltar



Configurações

Forma de tensão	Senoidal VLF auto	
Tensão máx.	24	kVrms
Frequência	auto	Hz
Taxa incremento	– – –	kV/s
Duração do teste	5	min
Retardo de ativação	– – –	min
Sinal de áudio no final	sim	
Salvar protocolo	sim	
Queimar	sim	

Display
Voltar



Teste Manual Senoidal VLF auto

1.0 kVrms

f =
Unom =
I =
0 MΩ
00 nF
25 °C

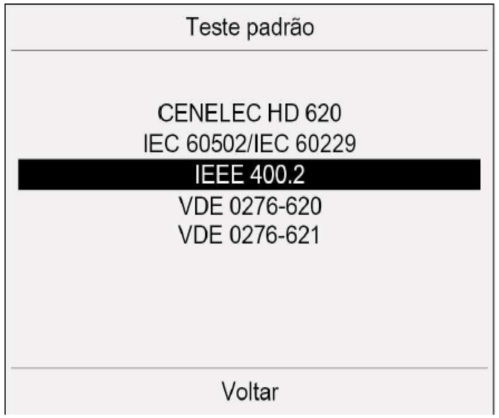
Informação

Salvar protocolo?

OK
Cancelar

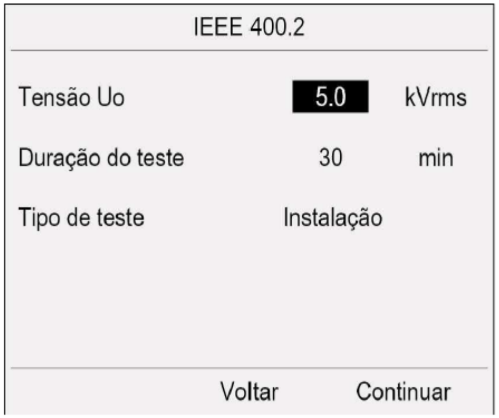
t: 02:00/2 min
Queimar

Parar
Tensão



Teste padrão

CENELEC HD 620
IEC 60502/IEC 60229
IEEE 400.2
VDE 0276-620
VDE 0276-621



IEEE 400.2

Tensão Uo	5.0	kVrms
Duração do teste	30	min
Tipo de teste	Instalação	

Voltar
Continuar

Diagnóstico – Tangente Delta

Teste VLF mostra a condição do cabo no momento.

Mas e o futuro?

Será que um processo de falha já não está presente no cabo?

Um diagnóstico se torna necessário, com acompanhamento de Manutenção.

Diagnóstico – Tangente Delta

Para detectar os efeitos do envelhecimento/defeitos da isolação após:

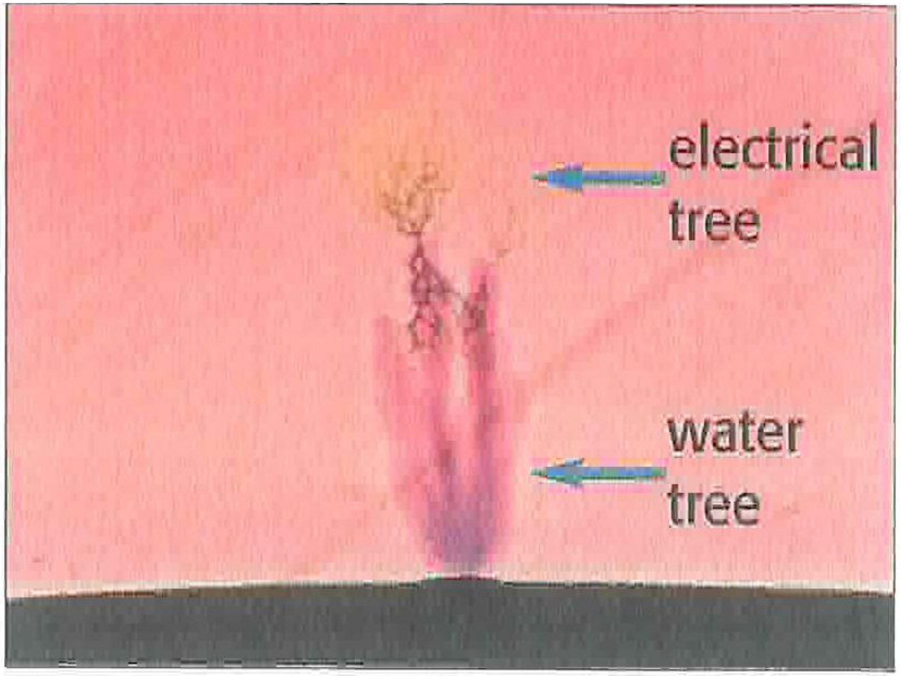
- Comissionamento de novos cabos;
- Reparos;
- Inspeção regular da condição do cabo;

tan delta
Integral insulation condition

➡ Condição do cabo se torna legível

Diagnóstico – Tangente Delta

O estágio final de uma arborescência de água
Arborescência de água se transformando em uma arborescência elétrica.



Arborescencia Elétrica:

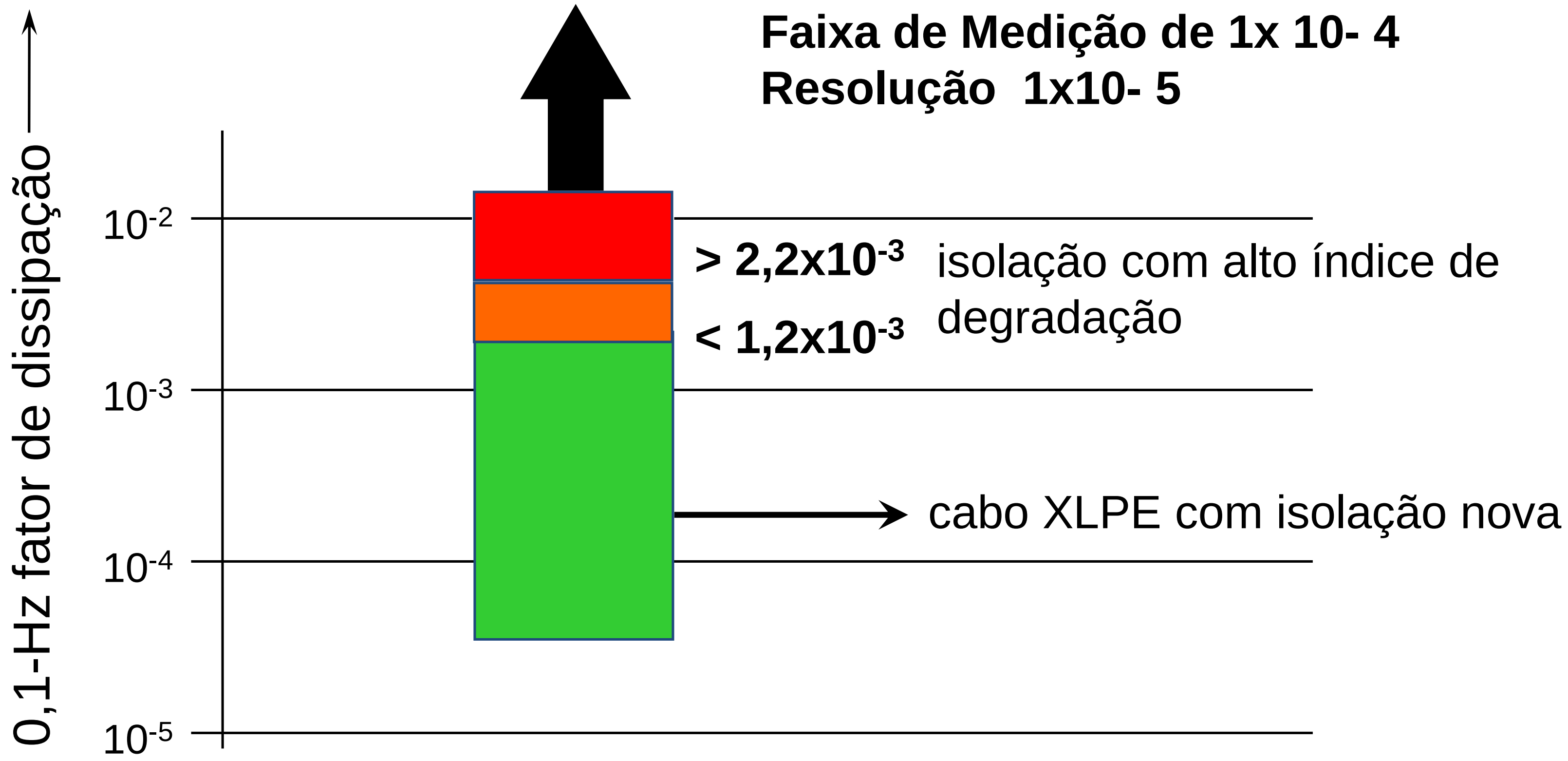
- Descargas parciais

Arborescência de água:

- Sem descargas parciais
- Corrente de Fuga

Diagnóstico – Tangente Delta

faixas de medição solicitadas para cabos XLPE


0,1-Hz fator de dissipação
10^{-2}
10^{-3}
10^{-4}
10^{-5}

Faixa de Medição de 1x 10- 4
Resolução 1x10- 5

> 2,2x10^{-3} isolação com alto índice de degradação

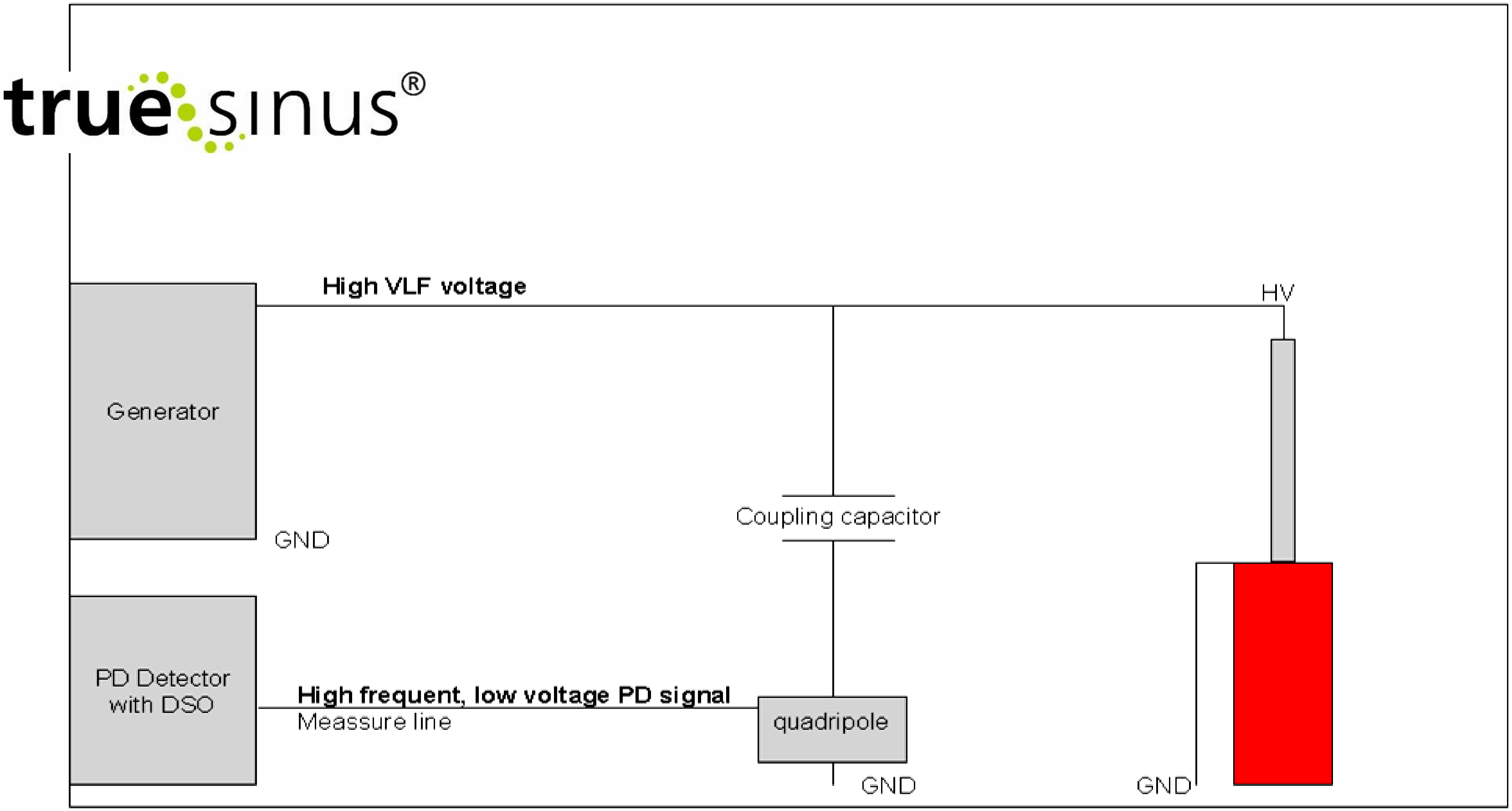
< 1,2x10^{-3}

cabo XLPE com isolação nova

Diagnóstico – Ensaio de descargas parciais

Com a sinalização do ensaio de tan delta (tan δ), onde encontra-se o ponto crítico?

Diagrama do circuito de medição de DP


truesinus®
High VLF voltage
HV
Generator
GND
Coupling capacitor
PD Detector with DSO
High frequent, low voltage PD signal
Meassure line
quadripole
GND
GND

Aplicação do diagnóstico com DP

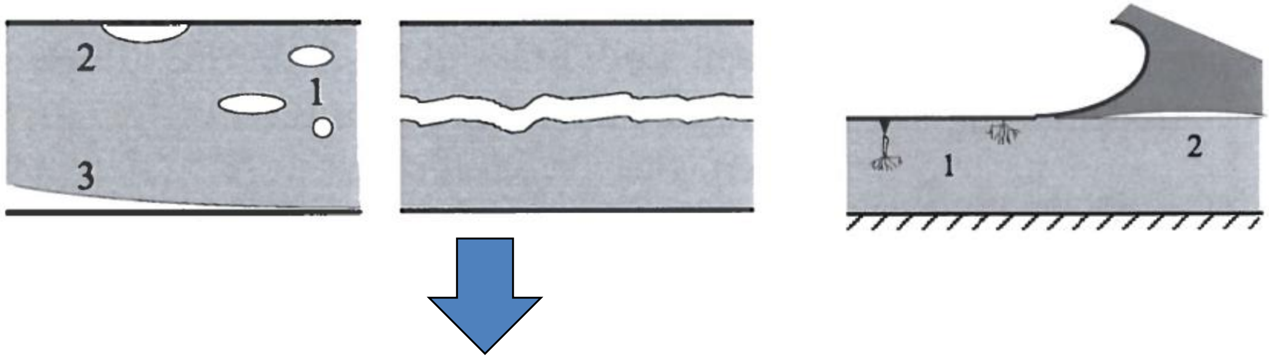
PD

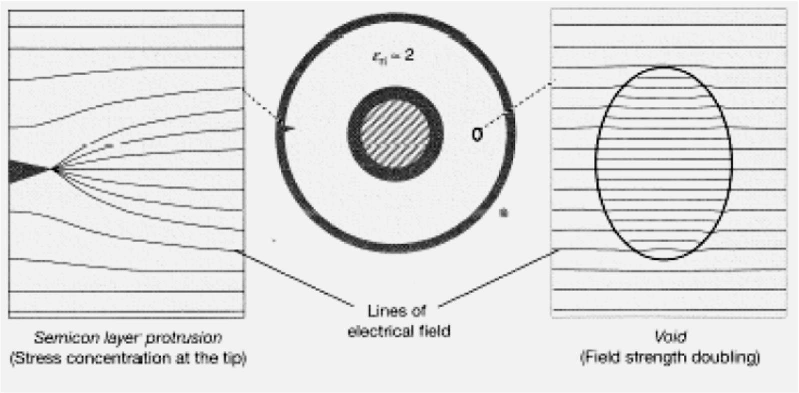
Localization of singular source of discharges

