



Webinar

Proteção de Linhas no Domínio do Tempo

Camila Oliveira
camila_oliveira@selinc.com



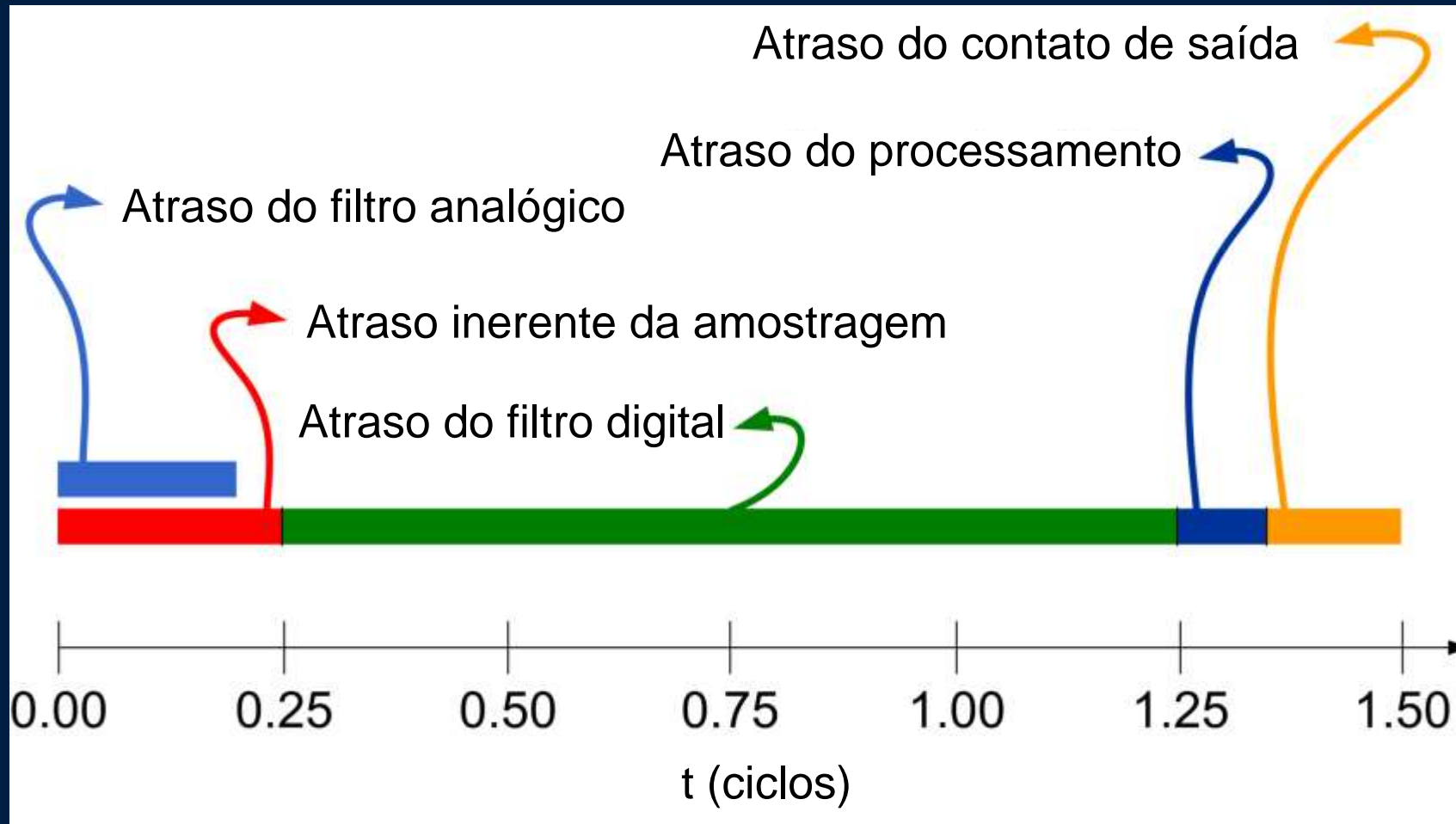
Resumo

- Motivação
- Proteção
 - Grandezas Incrementais
 - TD32
 - TD21
 - Ondas Viajantes
 - TW32
 - TW87
- Ajustes
- Localização de Faltas

Relés Atuais

- Relés de proteção atuais:
 - 1 ciclo – 1,5 ciclos
- Interrupção de corrente no disjuntor:
 - 1,5 ciclo – 3 ciclos

Relés Atuais



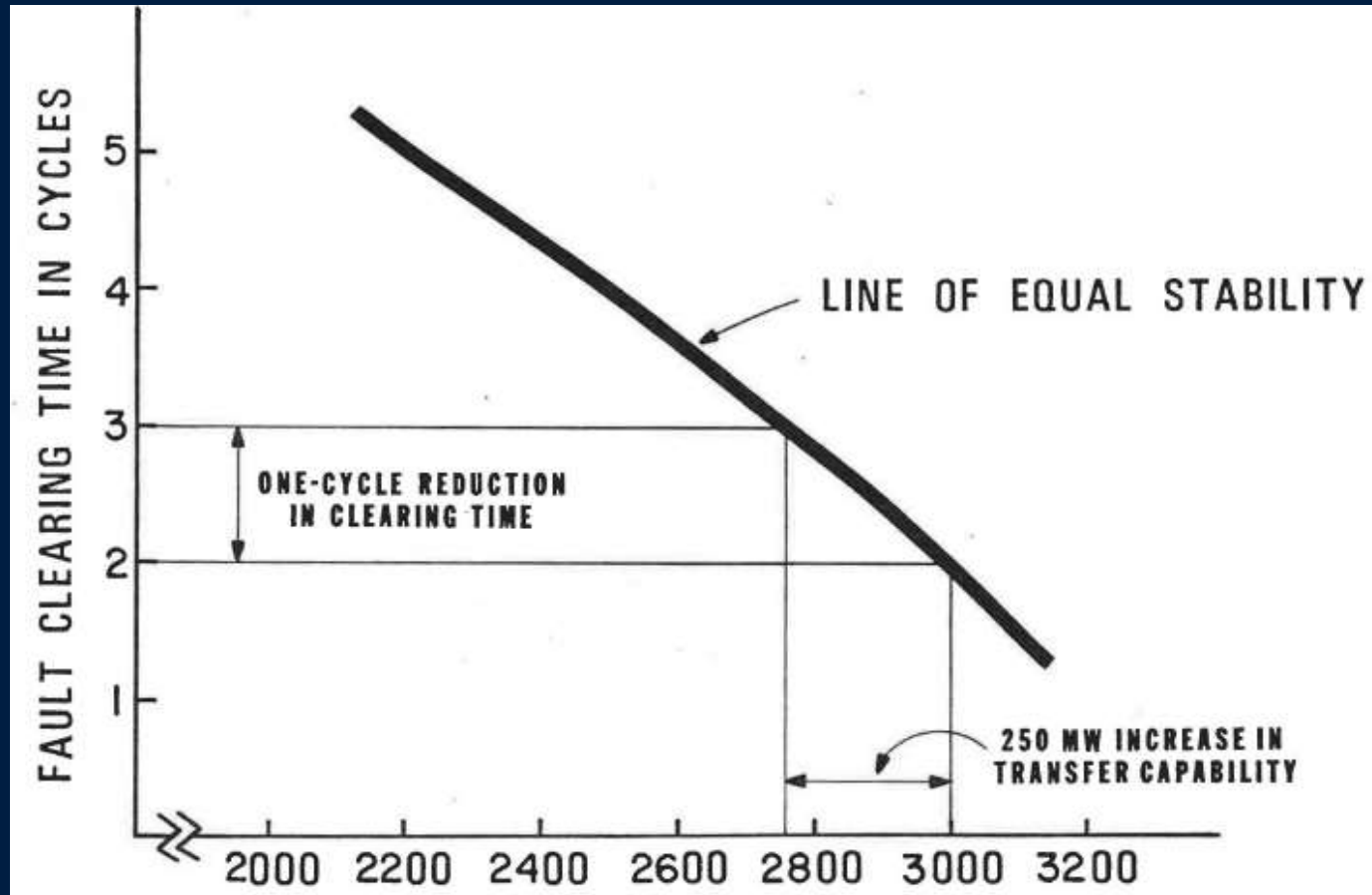
- Filtro Digital: formação de fasores

O Que Representa 1 ms?

- Cada milissegundo economizado significa mais potência transferida
 - Redução de 1 ciclo = aumento de potência transferida em 250 MW

O Que Representa 1 ms?

- Estudo segundo a concessionária BPA



Fazendo a Energia Mais Segura, Mais Confiável e Mais Econômica



Redução do Tempo de Atuação

Trips Rápidos

Menores danos

Melhor qualidade de energia

Melhora na estabilidade

Melhora na segurança humana

Melhor uso dos ativos

SEL-T400L



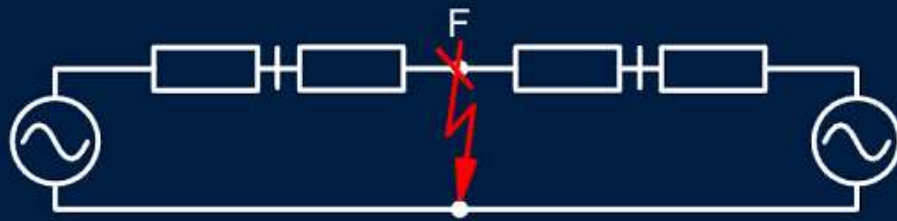
SEL-T400L

- Funções de proteção no domínio do tempo
- Aceleração da atuação da proteção
- Taxa de amostragem em 1 MHz e resolução de 18 bits
- Localização de faltas por ondas viajantes
- Bloqueio de religamento
- Protocolo Mirrored Bits

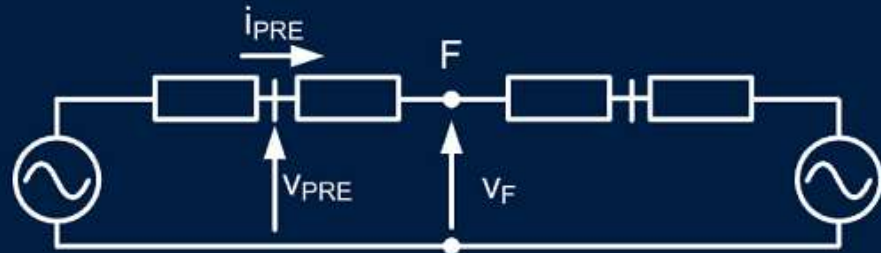
Elementos de Proteção

- Elementos baseados em grandezas incrementais
 - Elemento direcional (para comparação direcional) 2 ms
 - Elemento de distância de subalcance (zona 1) 4 ms
- Elementos baseados em ondas viajantes
 - Elemento direcional (para comparação direcional) < 1 ms
 - Elemento diferencial de linhas 1 ms