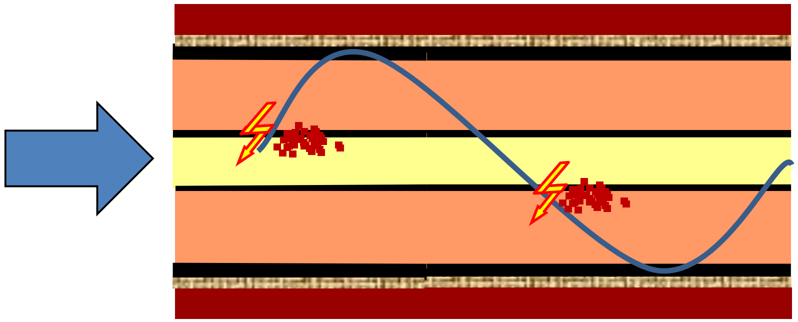
- Comissionamento de cabos
- Pre-localização de emendas apresentando DP
- Pre-localização de terminações apresentando DP
- Pre-localização de arborescências elétricas em cabos

Porque acontece a descarga parcial:
Intensidade do campo elétrico

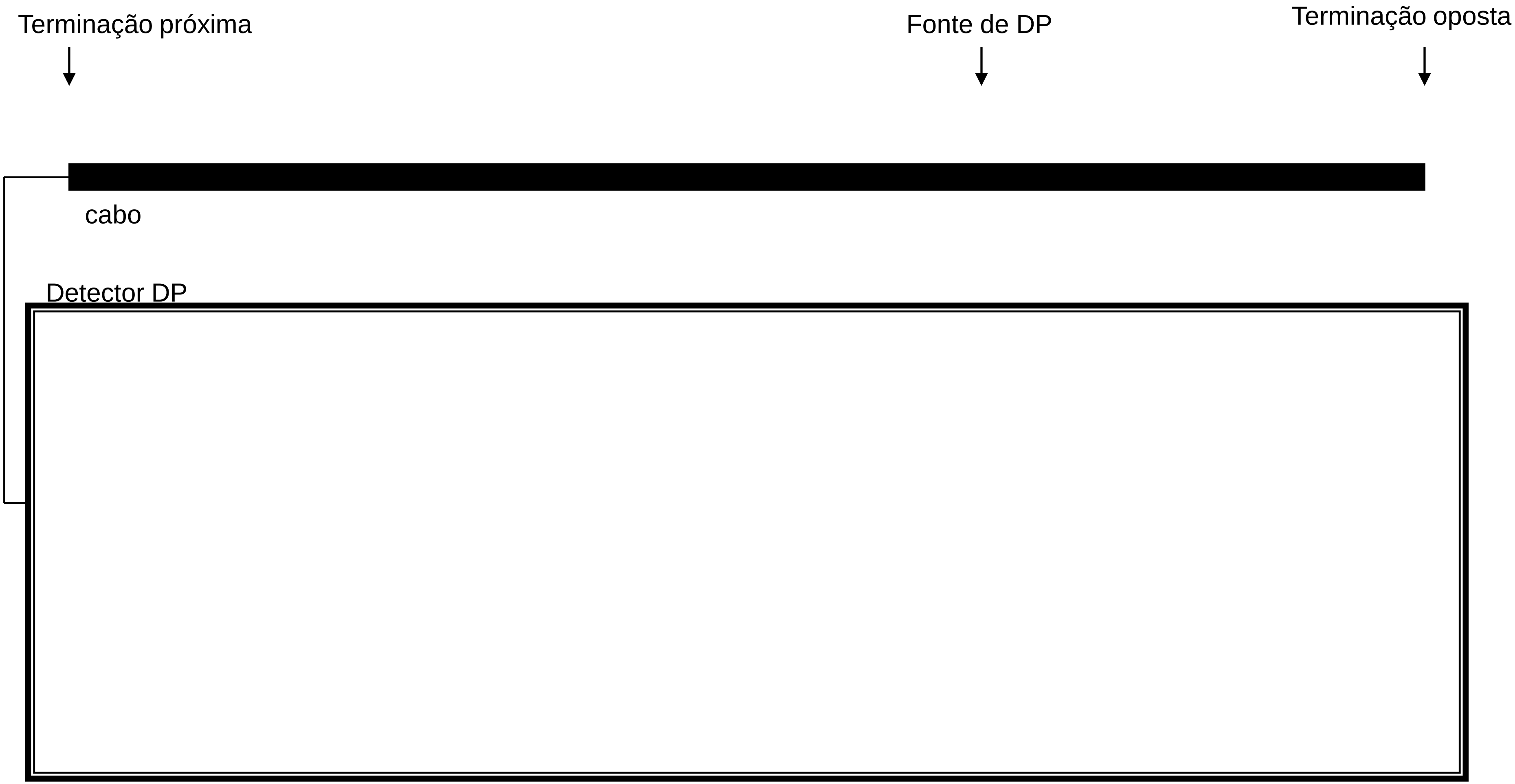
- DP causada por alta intensidade local do campo elétrico
- Causada por defeitos no material isolante




$\varepsilon_{r1} = 2$
0
Lines of electrical field
Semicon layer protrusion
(Stress concentration at the tip)
Void
(Field strength doubling)