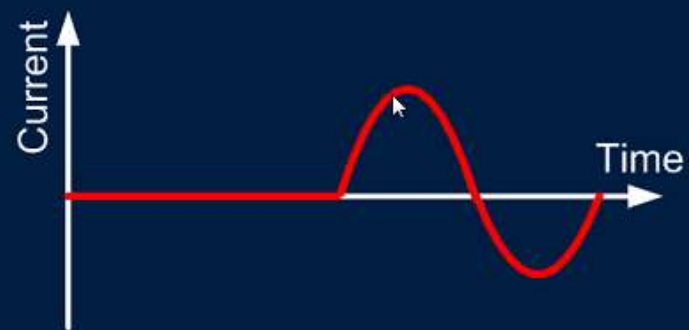
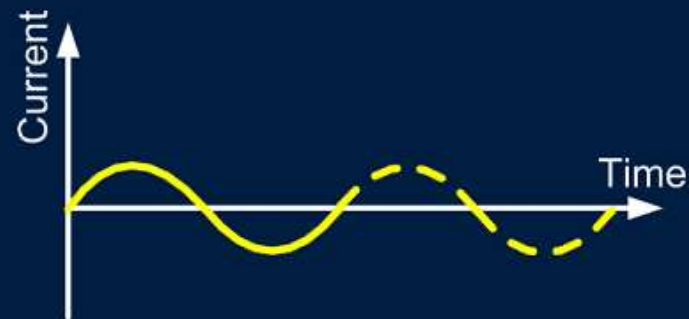
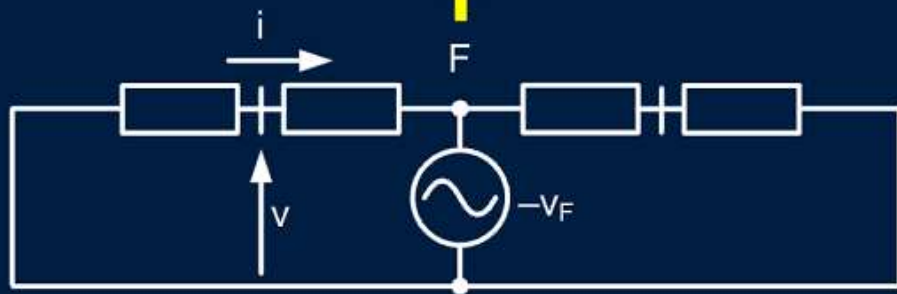
Grandezas Incrementais



=



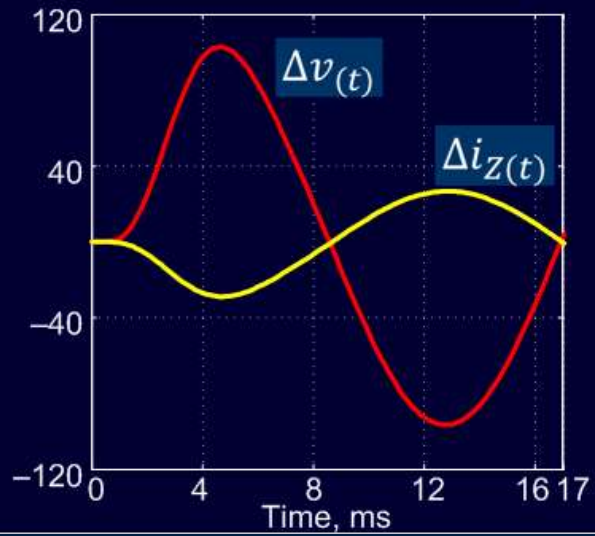
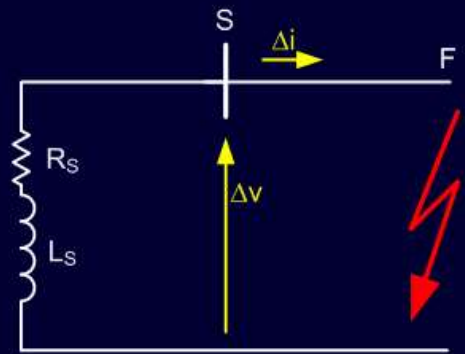
+



Elemento TD32

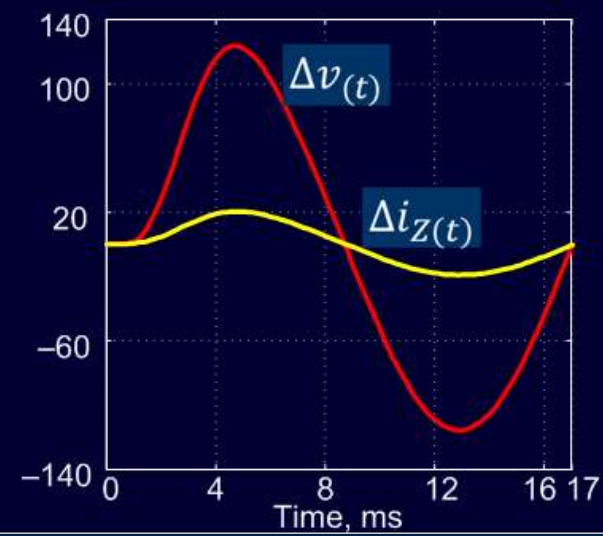
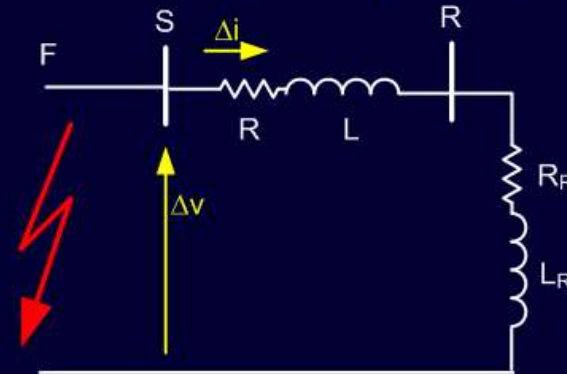
Falta a Frente

$$\Delta v = - |Z_S| \Delta i_Z$$



Falta Reversa

$$\Delta v = |Z_L + Z_R| \Delta i_Z$$



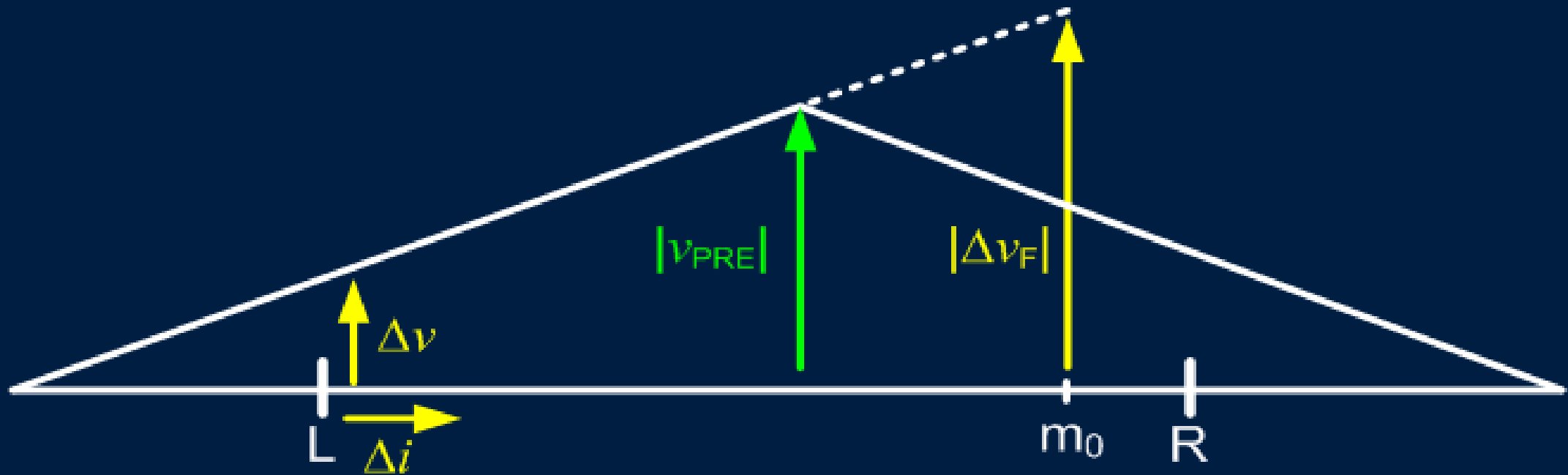
Elemento TD21

Falta exatamente no alcance



Elemento TD21

Falta antes do alcance

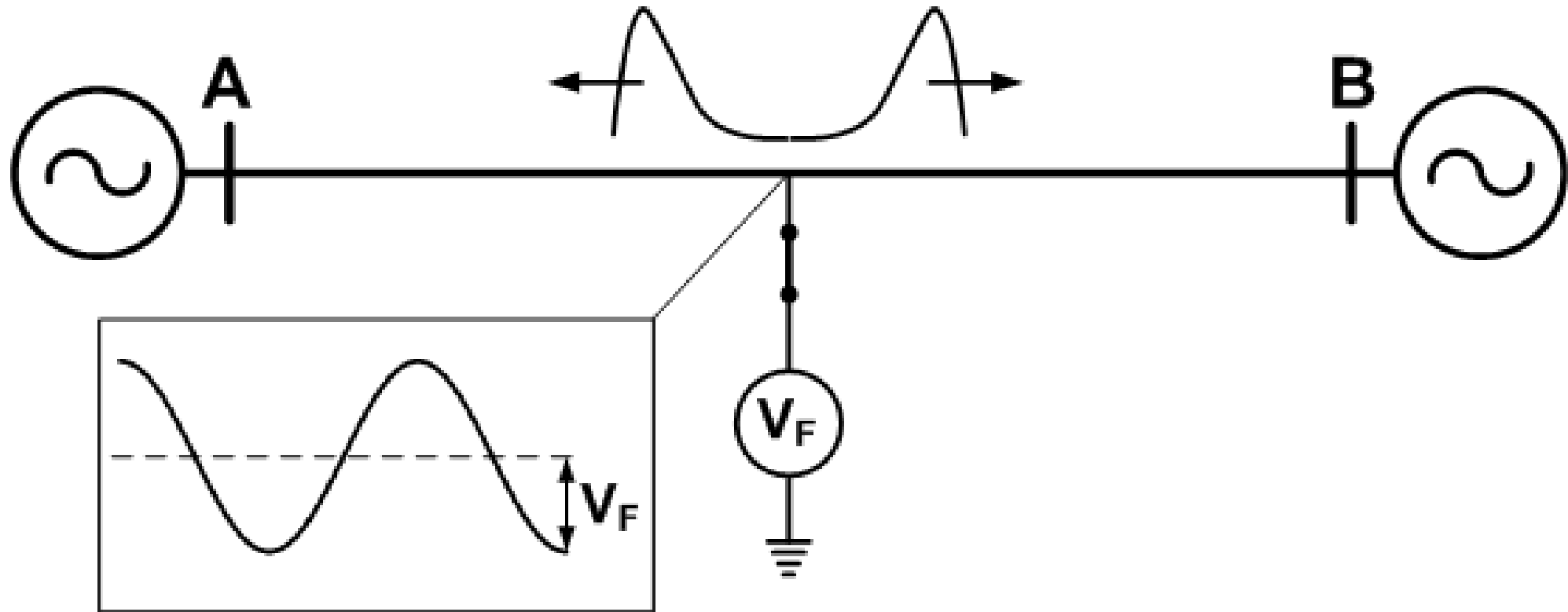


Elemento de Distância TD21

Falta depois do alcance



Ondas Viajantes



Elemento TW32

- Faltas reversas:



- Faltas a frente:

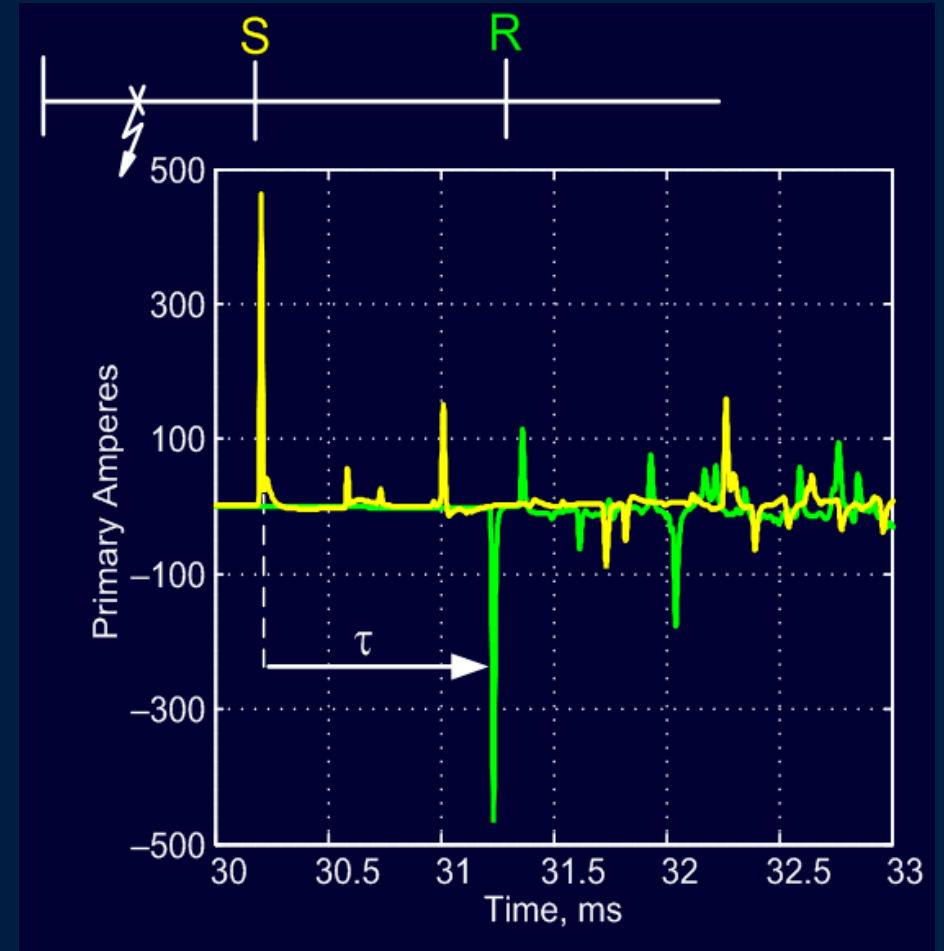


v	i	
+	-	Forward
-	+	
+	+	Reverse
-	-	

Elemento TW87

Falta Externa

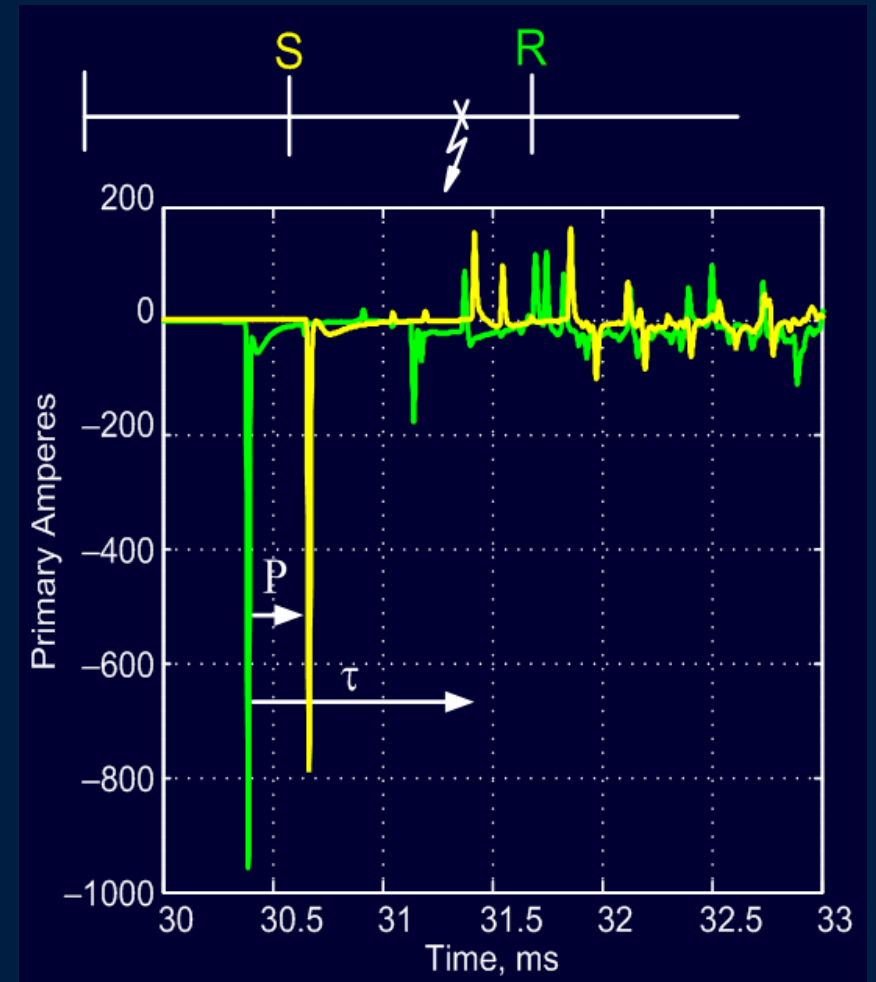
- Primeiro pico com polaridades opostas
- Tempo igual a τ



Elemento TW87

Falta Interna

- Primeiro pico da onda nos terminais tem a mesma polaridade
- Tempo menor que τ



Poucos Ajustes de Proteção

Dados de Placa

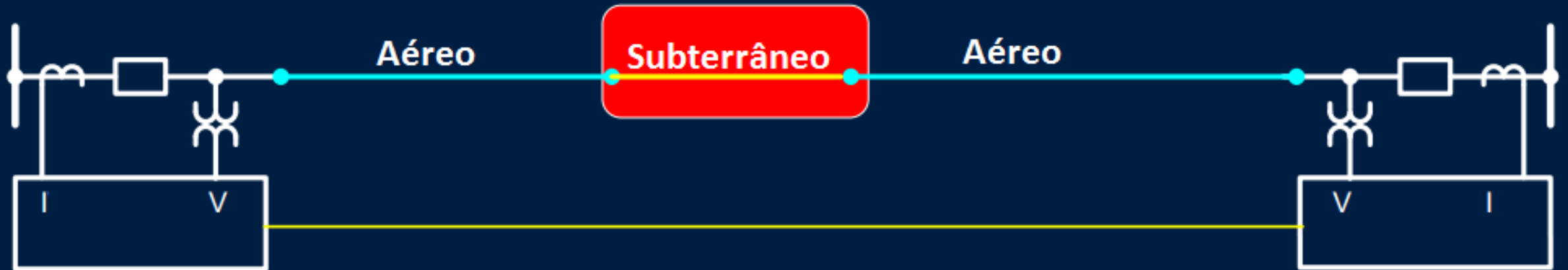
Configuração da Linha					Entradas Analógicas		
Z1MAG	Z1ANG	Z0MAG	Z0ANG	LL	CTR	PTR	VNOM

Ajustes dependentes do sistema

TD32		TD21		TW87			POTT		Geral	
TD32ZF	TD32ZR	TD21MP	TD21MG	TWLPT	TP50P	TP50G	TP67P	TP67G	XC	EXTSC

Religamento Seletivo

- Permite religamento para faltas em trecho aéreo e bloqueio em trecho subterrâneo



Localização de Falhas

- Métodos convencionais
- Métodos por ondas viajantes
 - Dados de dois terminais
 - Dados de um terminal

Métodos Convencionais

- Baseados em fasores, cálculo da impedância
- Através da medição de tensão e corrente, calculam a impedância até o ponto de falta
- Pode apresentar erros
 - Acoplamento mútuo
 - Sistemas não homogêneos
 - Precisão dependente do comprimento da linha