Localização da DP em cabos



Terminação próxima

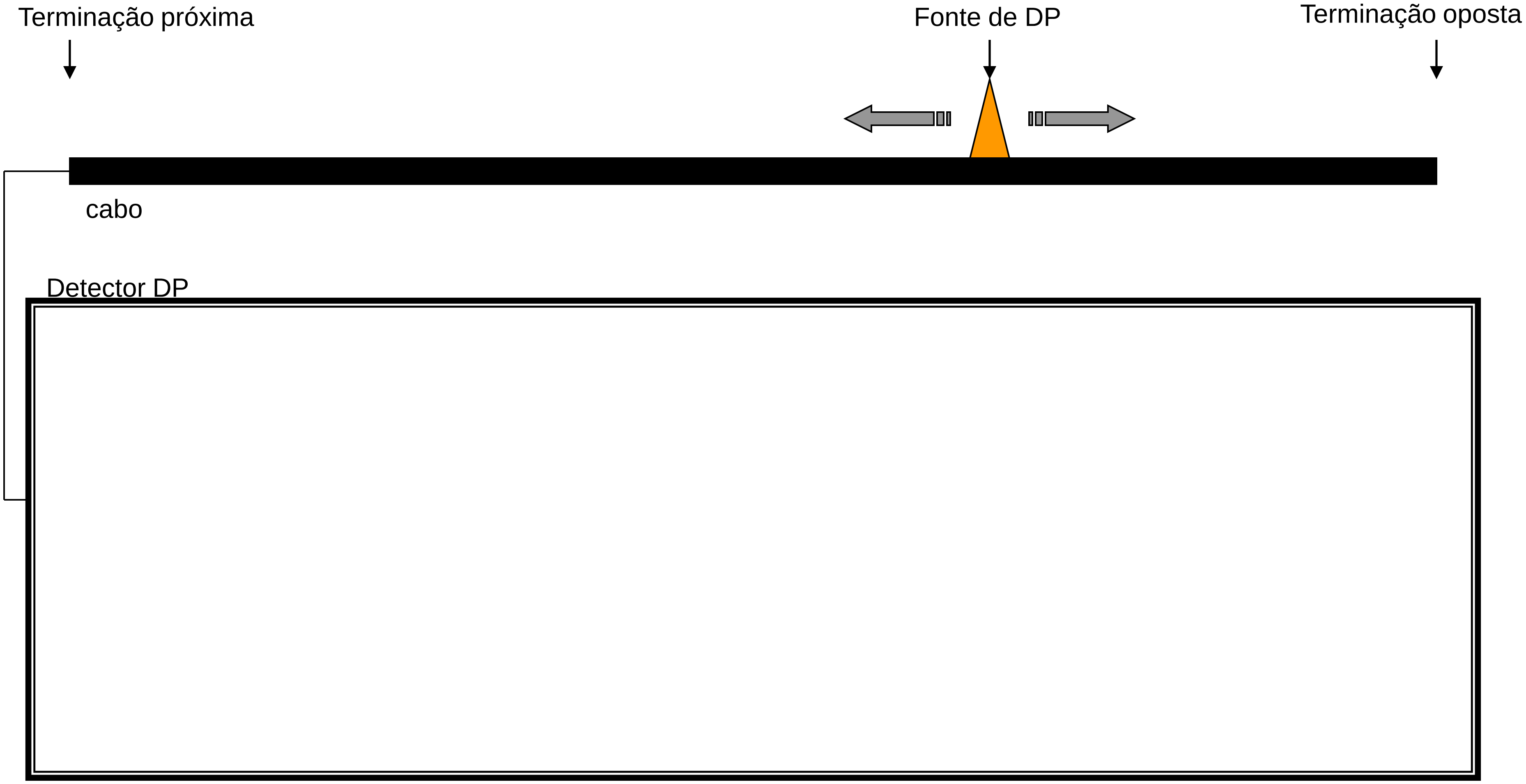
Fonte de DP

Terminação oposta

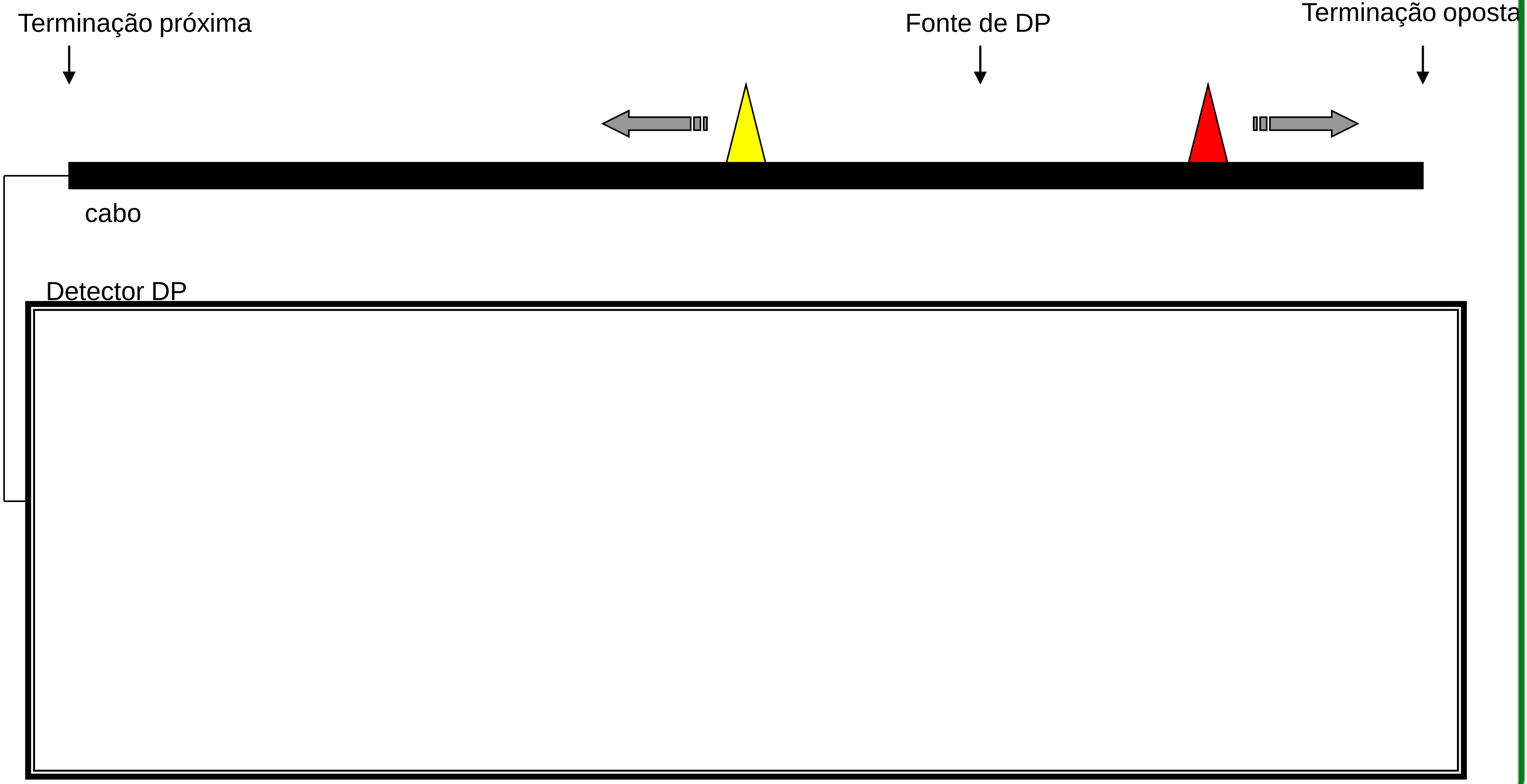
cabo

Detector DP

Localização da DP em cabos

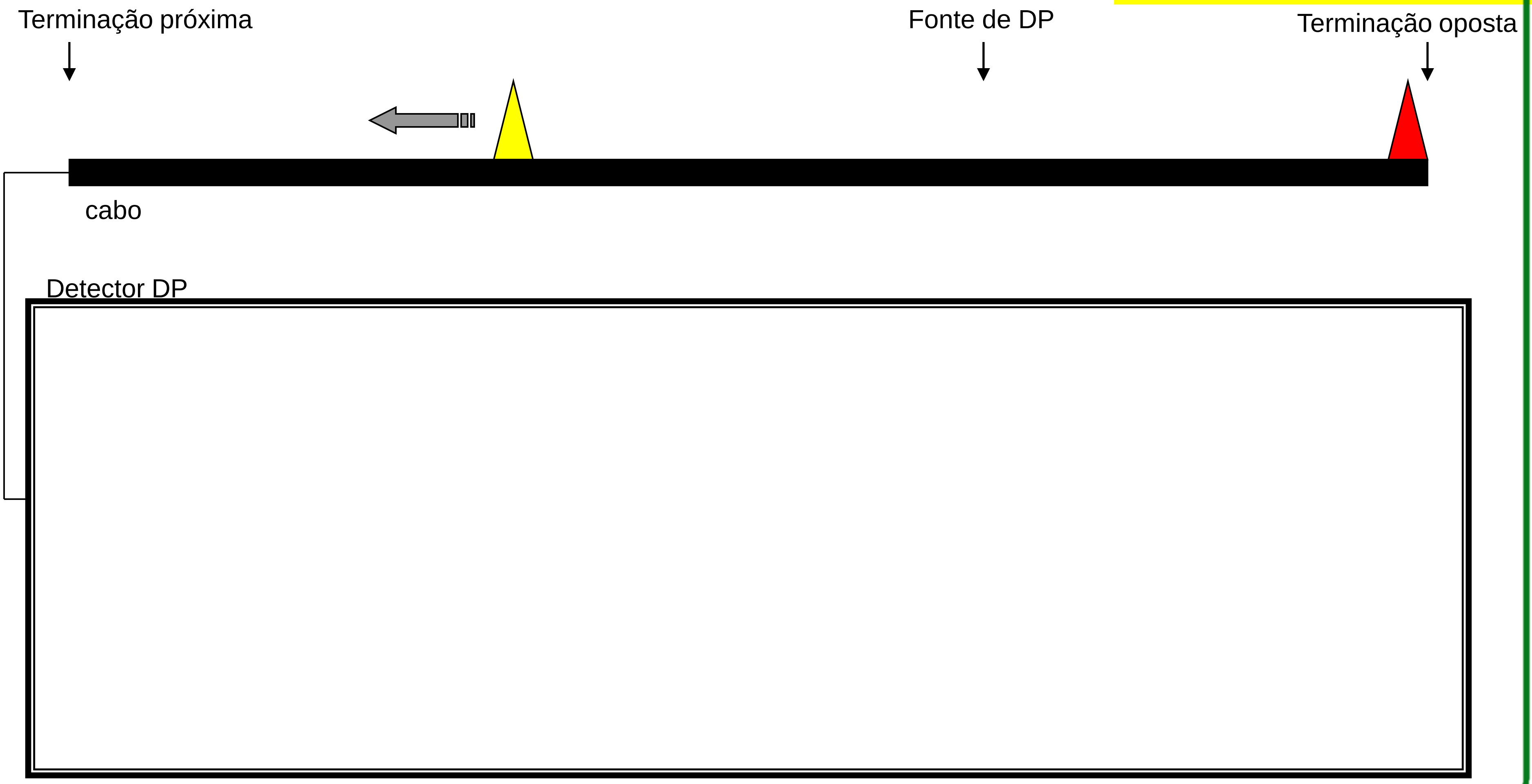

Terminação próxima
Fonte de DP
Terminação oposta
cabo
Detector DP

Localização da DP em cabos

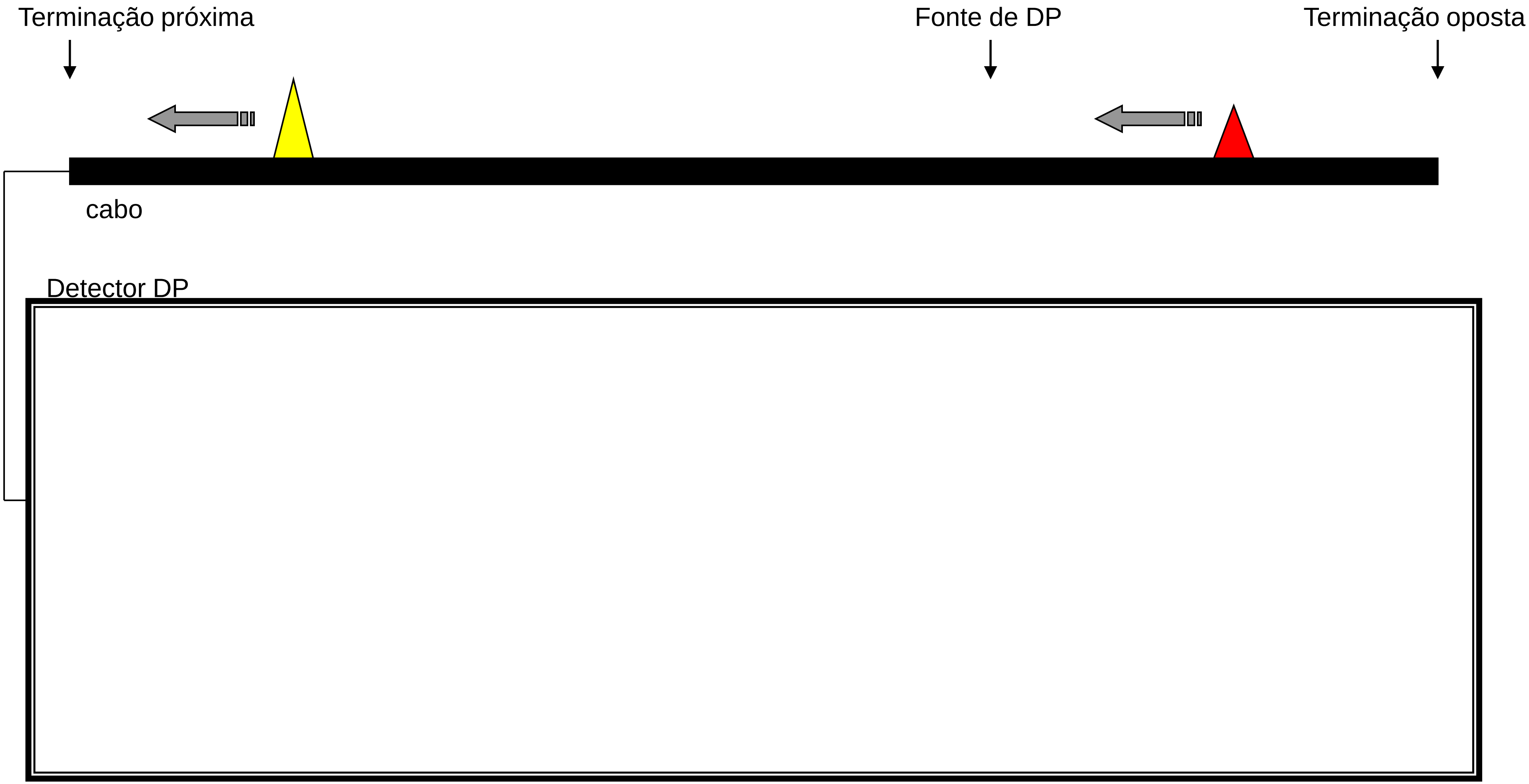

Terminação próxima
Fonte de DP
Terminação oposta
cabo
Detector DP

Localização da DP em cabos

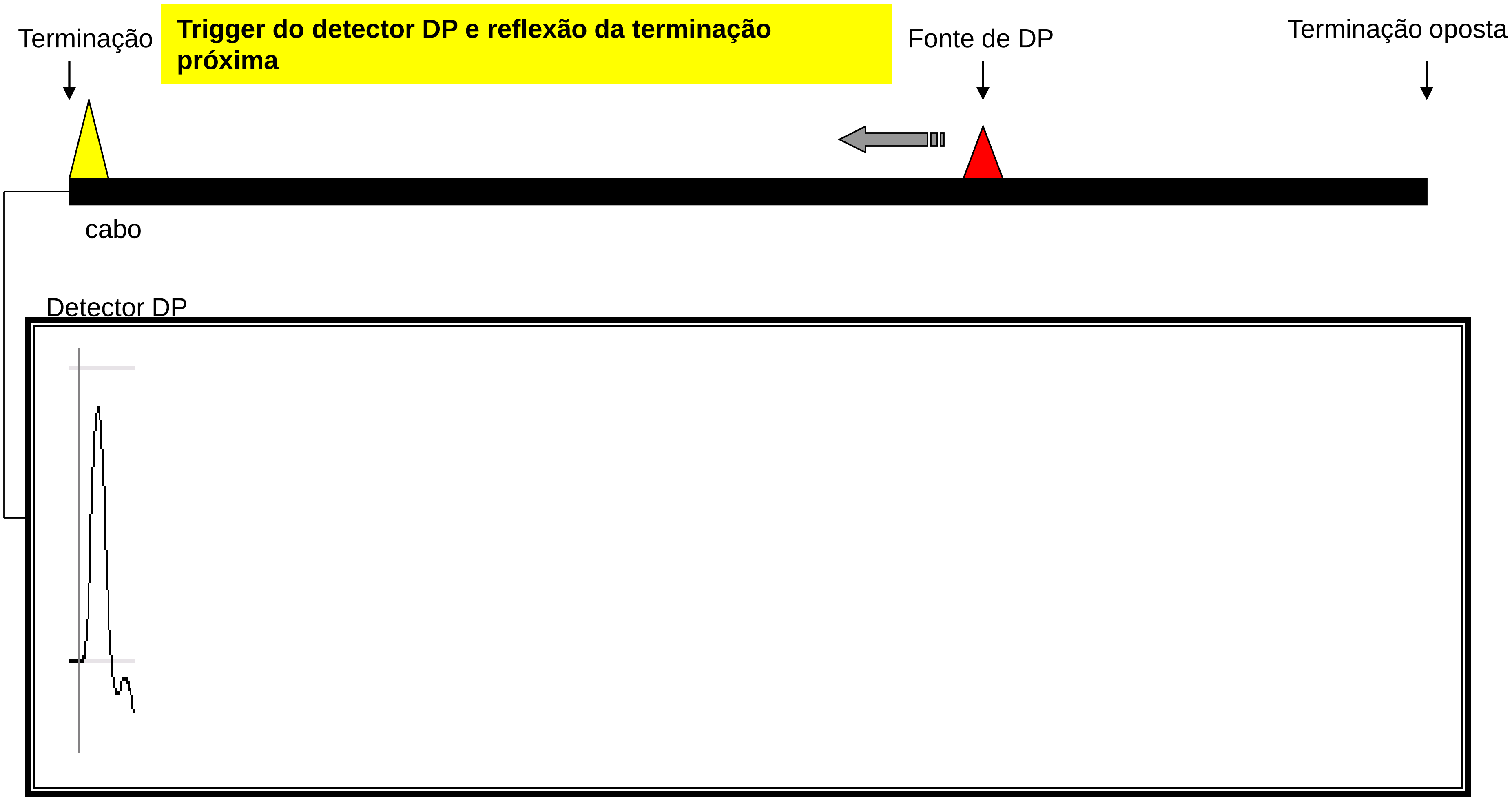
Reflexão na terminação oposta


Terminação próxima
Fonte de DP
Terminação oposta
cabo
Detector DP

Localização da DP em cabos


Terminação próxima
Fonte de DP
Terminação oposta
cabo
Detector DP