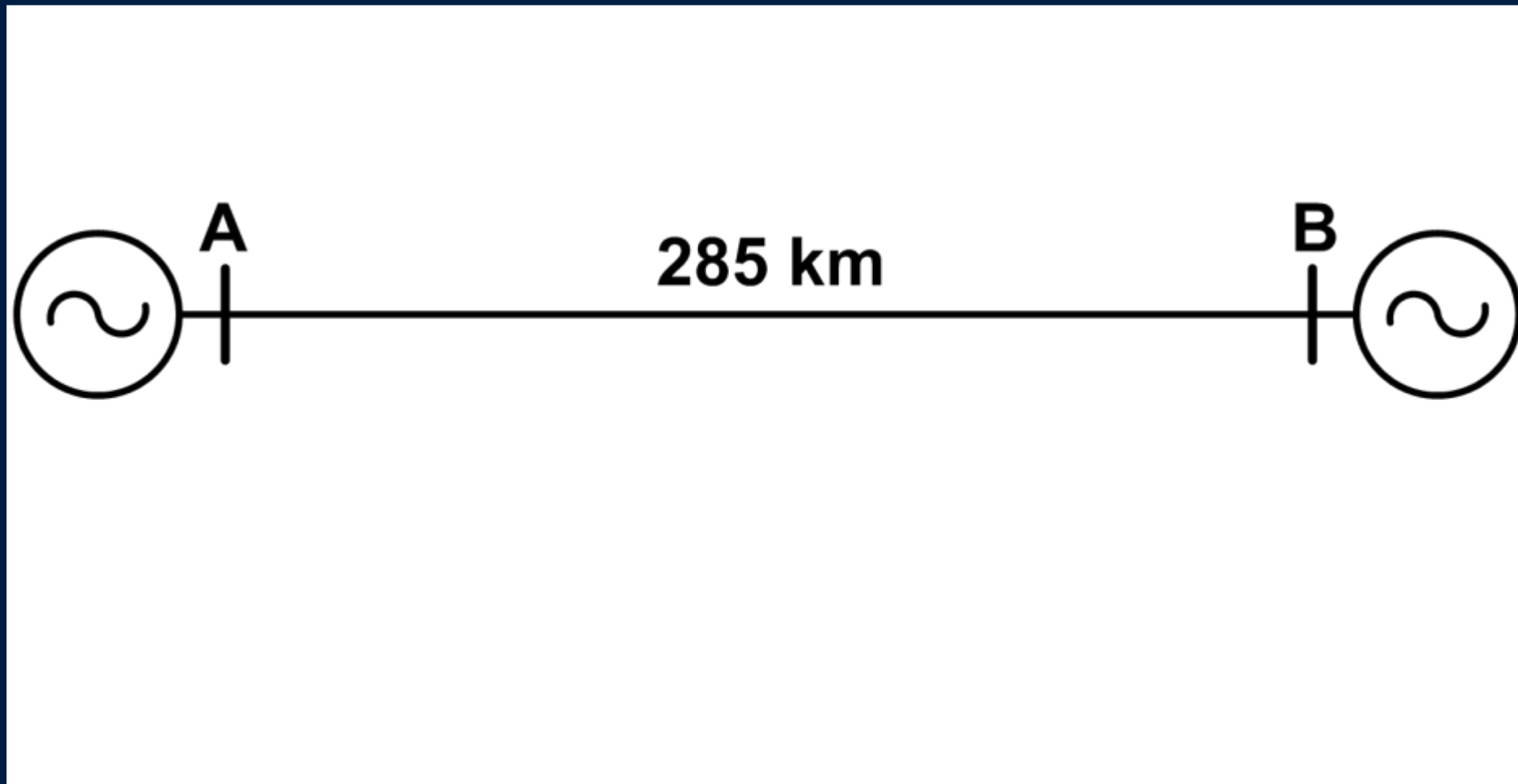
Velocidade Típica de Propagação em uma LT

- Distância Percorrida = Tempo • Velocidade

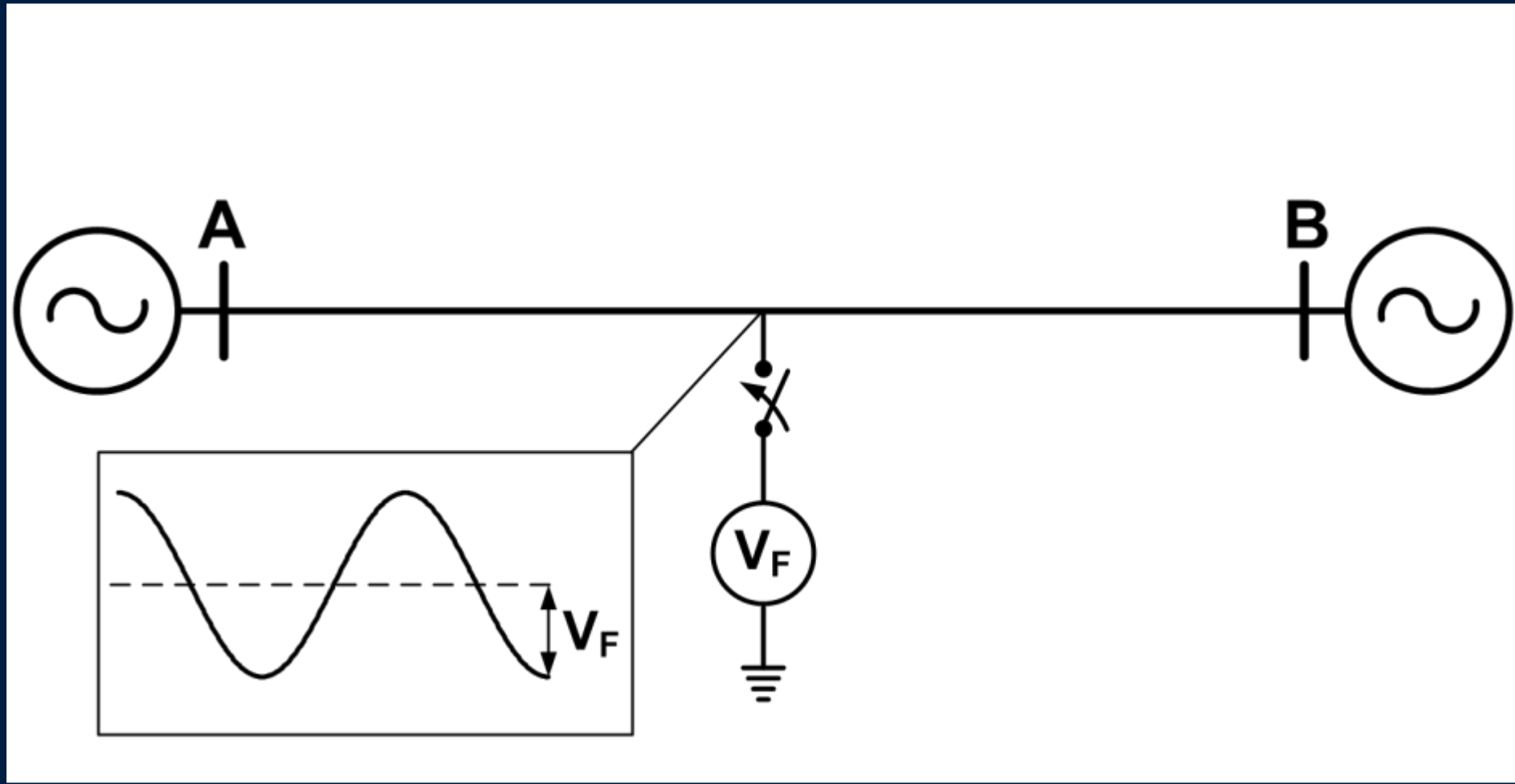
$$\Delta S = v \cdot \Delta t$$

- Sabendo que:
- $v = 285 \text{ km/ms}$ (aproximadamente a velocidade da luz)

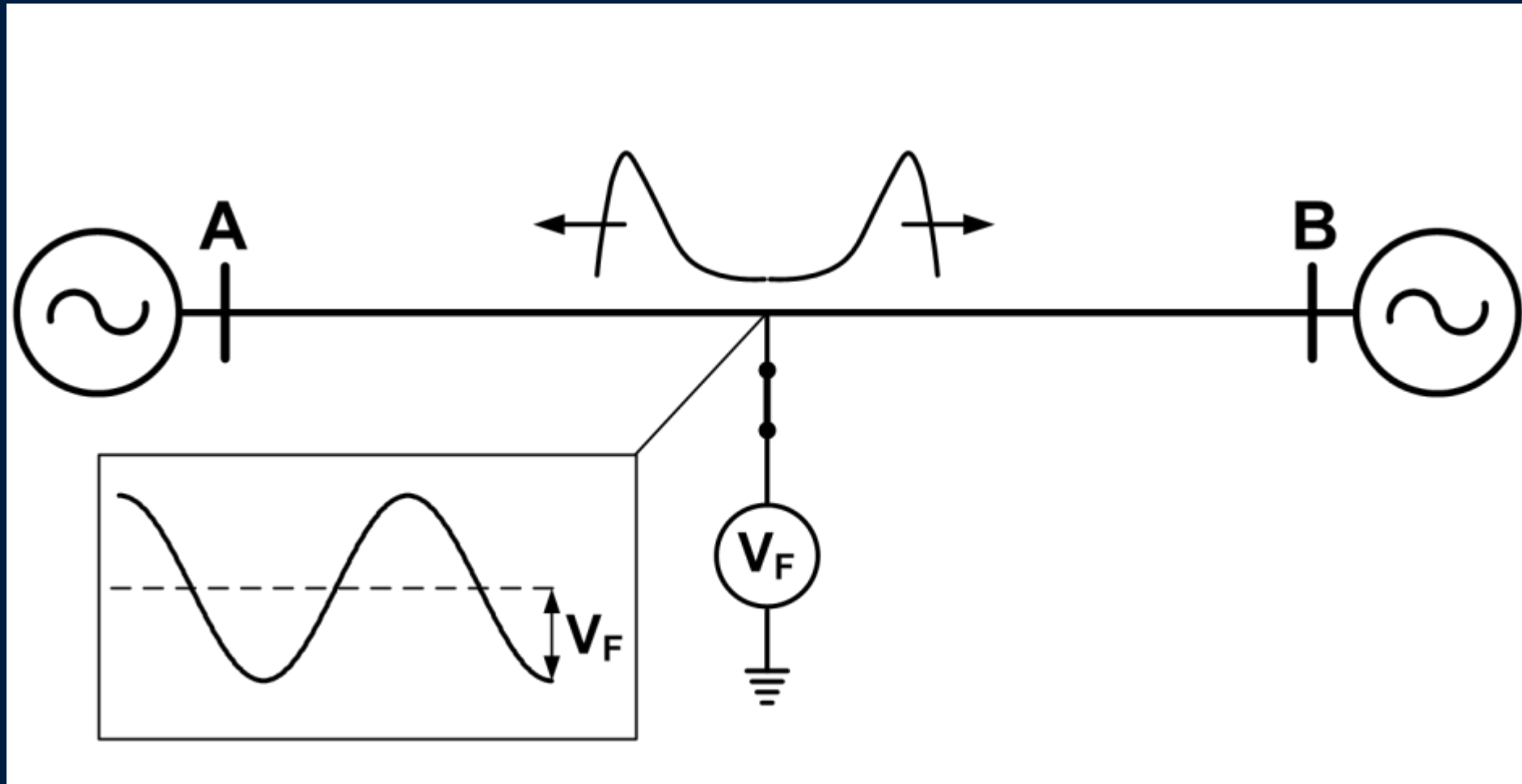
Localização de Falhas por Ondas Viajantes com Dados de Dois Terminais



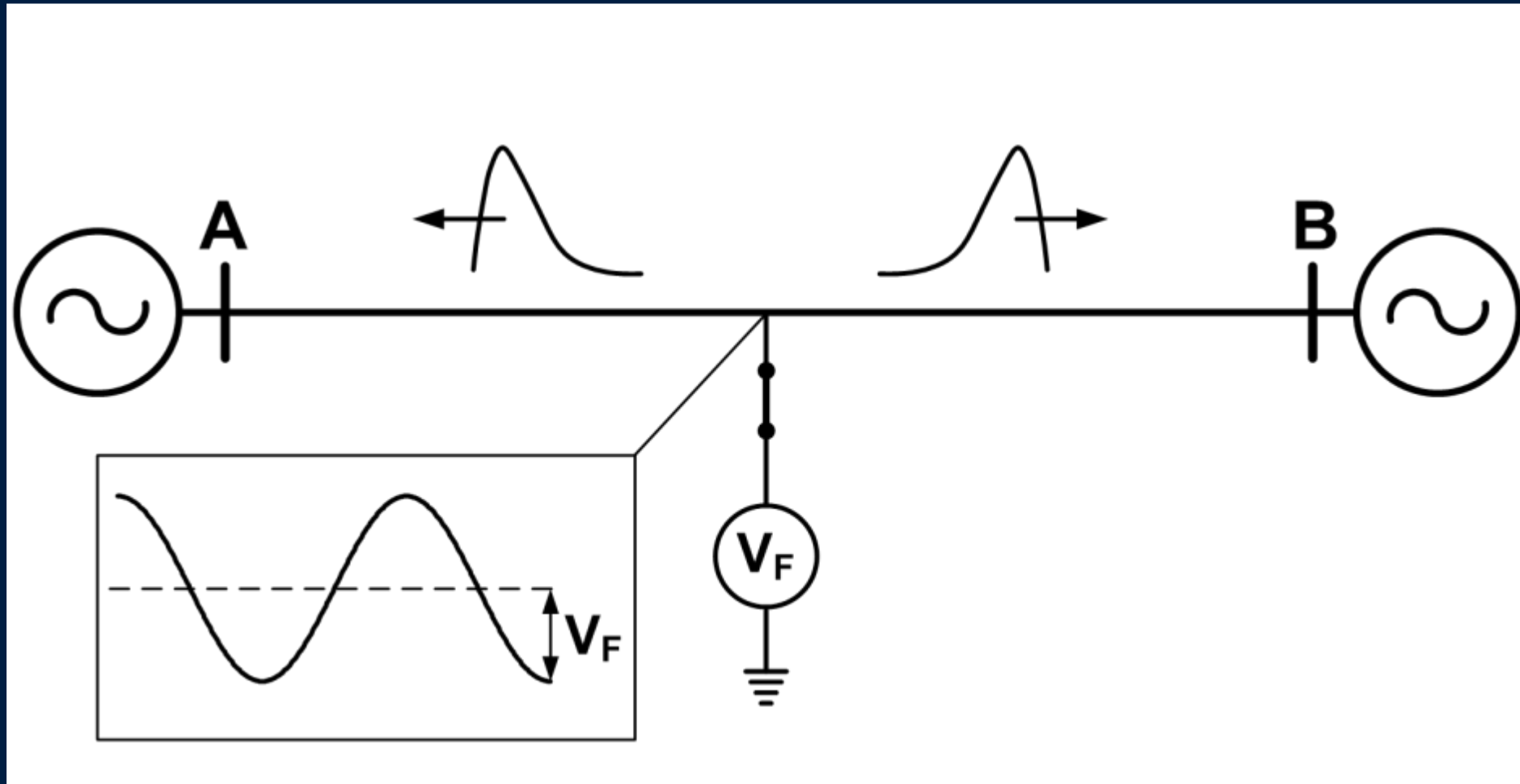
Tensão de Pré-Falta na Localização da Falta



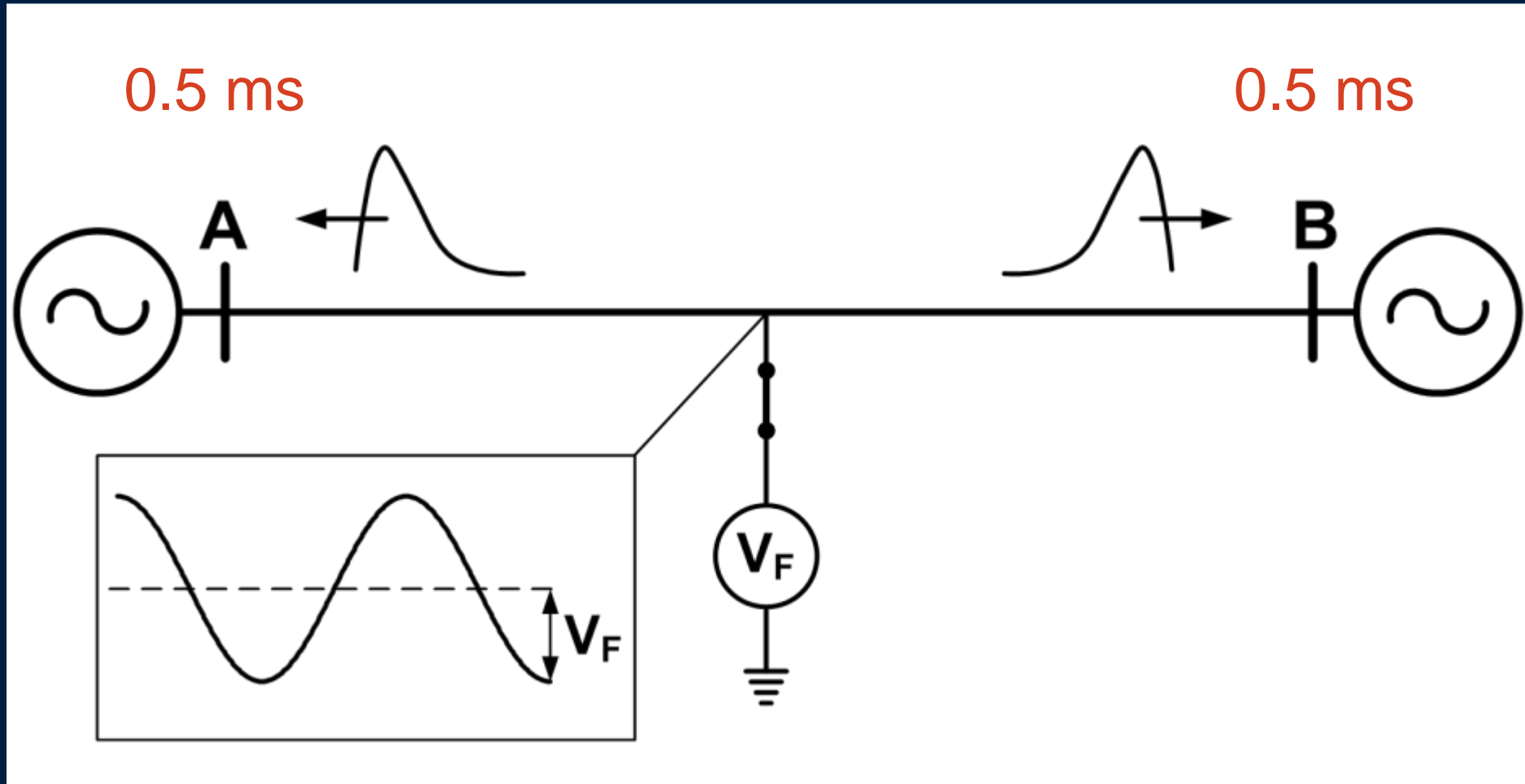
A Falta Gera uma Onda Viajante



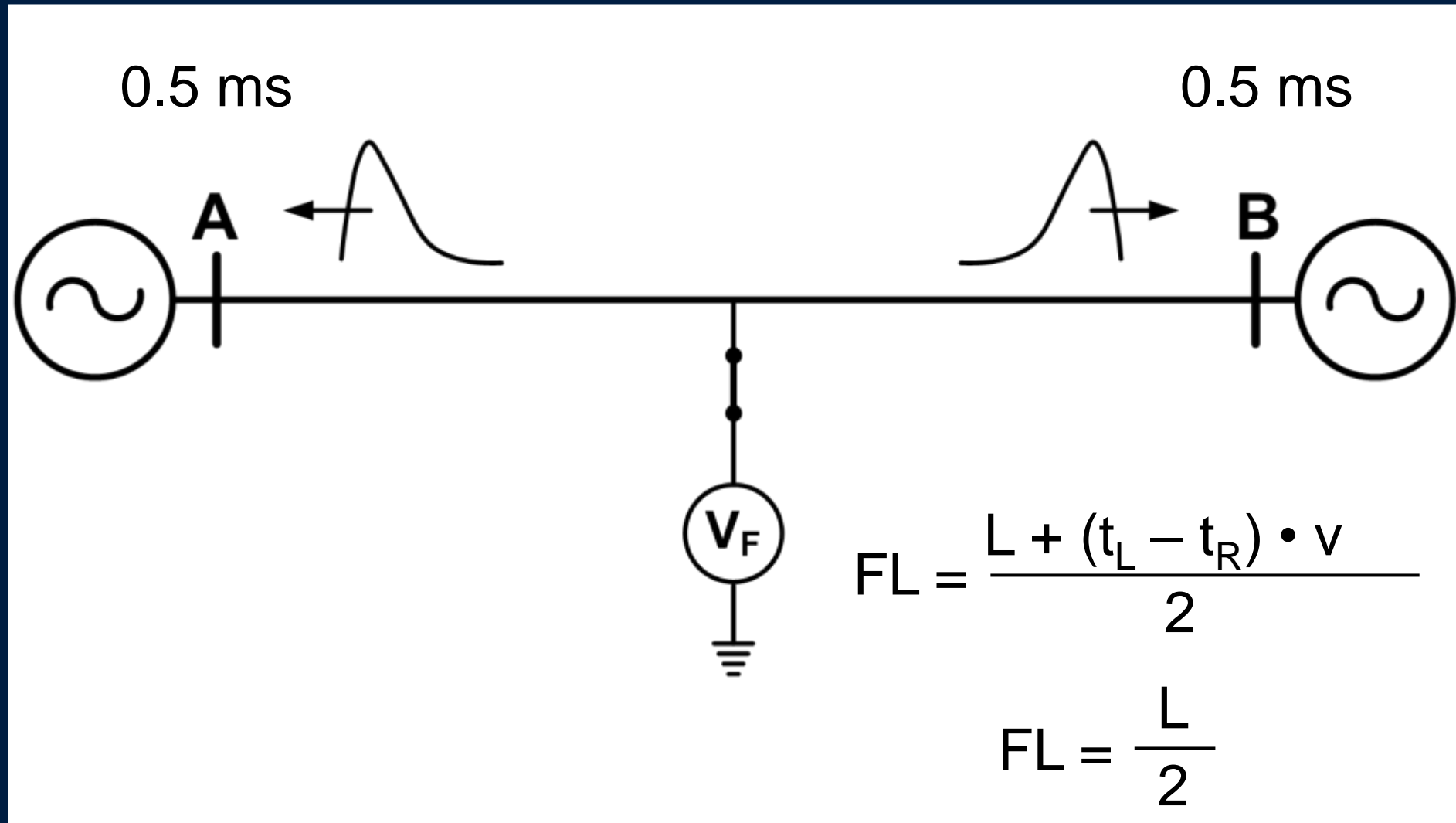
Duas Ondas Viajam em Direção ao Terminal da LT