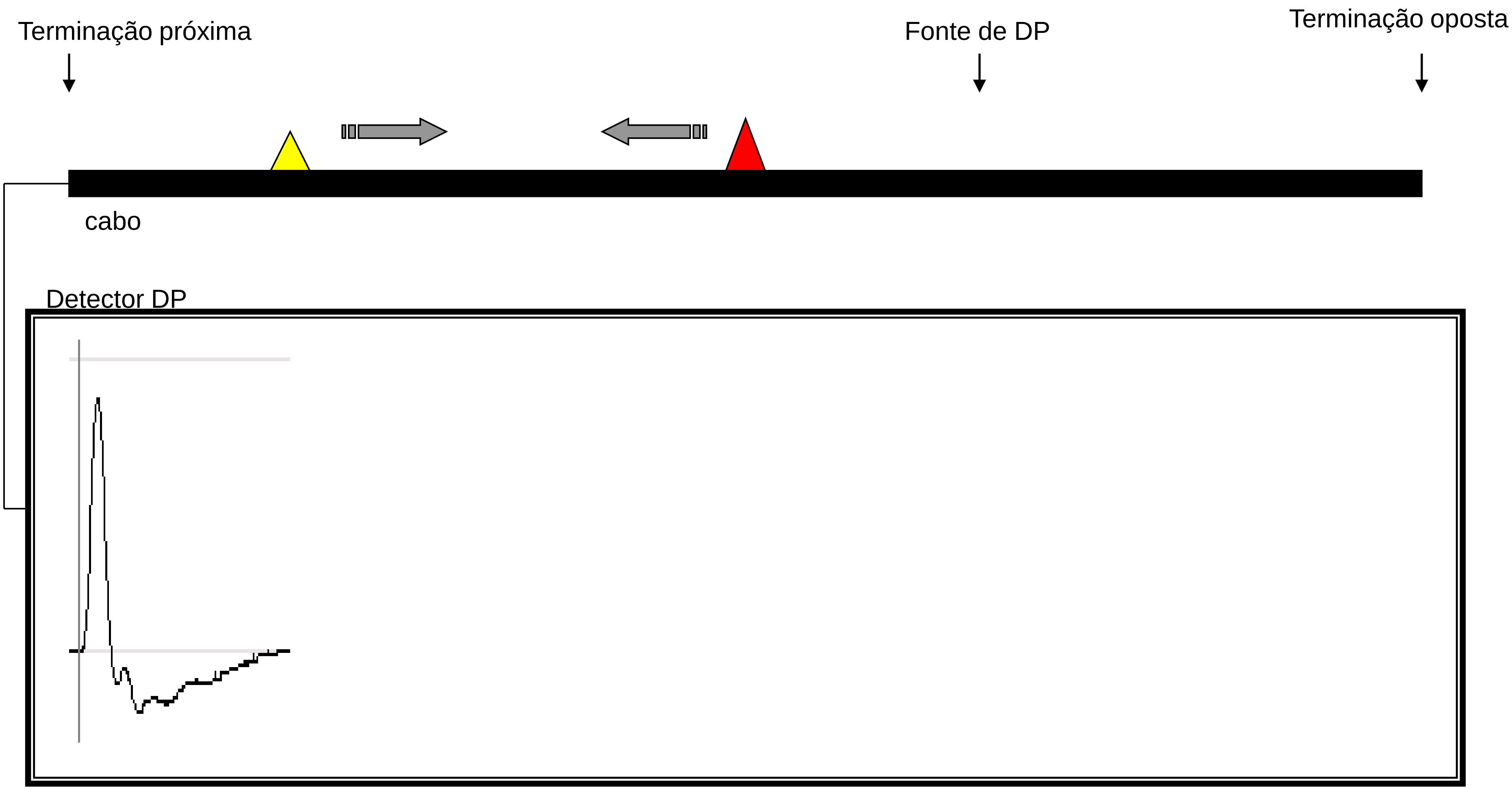
Localização da DP em cabos



Trigger do detector DP e reflexão da terminação próxima

Terminação
Fonte de DP
Terminação oposta
cabo
Detector DP

Localização da DP em cabos



Terminação próxima

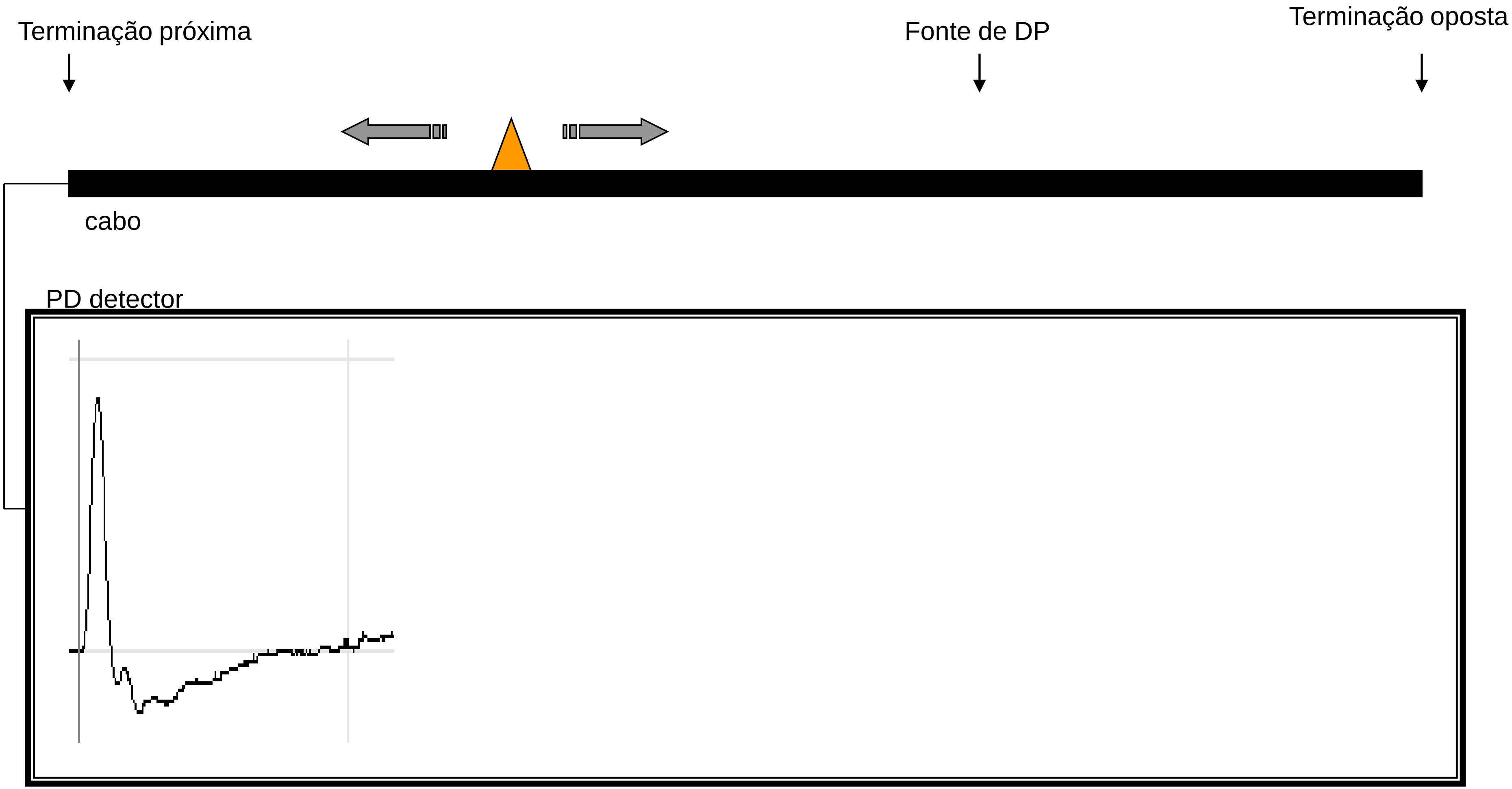
Fonte de DP

Terminação oposta

cabo

Detector DP

Localização da DP em cabos



Terminação próxima

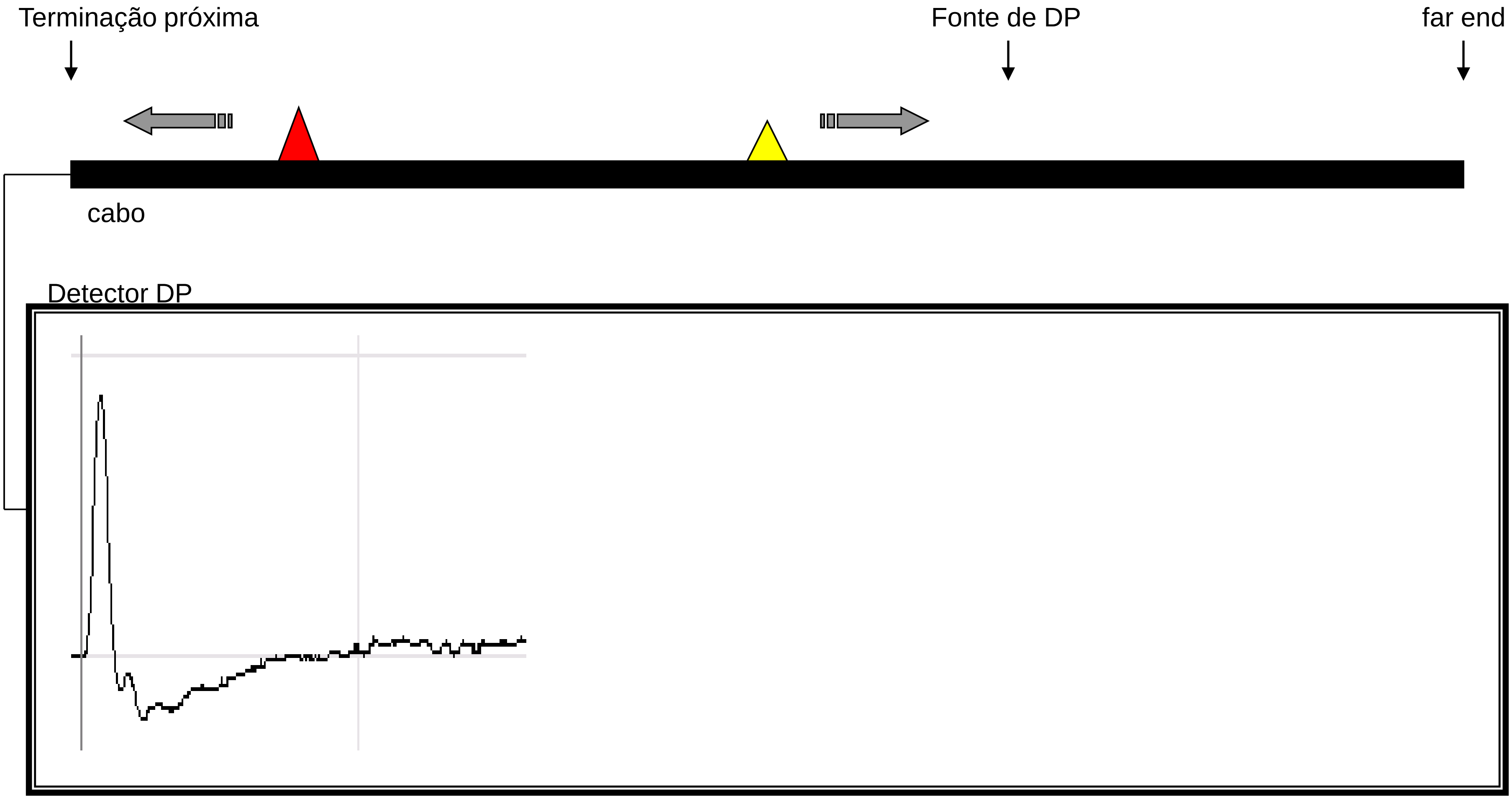
Fonte de DP

Terminação oposta

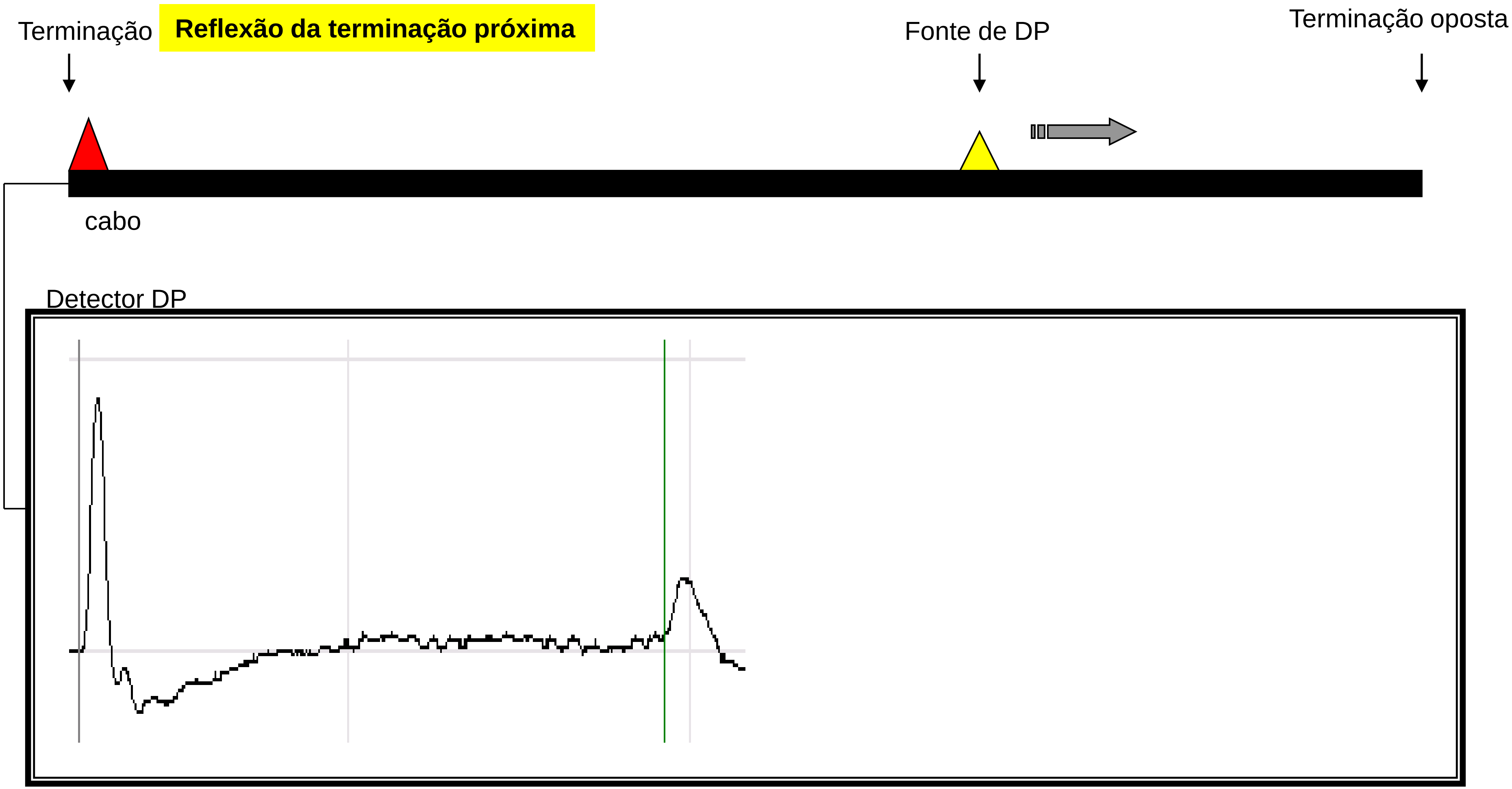
cabo

PD detector

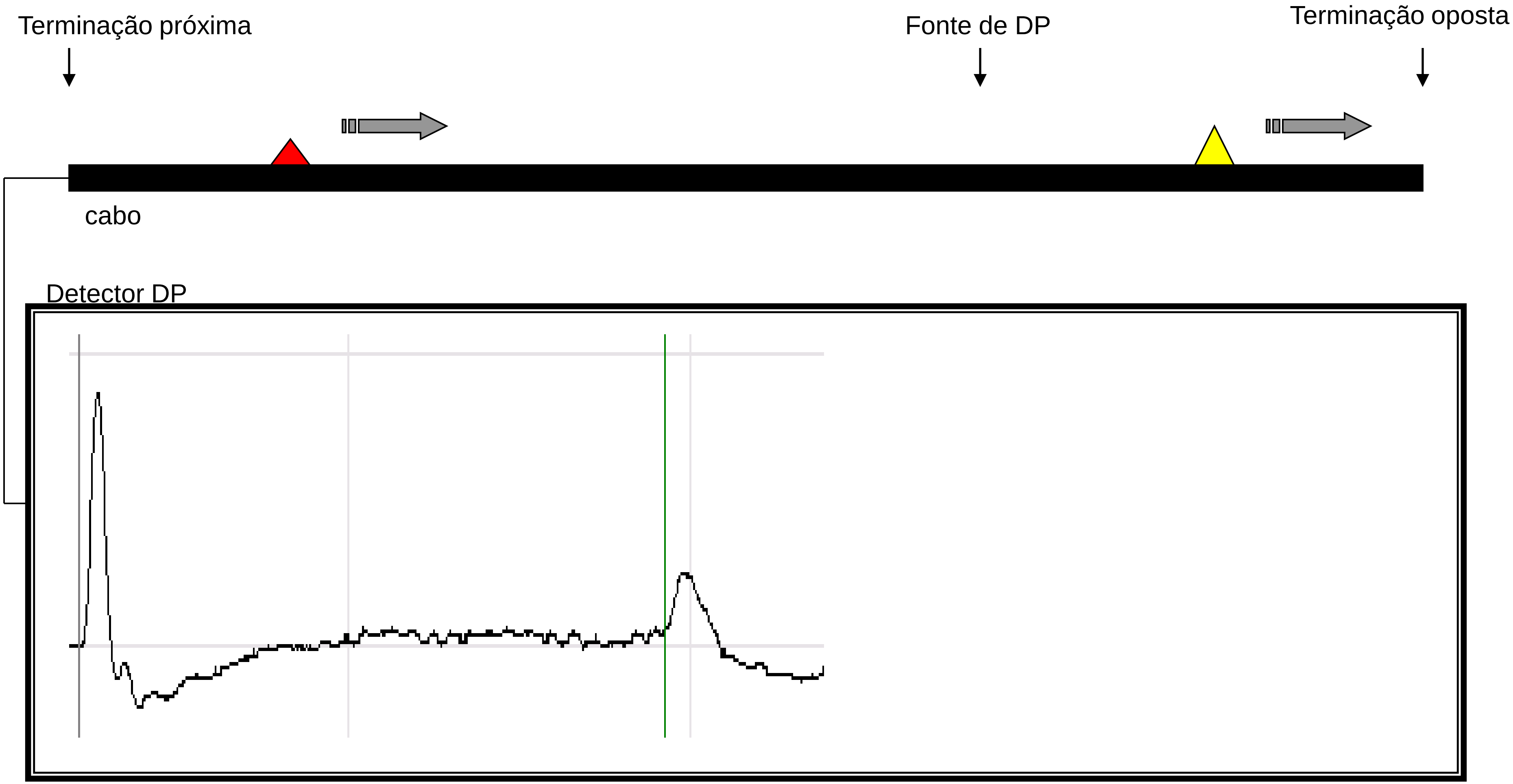
Localização da DP em cabos


Terminação próxima
Fonte de DP
far end
cabo
Detector DP

Localização da DP em cabos


Terminação
Reflexão da terminação próxima
Fonte de DP
Terminação oposta
cabo
Detector DP