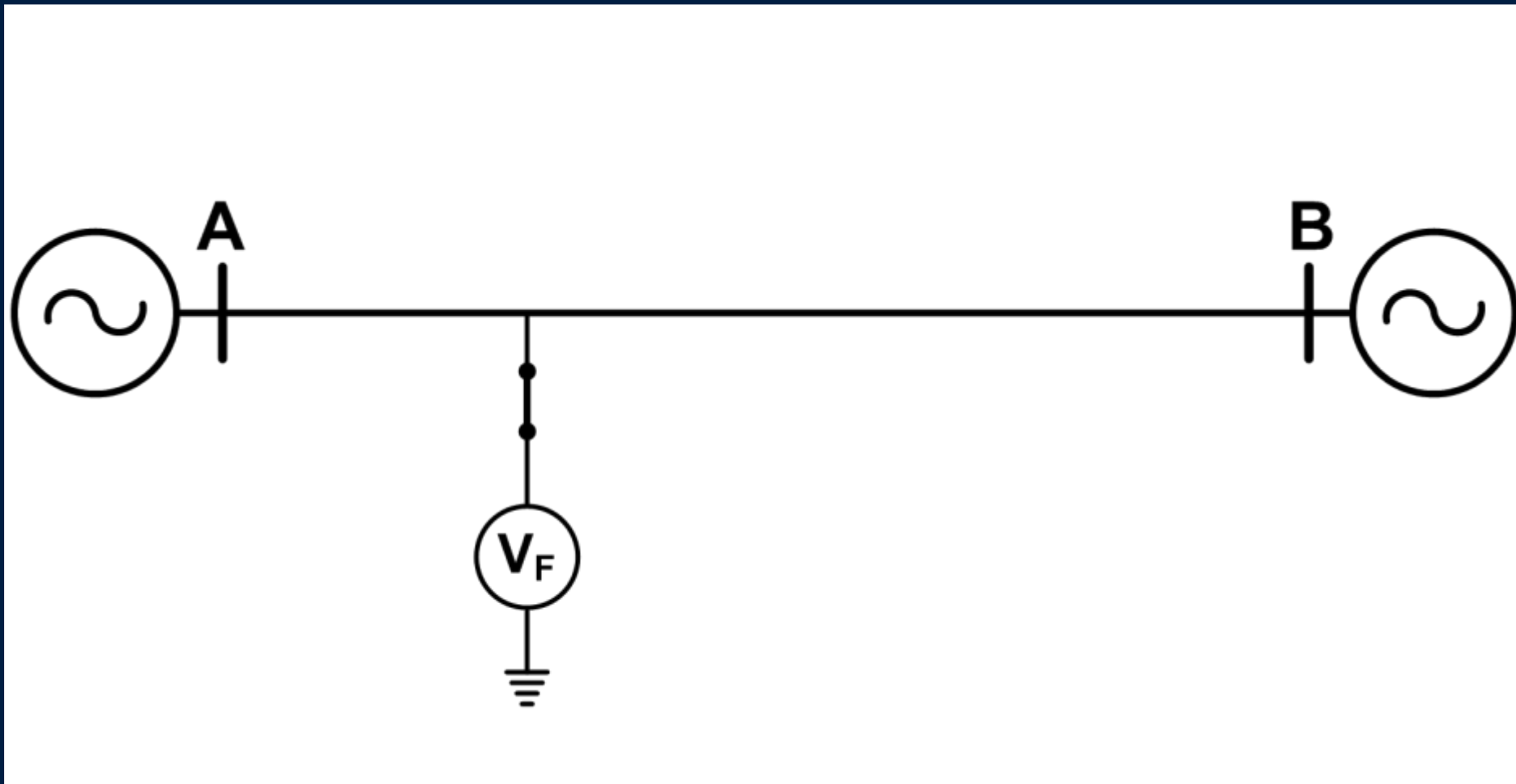
As Ondas Chegam no Mesmo Momento



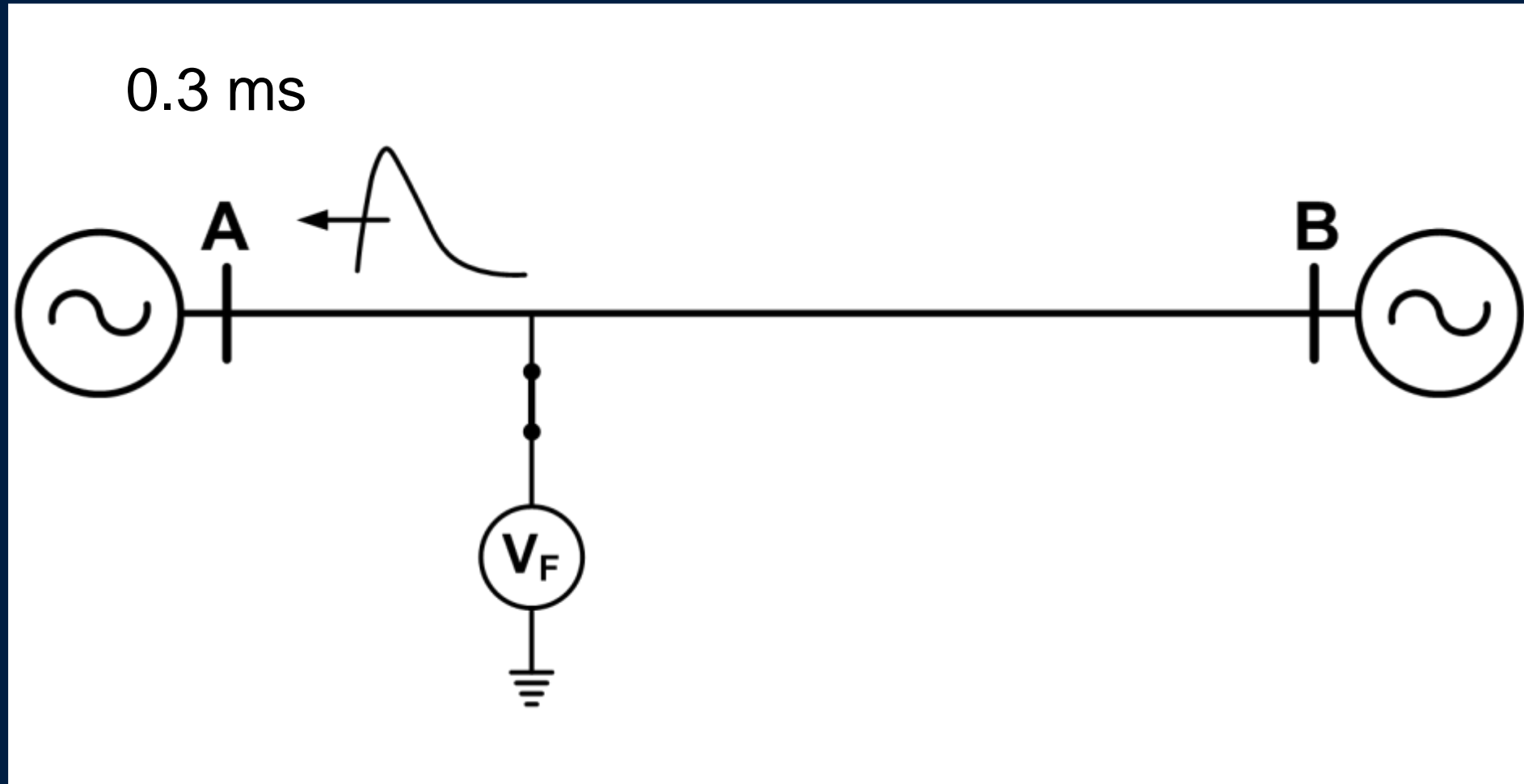
A Diferença dos Tempos de Chegada é Zero



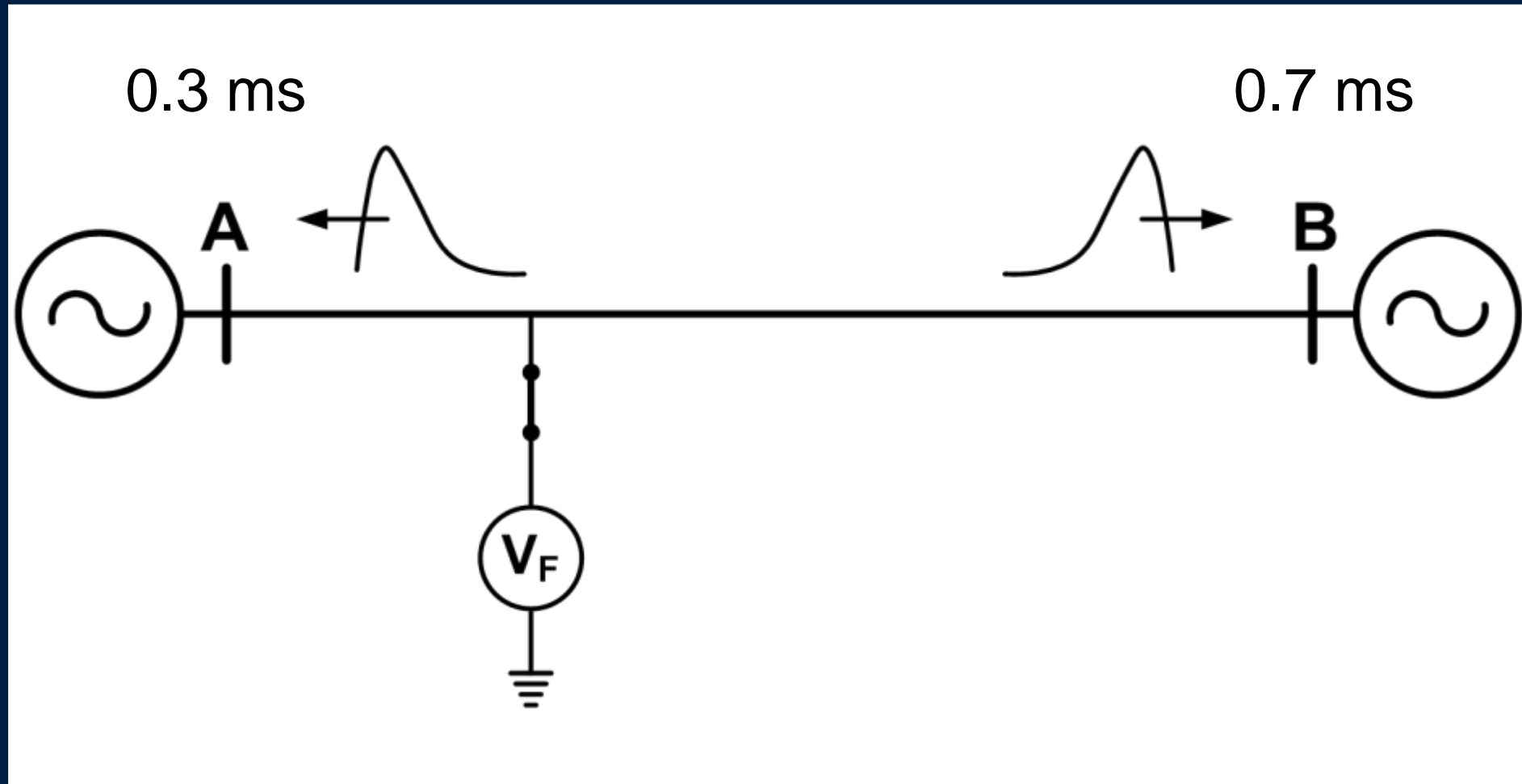
Falta Próxima ao Terminal A



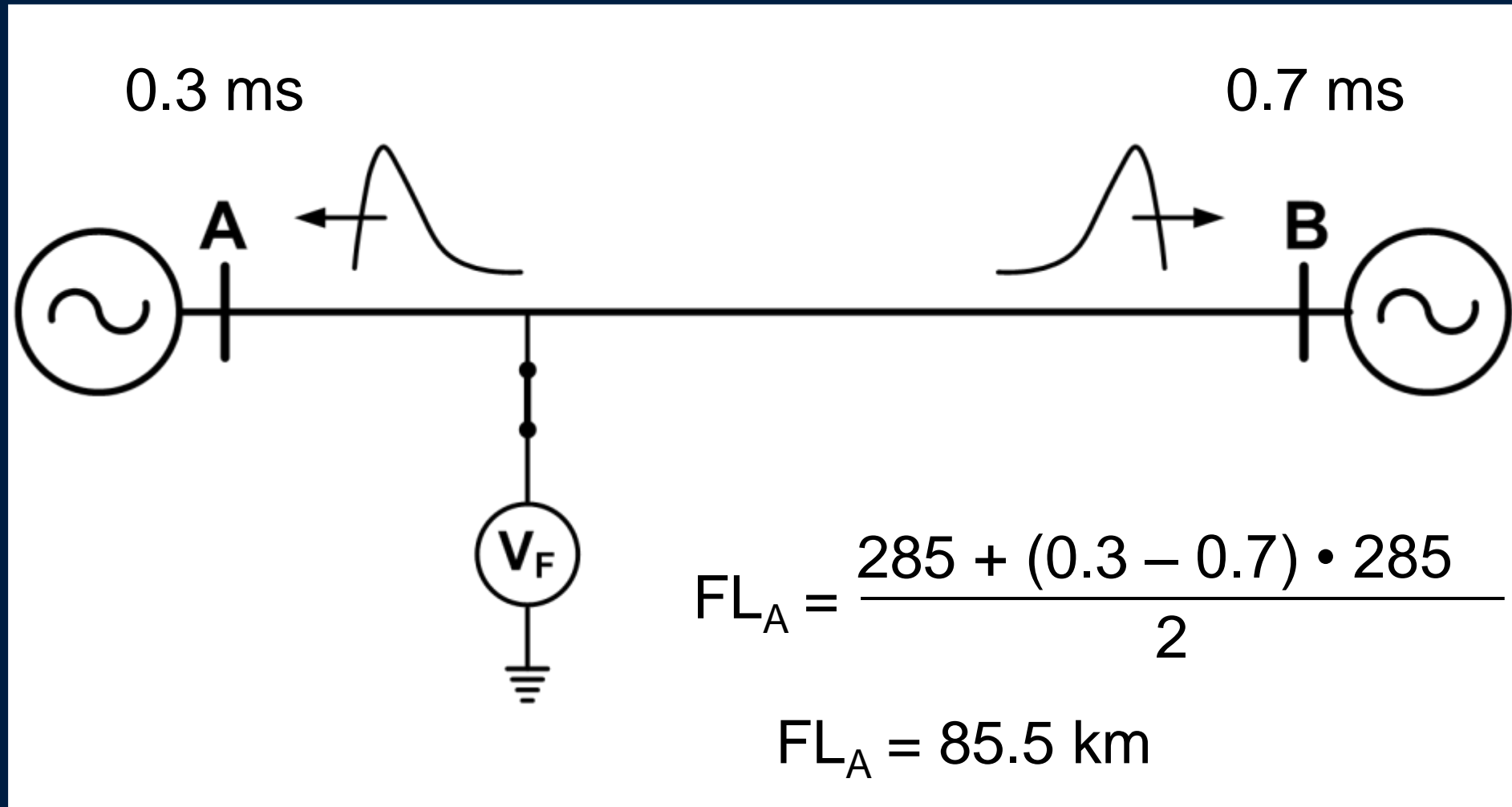
A Onda Viajante Chega mais Rápido ao Terminal mais Próximo



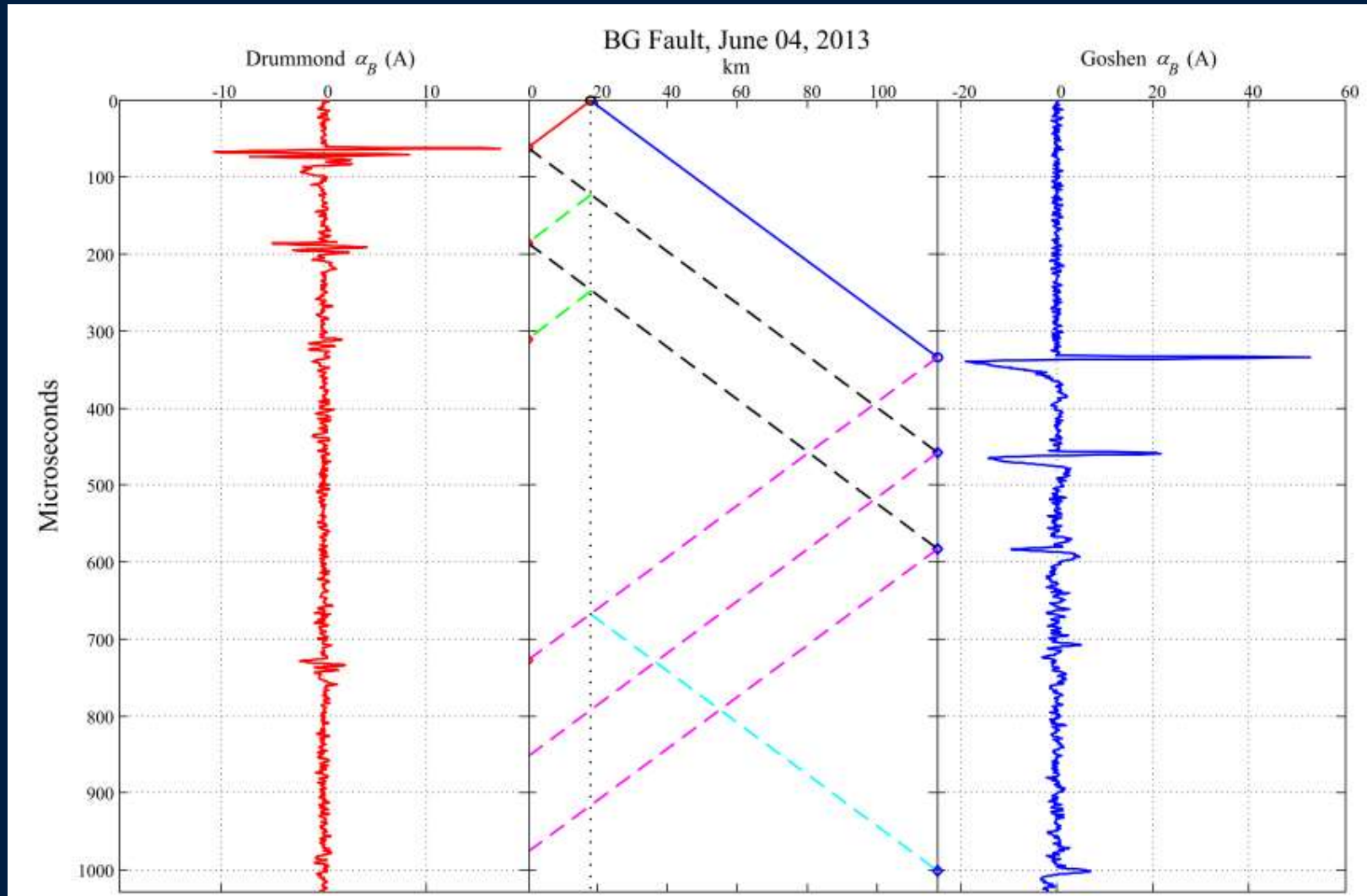
A Onda Viajante Chega mais Rápido ao Terminal mais Próximo