Localização da DP em cabos



Terminação próxima

Fonte de DP

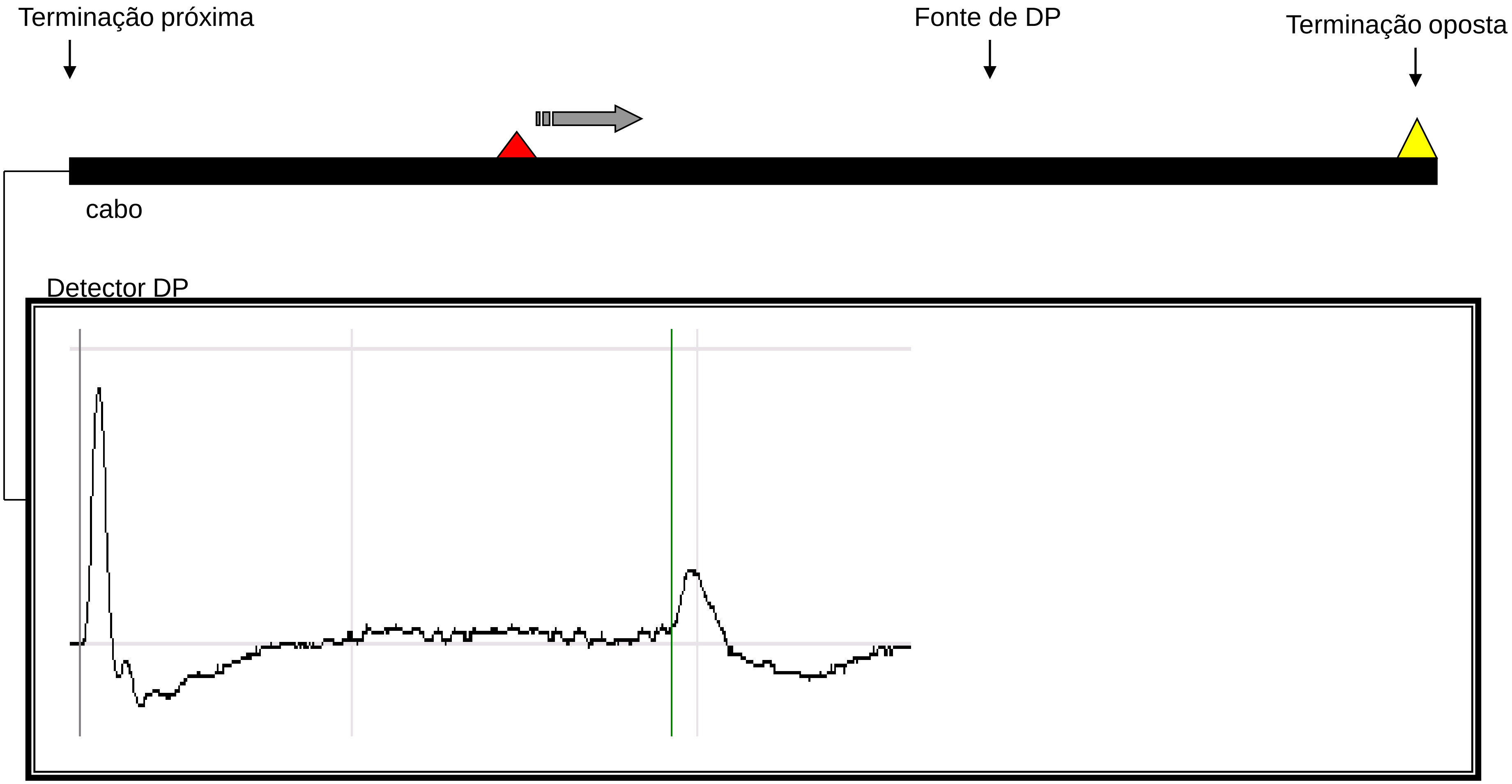
Terminação oposta

cabo

Detector DP

Localização da DP em cabos

Reflexão na terminação oposta



Terminação próxima

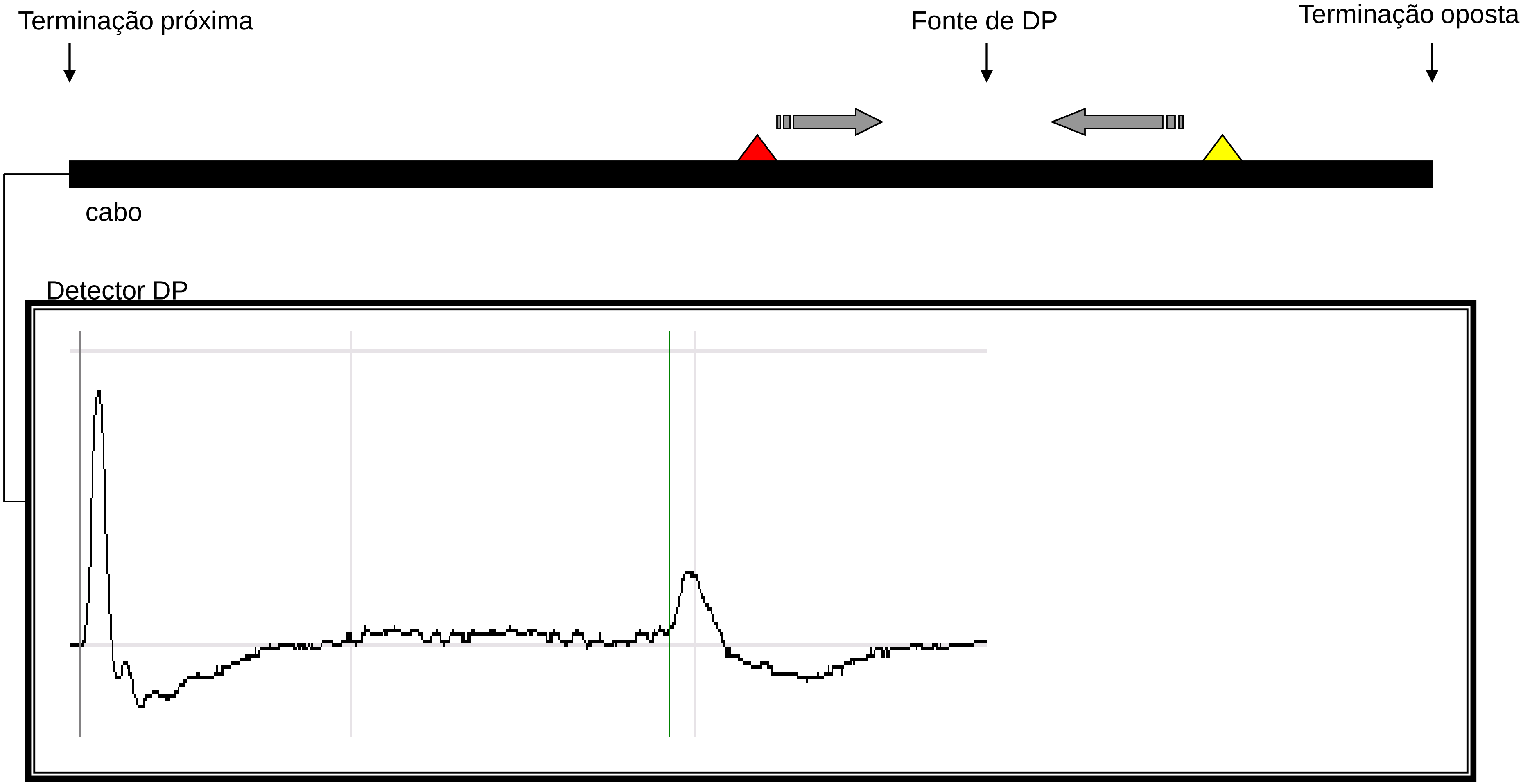
Fonte de DP

Terminação oposta

cabo

Detector DP

Localização da DP em cabos



Terminação próxima

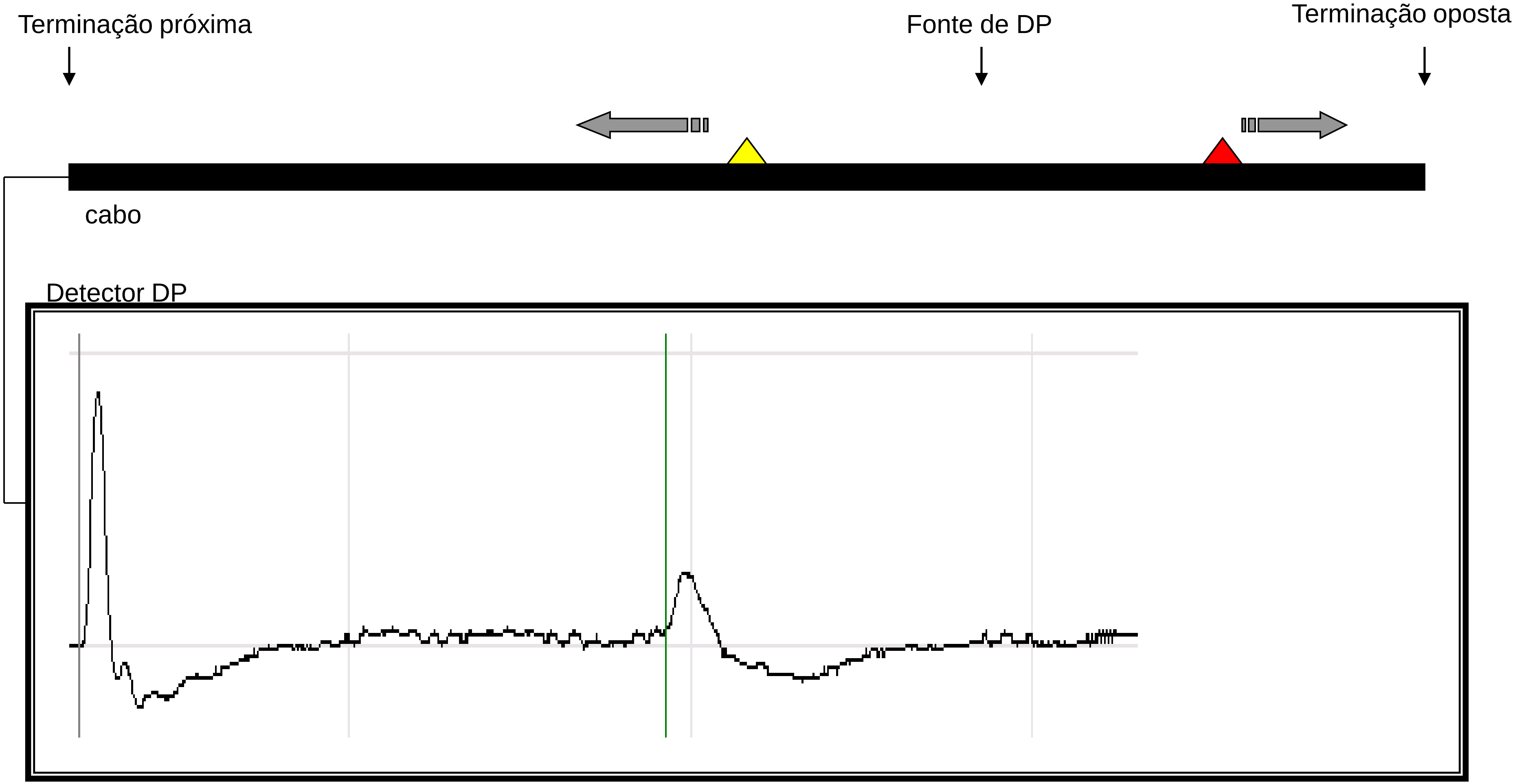
Fonte de DP

Terminação oposta

cabo

Detector DP

Localização da DP em cabos



Terminação próxima

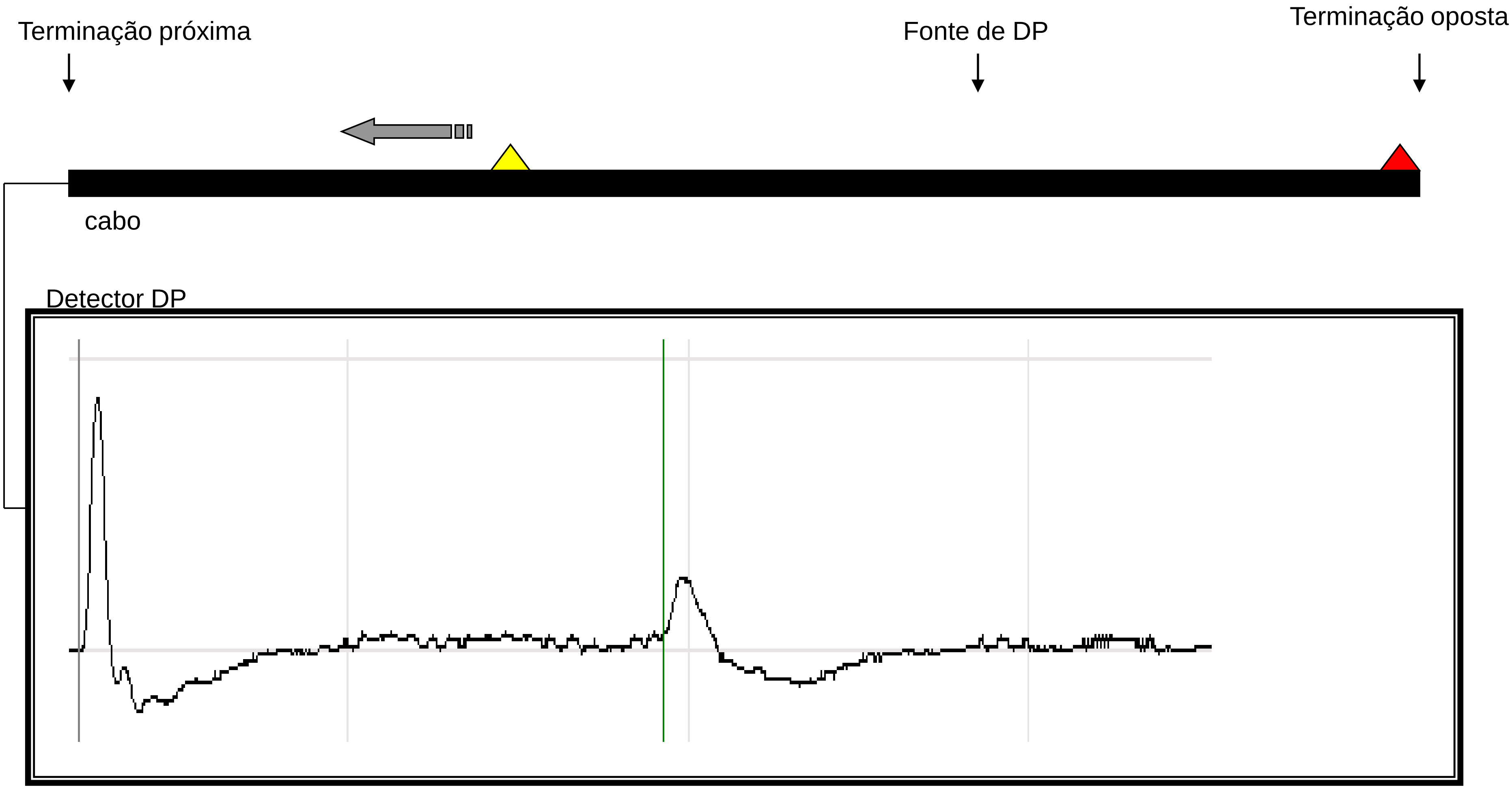
Fonte de DP

Terminação oposta

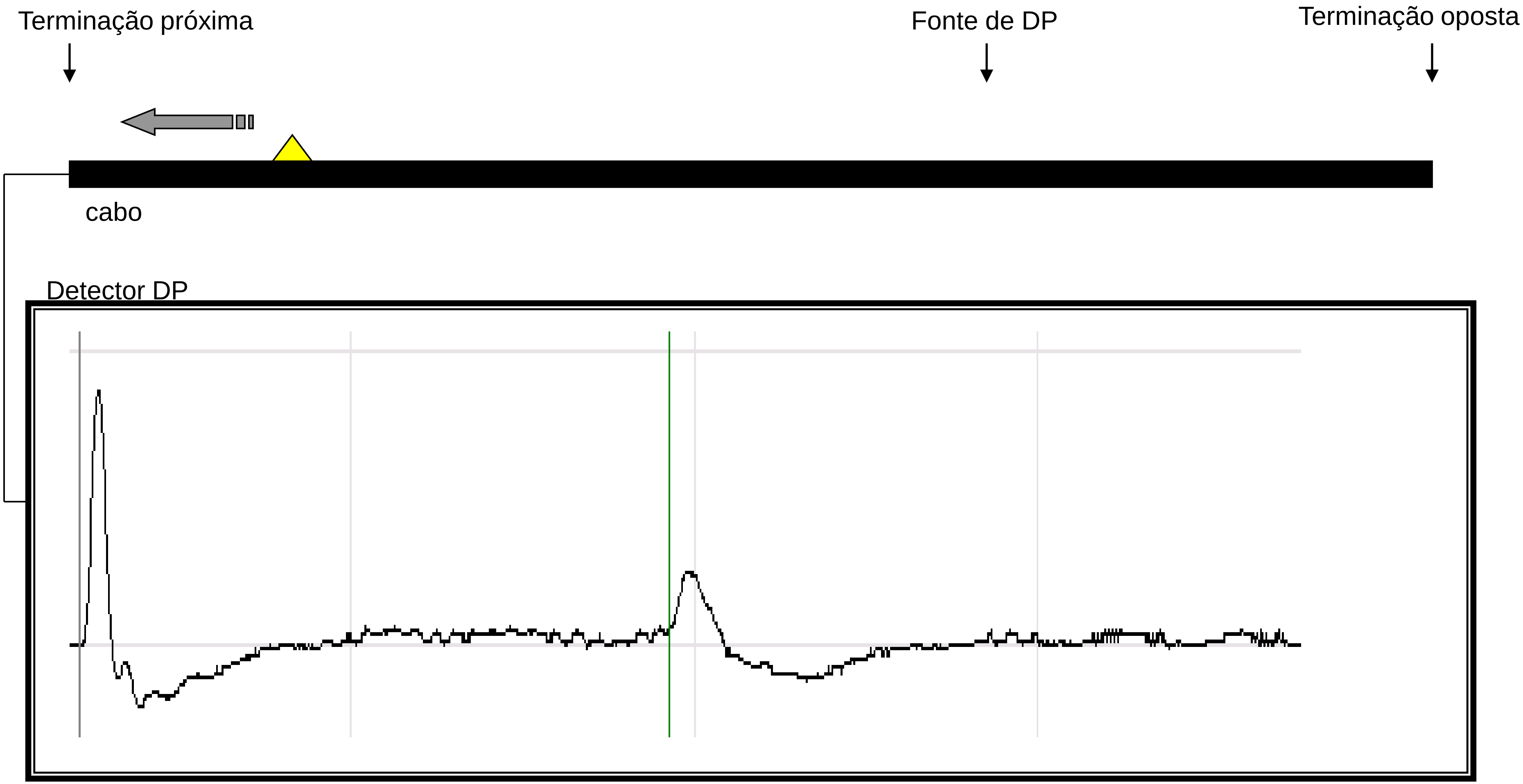
cabo

Detector DP

Localização da DP em cabos


Terminação próxima
Fonte de DP
Terminação oposta
cabo
Detector DP

Localização da DP em cabos



Terminação próxima

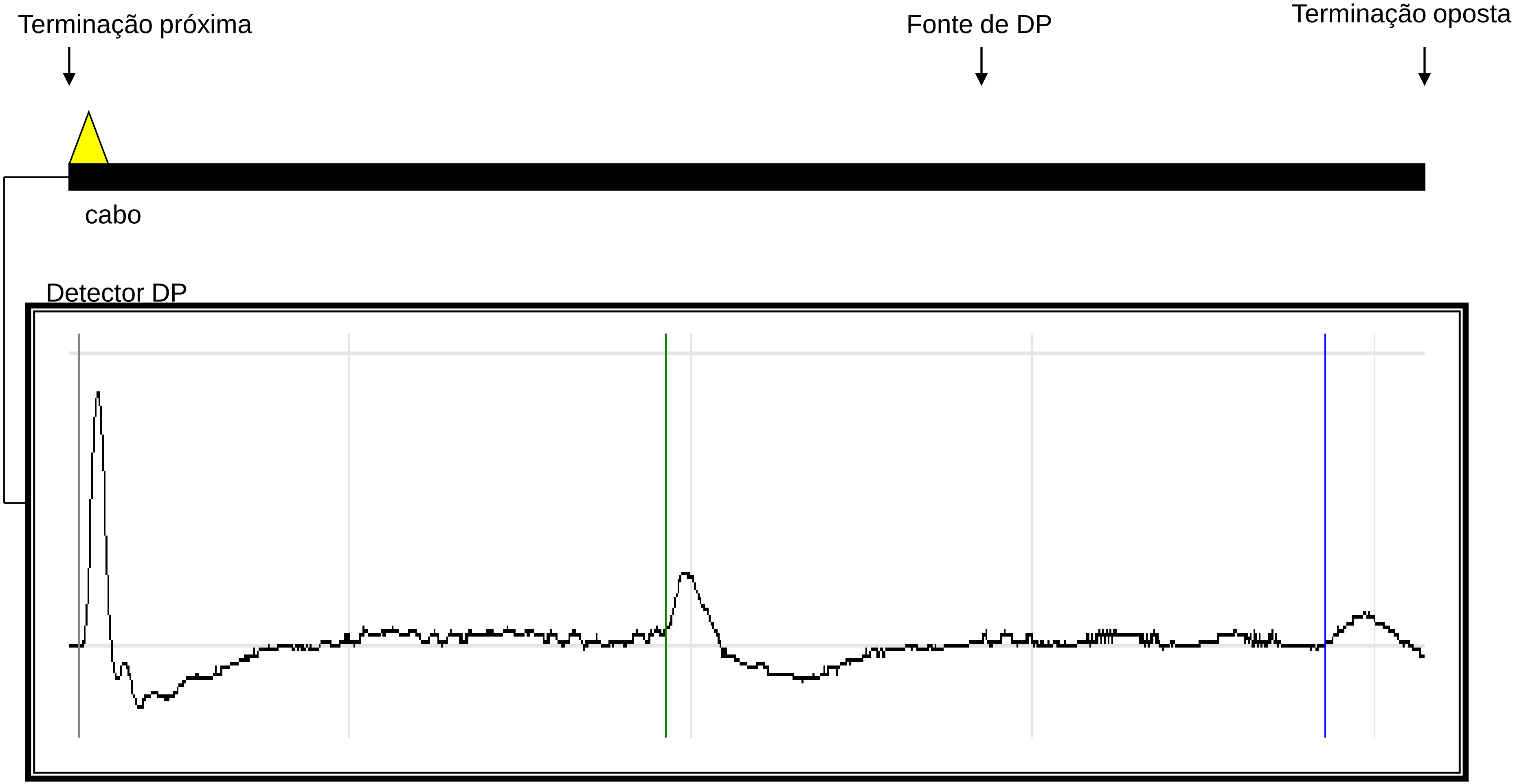
Fonte de DP

Terminação oposta

cabo

Detector DP

Localização da DP em cabos



Terminação próxima

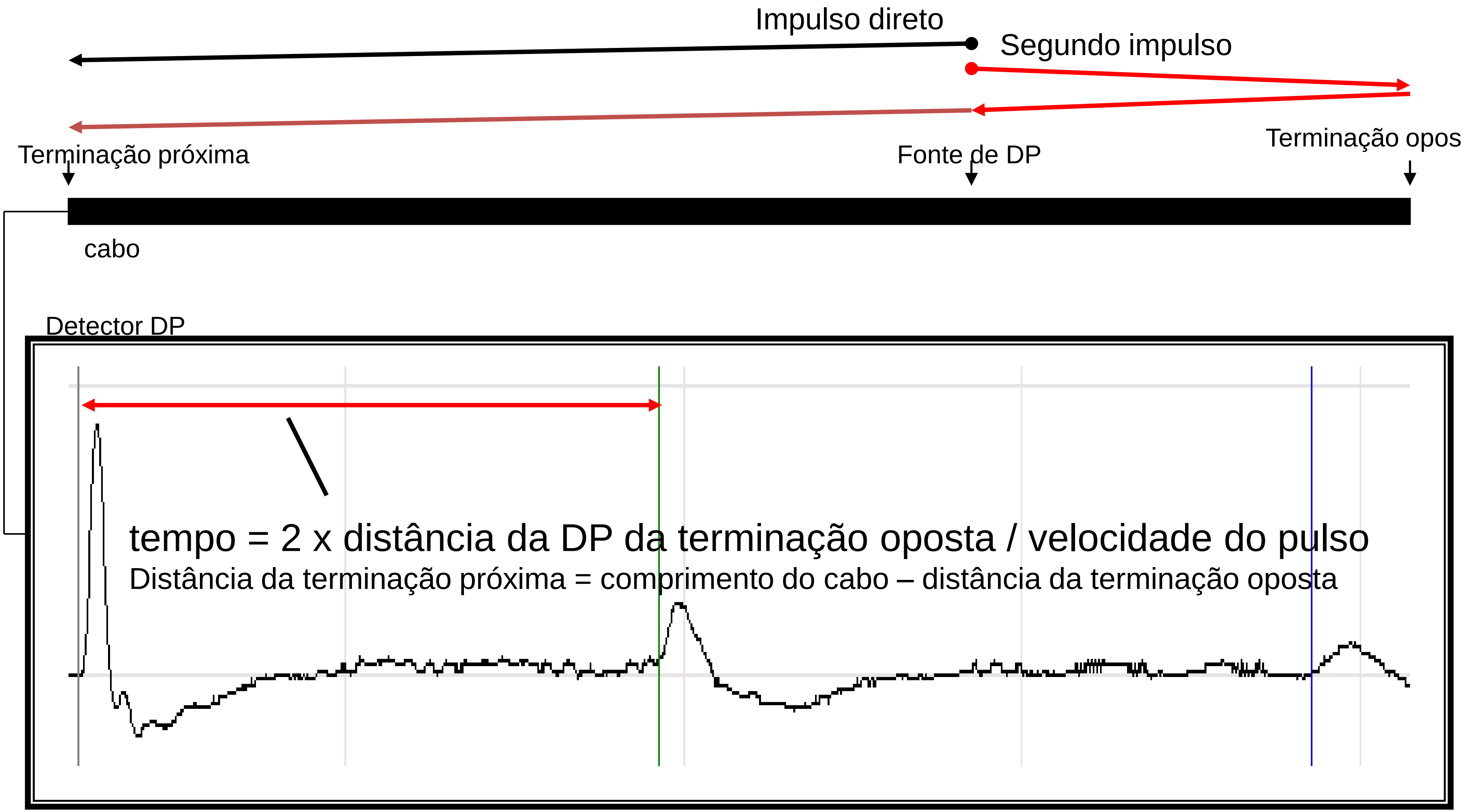
Fonte de DP

Terminação oposta

cabo

Detector DP

Localização da DP em cabos



Impulso direto

Segundo impulso

Terminação próxima

Fonte de DP

Terminação oposta

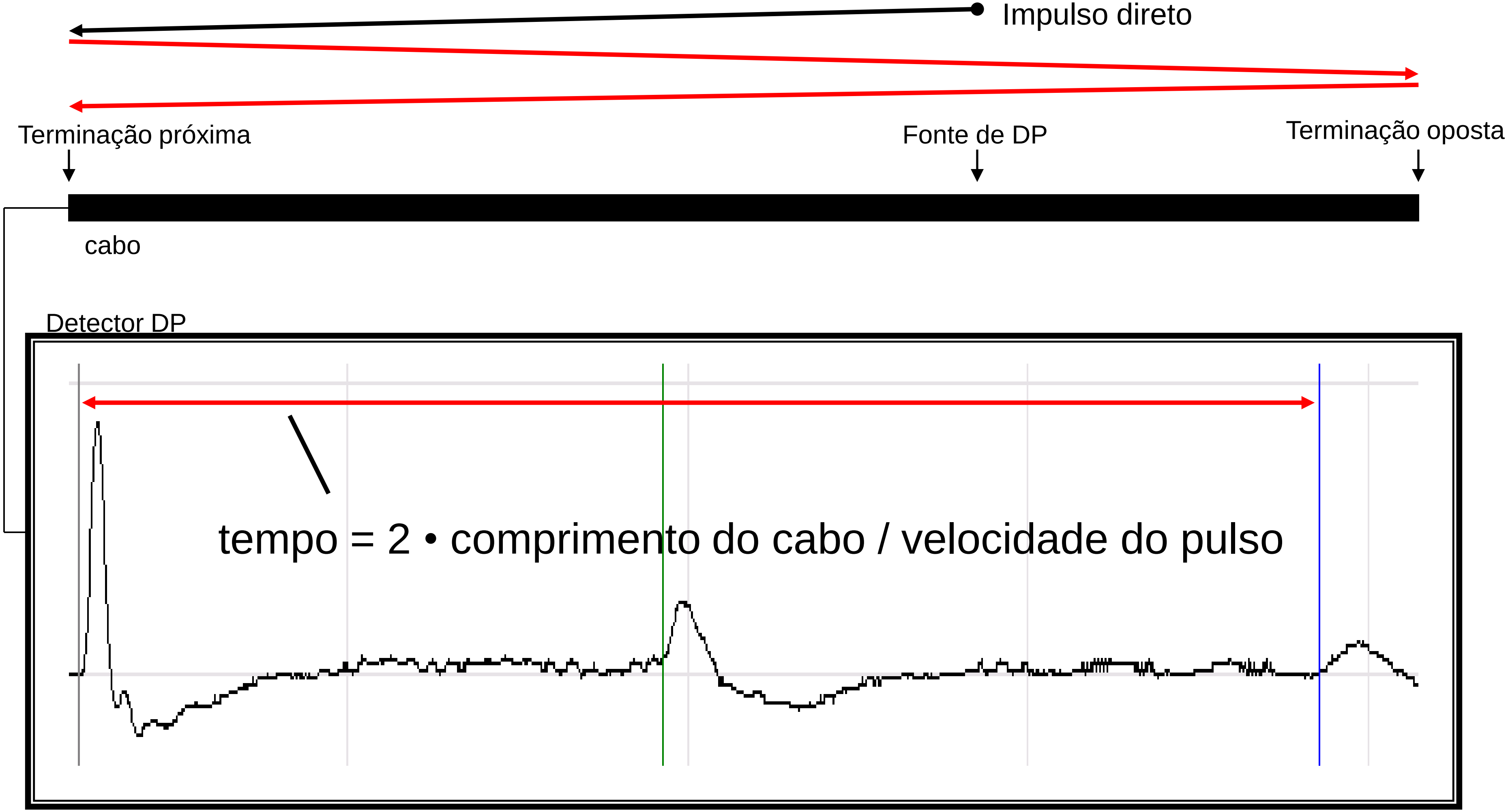
cabo

Detector DP

tempo = 2 x distância da DP da terminação oposta / velocidade do pulso

Distância da terminação próxima = comprimento do cabo – distância da terminação oposta