A Onda Viajante Chega mais Rápido ao Terminal mais Próximo



Perfil das Ondas Viajantes

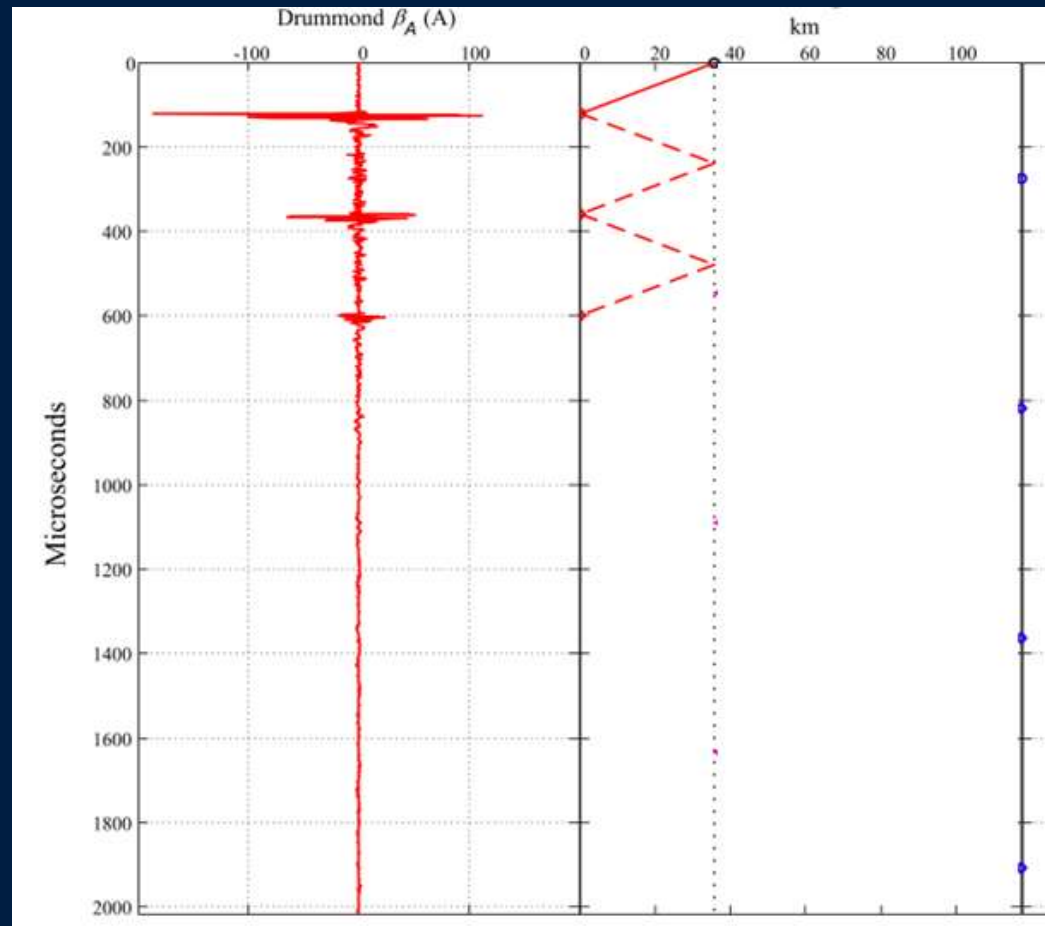


Resultados Reais

- **Jornal Interface**

Local da falta estimado pelo relé	Local exato da falta	Precisão de
109,74 km do terminal	109,29 km do terminal	99,6%
61,12 km do terminal	61,41 km do terminal	99,6%
108,23 km do terminal	107,60 km do terminal	99,5%

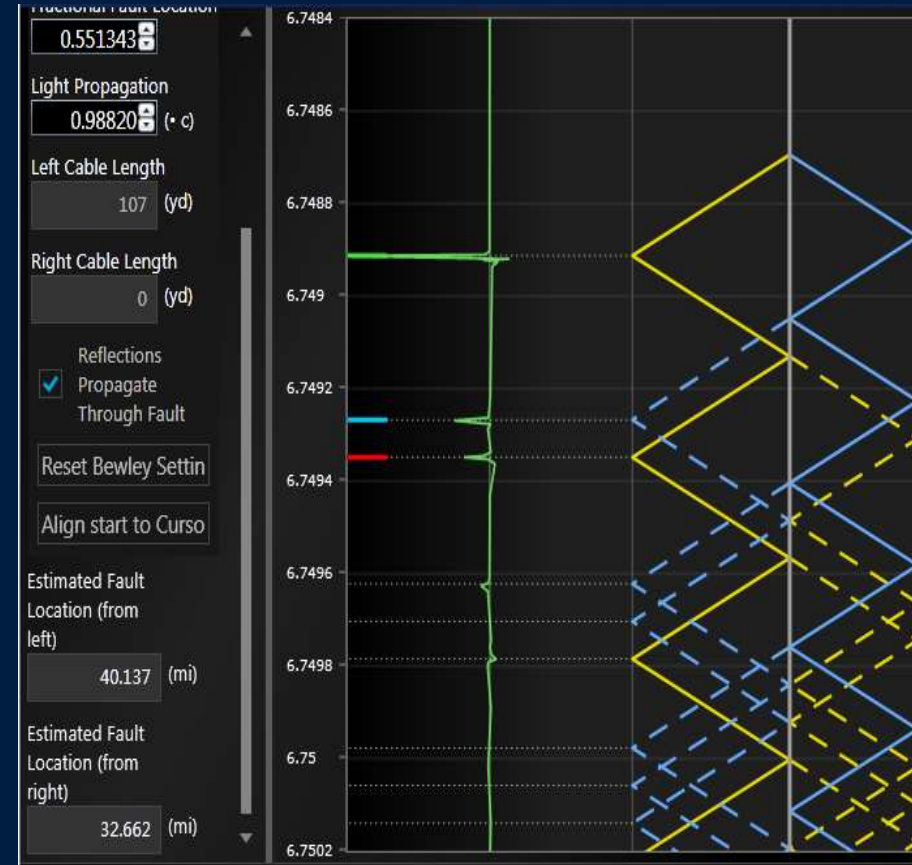
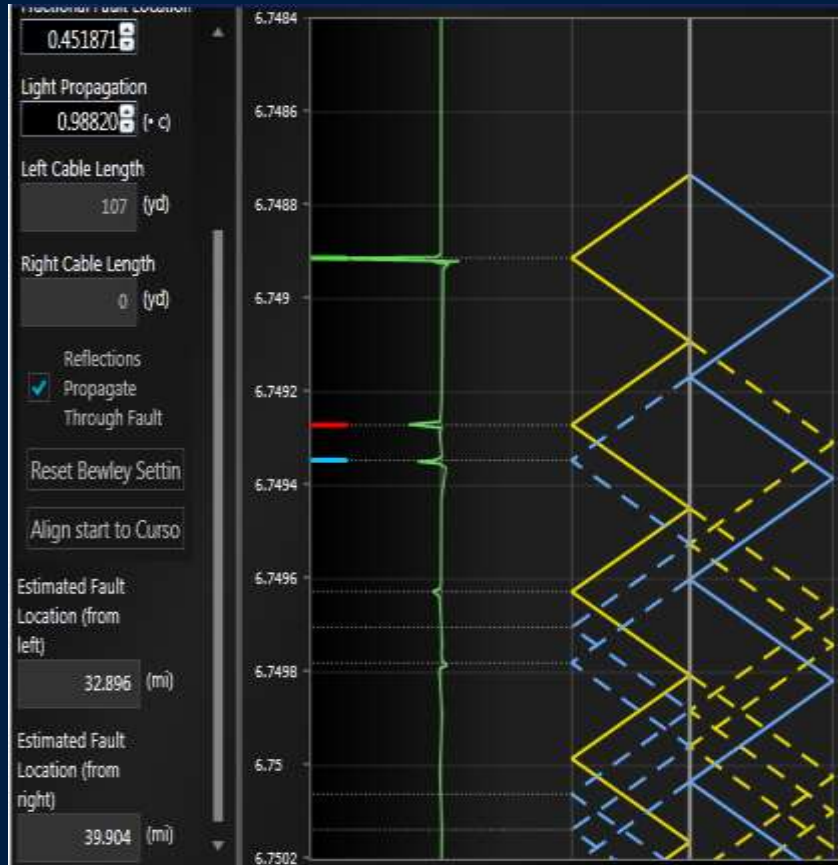
Localização de Faltas por Ondas Viajantes com Dados de Um Terminal



$$m = \frac{(\Delta t) * v}{2}$$

- “Basta” identificar a primeira onda refletida

Localização de Falhas por Ondas Viajantes com Dados de Um Terminal



- Qual a primeira onda refletida na falta?

Localização de Falhas por Ondas Viajantes com Dados de Um Terminal

- Dificuldades
 - ◆ Separar reflexões na falta das do terminal remoto
 - Usar método baseado em impedâncias
 - ◆ Eliminar ondas refletidas nas descontinuidades da rede
 - Salvar a onda viajante no momento da energização

Conclusões

- Atuações mais rápidas apresentam melhorias operativas ao sistema elétrico
- Algoritmos privilegiam a segurança – sem trips indevidos
- Não influenciado por TPCs
- Imune à saturação de TC
- Religamento seletivo
- Fácil de ajustar
- Elemento de localização de faltas acelera a identificação do defeito

UNIVERSIDADE SEL

Cursos de Agosto

- **A4 - Introdução à Norma IEC 61850**
08 e 09/08 - Curitiba/PR
- **A5 - Prático com a Norma IEC 61850**
10 e 11/08 - Curitiba/PR
- **P3 - Introdução à Proteção de Sistemas Elétricos**
14 a 18/08 - Curitiba/PR
- **P10 - Dimensionamento de TCs para Proteção**
15/08 - Belo Horizonte/MG
- **P13 - Proteção de Sistemas Elétricos Industriais de Média e Baixa Tensão**
22 a 25/08 - Campinas/SP

Aplicativo SEL



- Cursos e Eventos
- Artigos Técnicos
- Jornal Interface
- Videos
- Tabela ANSI
- ...e muito mais



<http://app.vc/sel>

Perguntas?

Tornar a Energia Elétrica Mais Segura, Mais Confiável e Mais Econômica