Localização da DP em cabos



Impulso direto

Terminação próxima

Fonte de DP

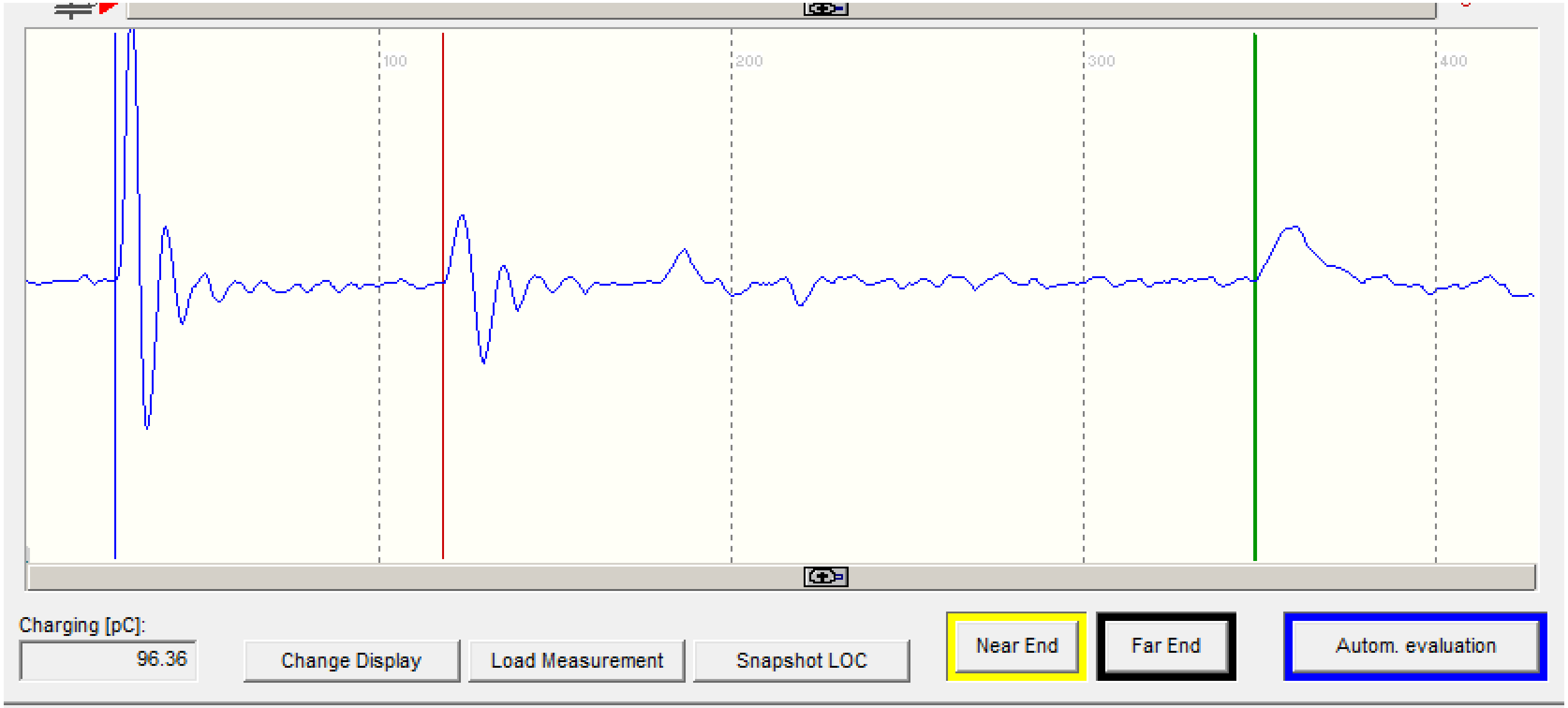
Terminação oposta

cabo

Detector DP

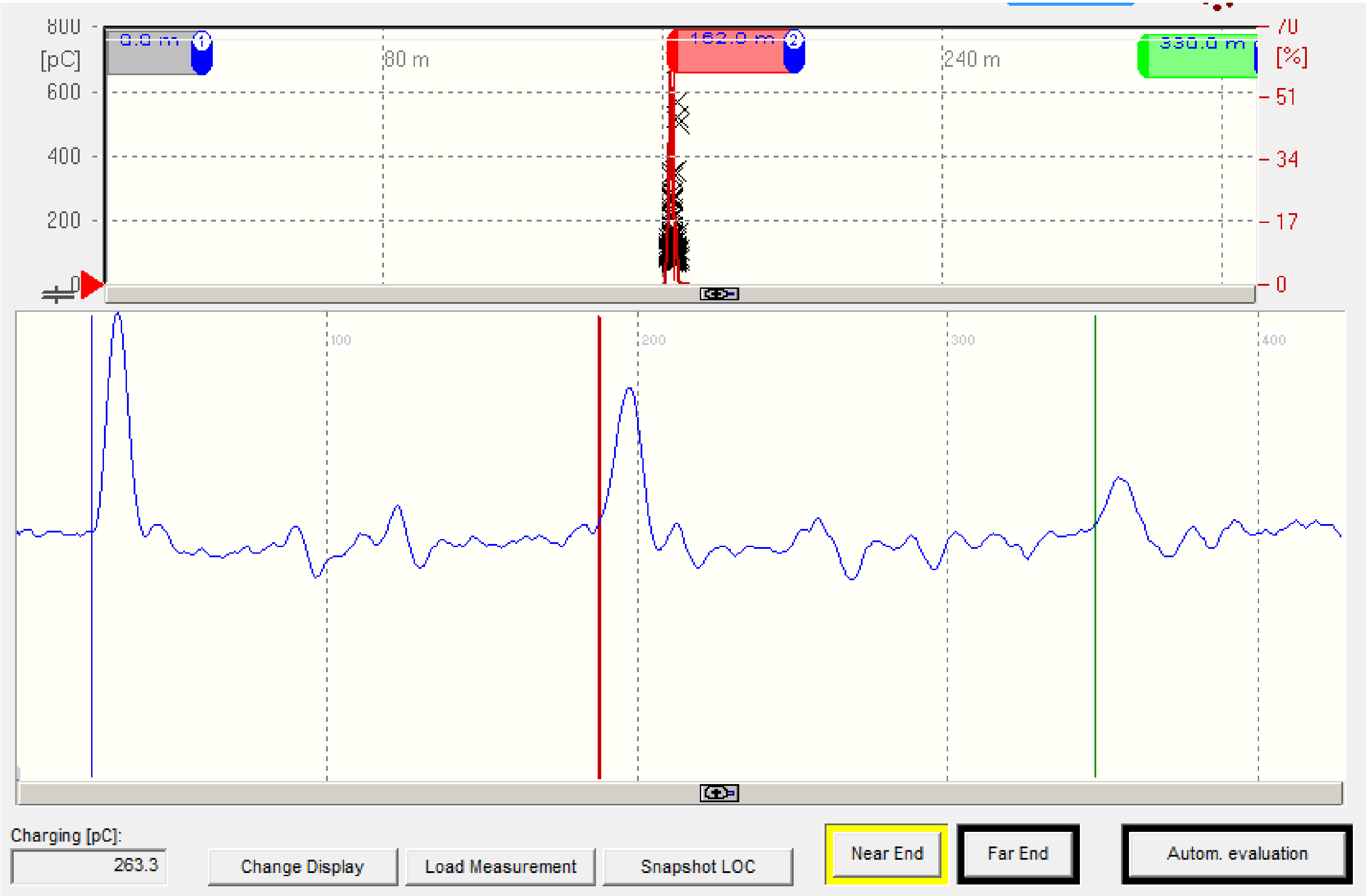
tempo = 2 • comprimento do cabo / velocidade do pulso

Gráfico de calibração


100
200
300
400
Change Display
Load Measurement
Snapshot LOC
Near End
Far End
Autom. evaluation

Charging [pC]: 96.36

Gráfico de localização de DP


800
[pC]
600
400
200
0
0.0 m
1
80 m
162.0 m
2
240 m
330.0 m
70
[%]
51
34
17
0
100
200
300
400
Change Display
Load Measurement
Snapshot LOC
Near End
Far End
Autom. evaluation

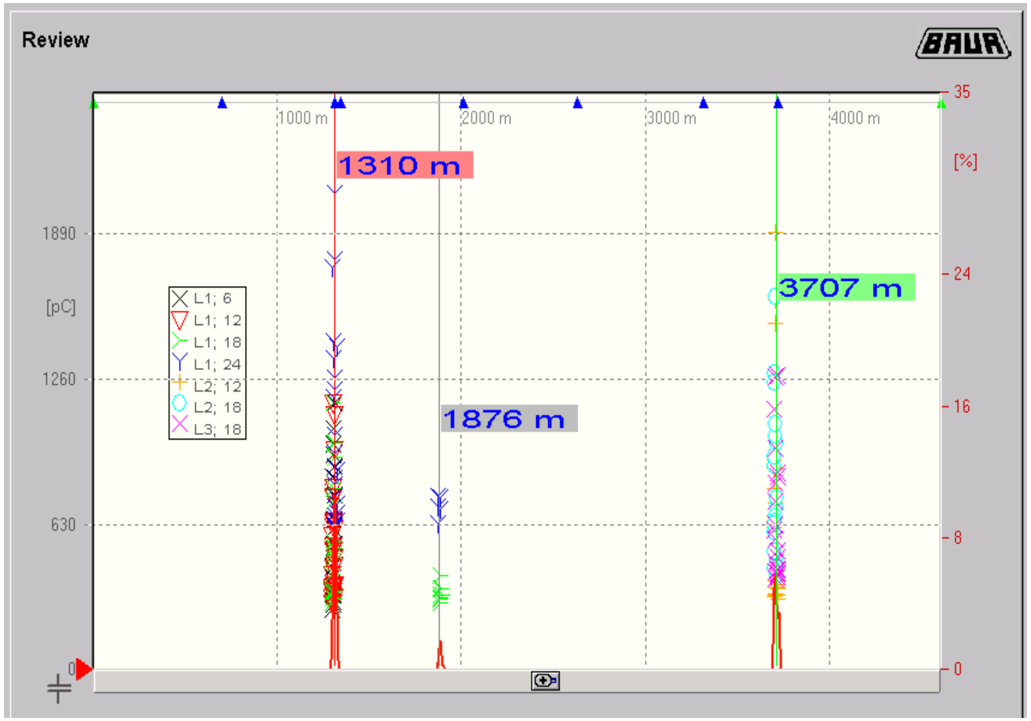
Charging [pC]: 263.3

O que é…
Diagnóstico por descargas parciais(DP)?

PD
Localization of singular source of discharges

O diagnóstico por descargas parciais permite:

- Avalização rápida e confiável da intensidade da DP e localização de fontes DP
- Reconhecimento de pontos fracos e redução de danos
- Clara ilustração gráfica para os usuários através de todo o comprimento do cabo

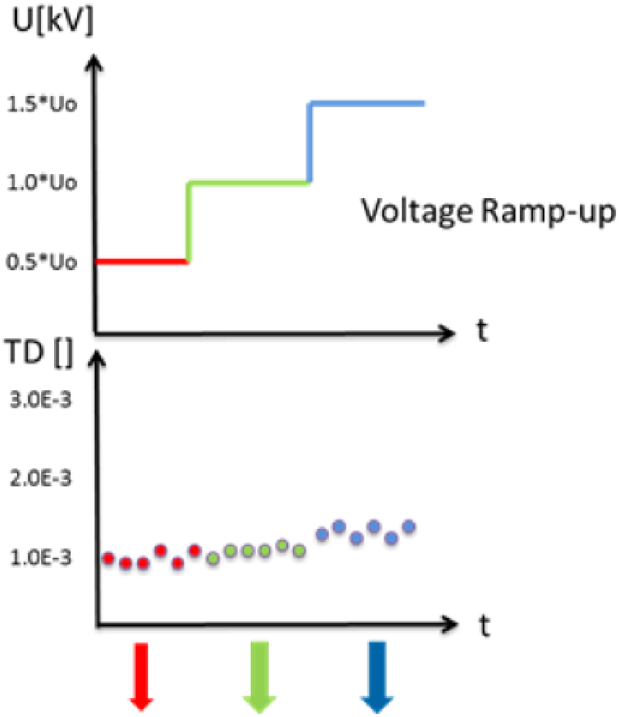


Diagnóstico completo

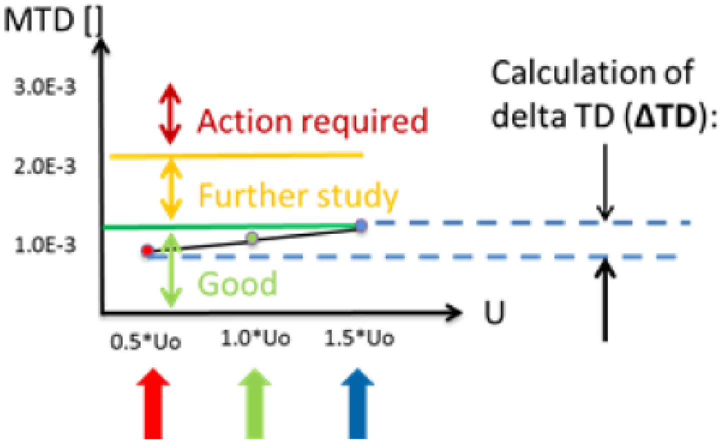
MWT

Monitored Whitstand Test

1° Estágio



Avaliação contínua de 3 critérios (MTD,SDTD, ΔTD) em tensões pre-definidas



6 – 10 medições de tan delta:

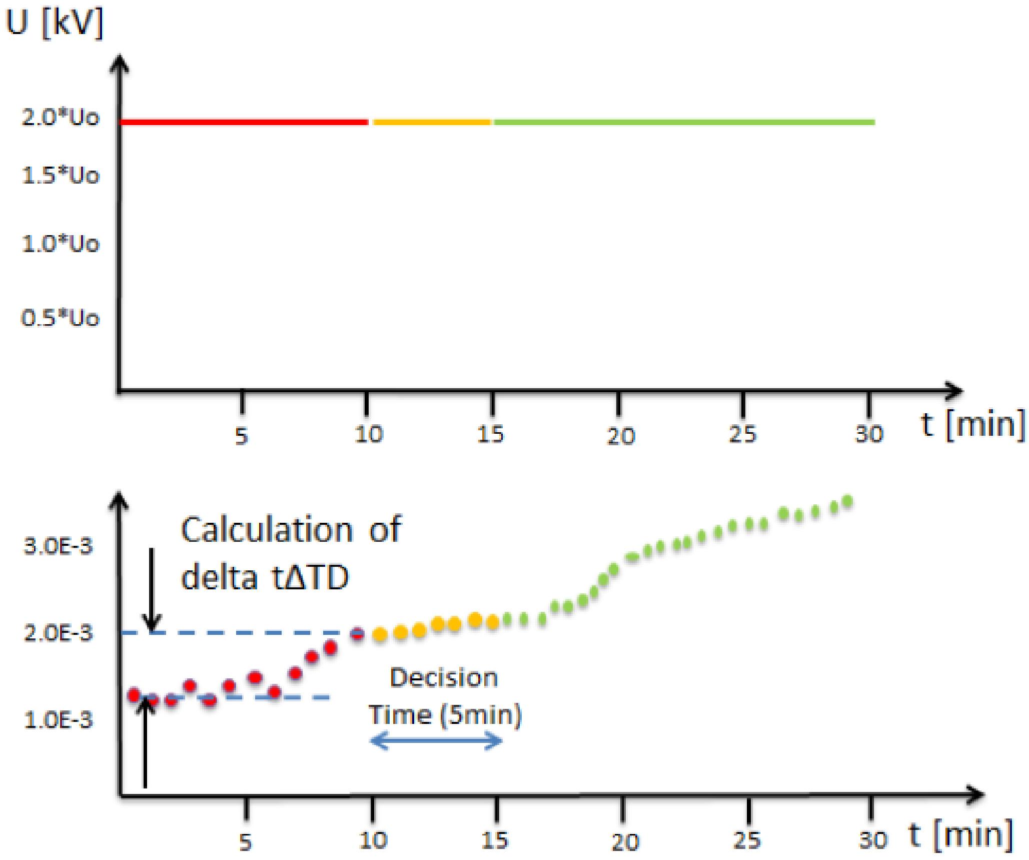
- Cálculo de valor médio (MTD) e gráfico MTD x Tensão aplicada
- Cálculo do desvio padrão (SDTD)

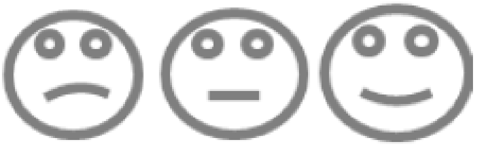
Diagnóstico completo

2° Estágio

0 – 10 Min
Avaliação contínua
De MTD e SDTD

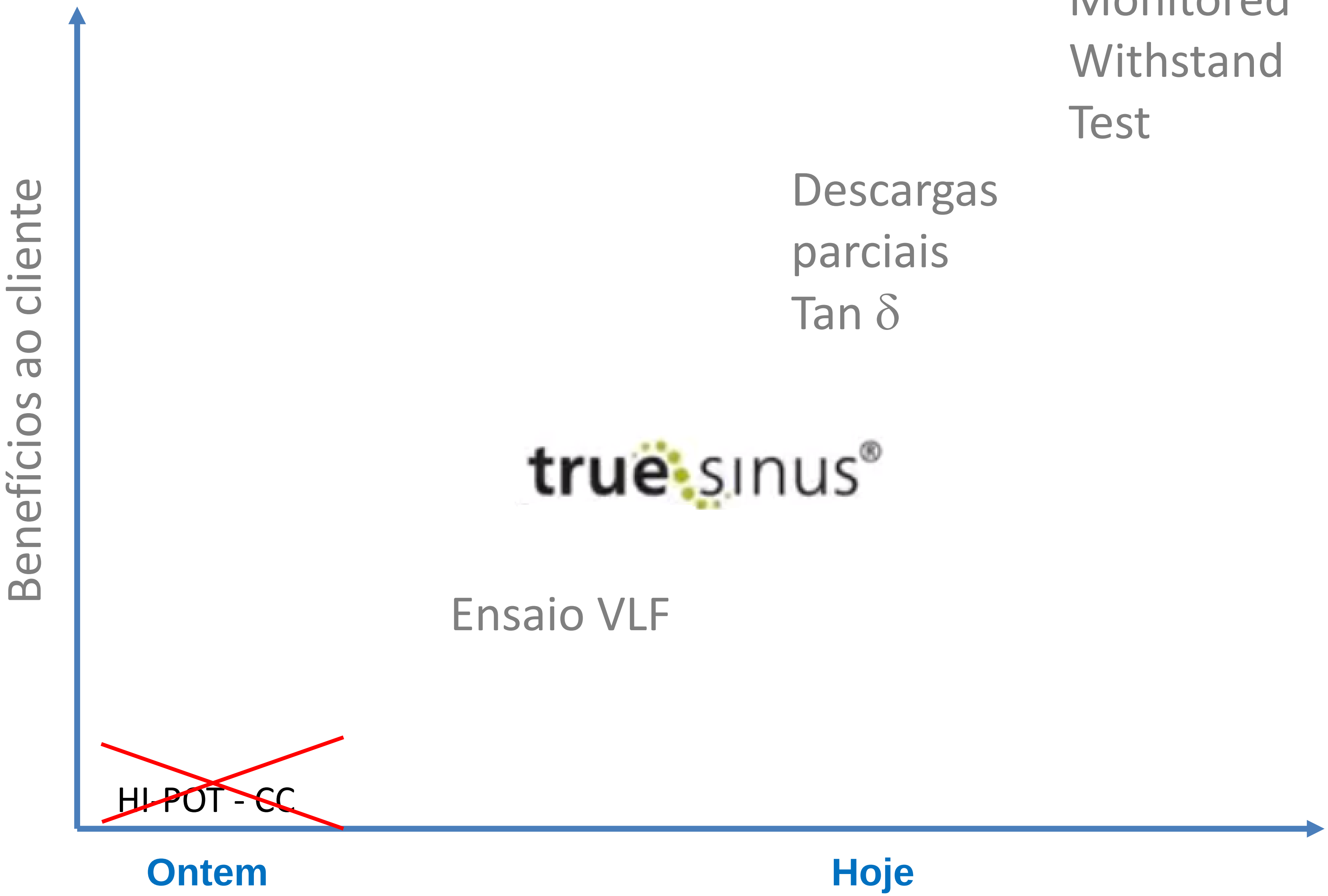
Depois 10 Min:
Novo critério:tΔTD





POWER engenharia

Métodos de Medição



smart✓testing

Monitored
Withstand
Test

Descargas
parciais
Tan δ

truesinus®

Ensaio VLF

~~HI-POT - CC~~

Benefícios ao cliente
Ontem
Hoje

Localização de falha

O que fazer em caso de falha?

POW
71 3252-5252

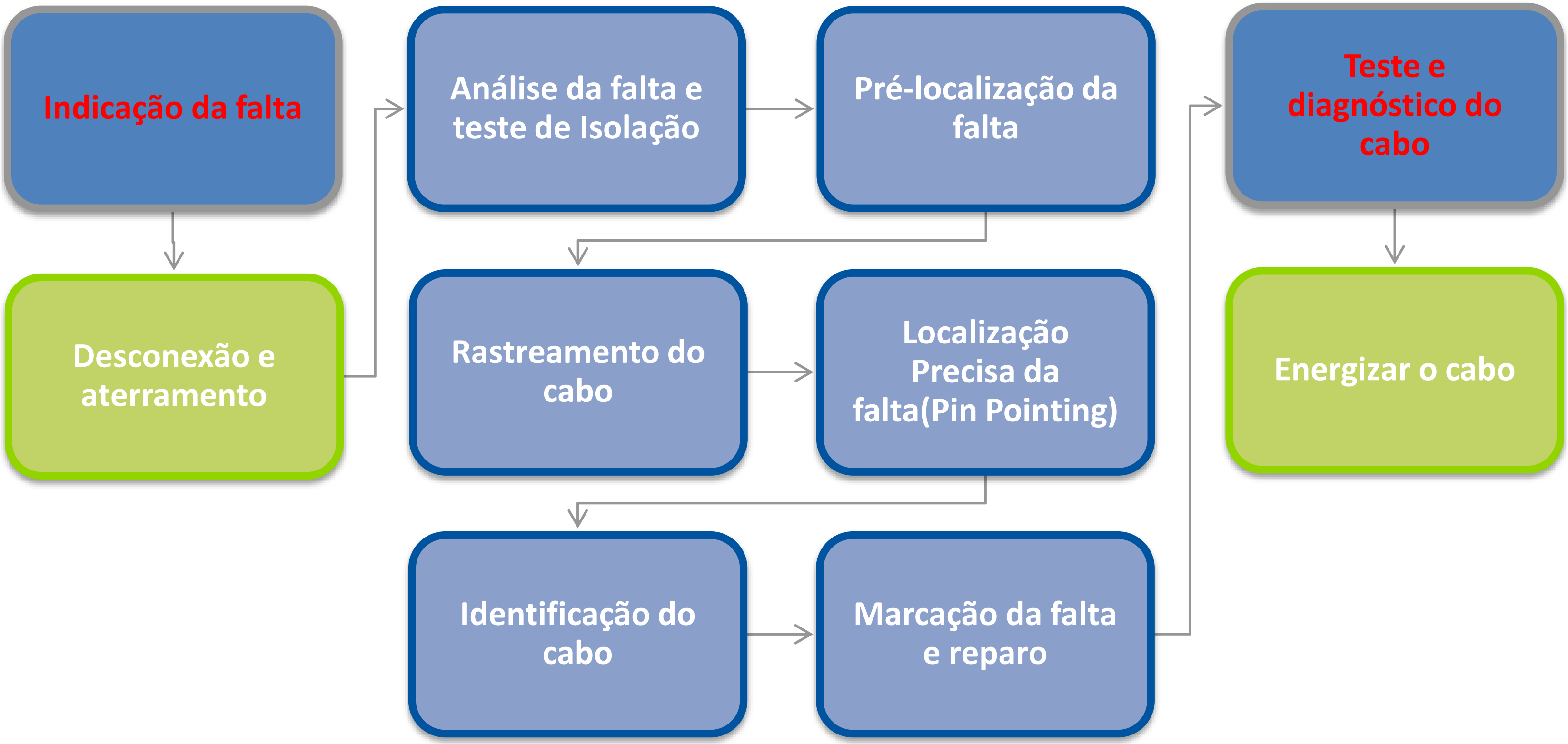
Localização de falha

Dois tipos de falha

Na isolação do cabo

Na capa do cabo

Localização de falha



Indicação da falta
Desconexão e aterramento
Análise da falta e teste de Isolação
Pré-localização da falta
Rastreamento do cabo
Localização Precisa da falta(Pin Pointing)
Identificação do cabo
Marcação da falta e reparo
Teste e diagnóstico do cabo
Energizar o cabo

🟦 = sub processos

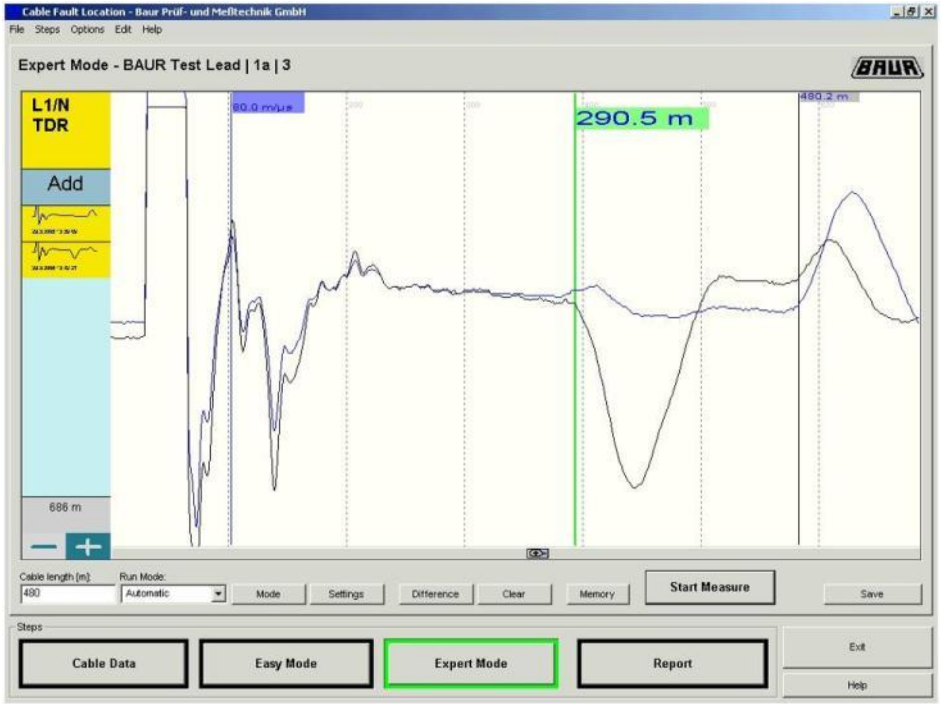
🟩 = Procedimentos de seguranças

▣ = processos para a localização de faltas

Localização de falha

3º passo Pré-localização da falta

Método da reflexão de pulso(TDR), método da comparação


Cable Fault Location - Baur Prüf- und Meßtechnik GmbH
File Steps Options Edit Help
BAUR
L1/N
TDR
Add
686 m
80.0 m/µs
290.5 m
480.2 m
Mode
Settings
Difference
Clear
Memory
Start Measure
Save
Steps
Cable Data
Easy Mode
Expert Mode
Report
Exit
Help

Expert Mode - BAUR Test Lead | 1a | 3

Cable length [m]: 480

Run Mode: Automatic

Descrição:

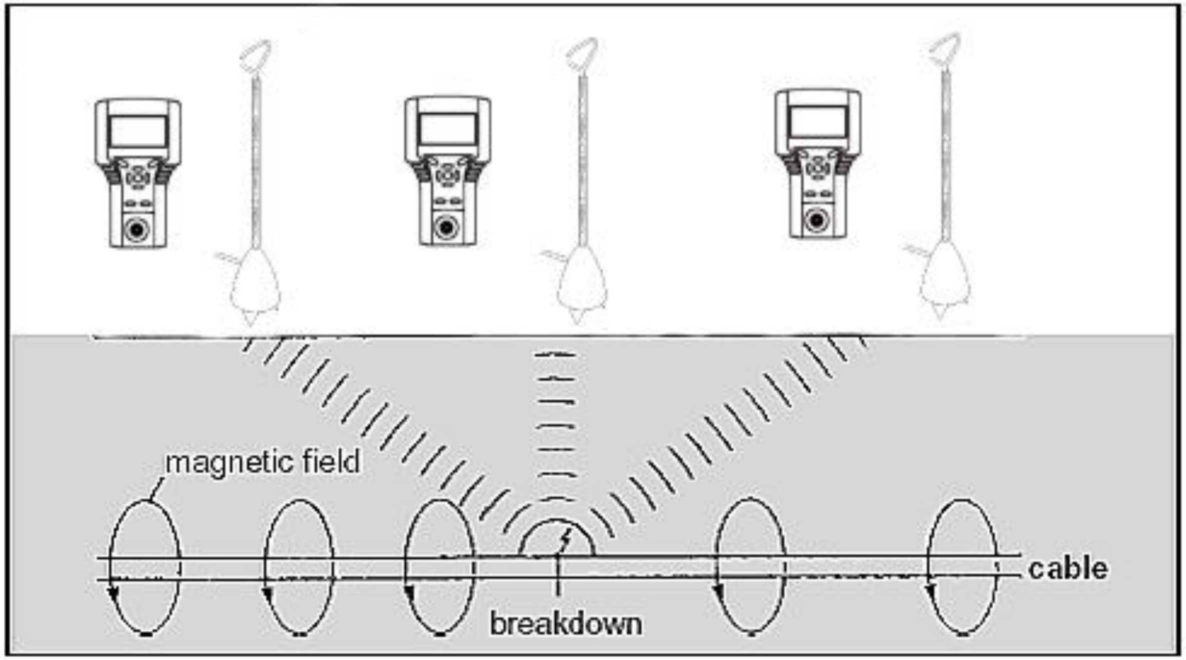
1. Reflexão positiva no final do cabo, condutor sadio
2. Reflexão negativa no ponto da falta (curto circuito) **condutor com falta**

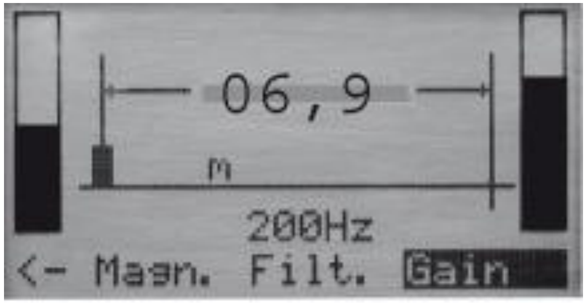
Localização de falha

5º passo Localização Precisa da falta(Pin Pointing)

Localização acústica da falta

Medição do tempo de propagação:
- magnetico +
- acustico


magnetic field
cable
breakdown


06,9
m
200Hz
<- Magn. Filt. Gain

Nível magnético
+ nível acústico
⇒ tempo de propagação
⇒ Indicação métrica

Localização de falha

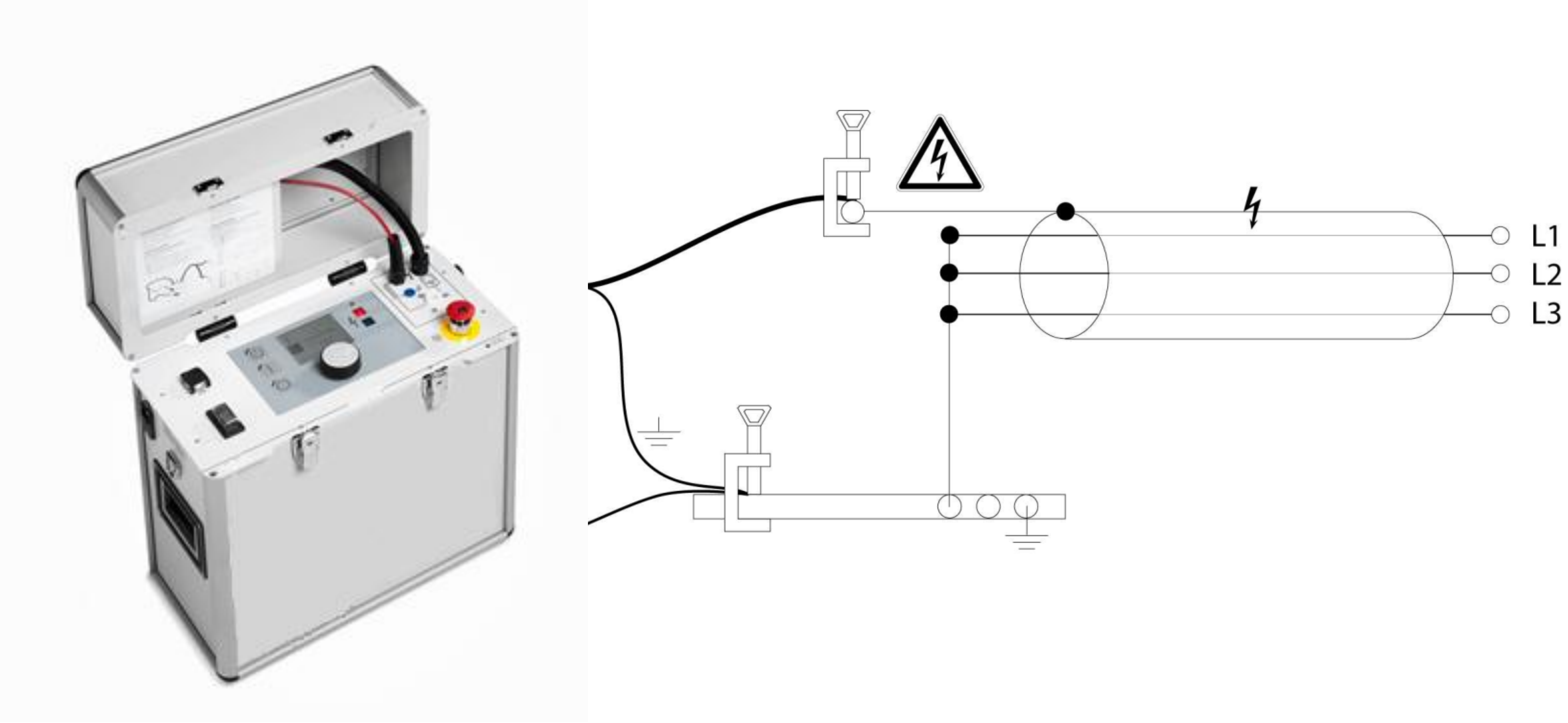
Ensaio da capa de cabo e localização

1. Ensaio de isolação
2. Pré-localização da falha
3. Localização acústica e magnética

Localização de falha

Ensaio da capa do cabo

- De acordo com norma internacional IEC 60229 TC 20/865/CDV
- Até 10 kV
- Conexão independente



Localização de falha

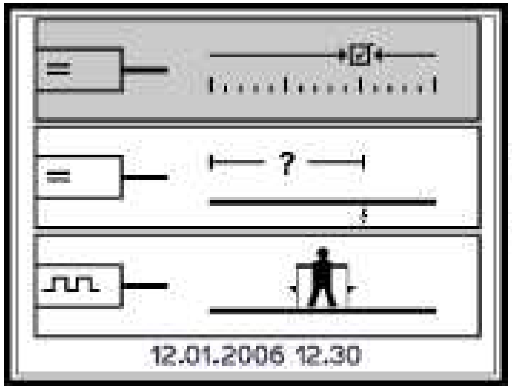
Porque ensaio da capa?

- Detecção ou prevenção as falhas da -capa com curto para terra

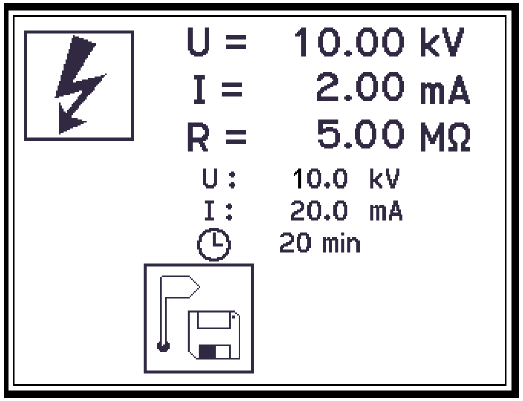
- Prevenção contra envelhecimento / Arboramento da isolação

- Garantir confiabilidade da rede

- Conformidade com IEC 60229



12.01.2006 12.30



U = 10.00 kV
I = 2.00 mA
R = 5.00 MΩ
U : 10.0 kV
I : 20.0 mA
20 min

Final

Dúvidas ?

www.powerengenharia.com.br
comercial@powerengenharia.com.br

Rua Gal Costa, 60 - Itinga | Lauro de Freitas - BA
42.700-973 - Tel.: 71 3252-5252