

Configuração de Áudio:

Cisco WebEx Meetings - Webinar - Controle de Partida de Motores Síncronos

File Edit Share View **Audio** Participant Meeting Help

Quick Start Meeting Info + New Whiteboard

Participants Chat Recorder Notes

NO

Participants

Speaker:

TC

Audio Connection

- Call Me
The meeting will call you.
- I Will Call In
- Using Computer for Audio
Change settings

Connect to Audio

More Options

Share Application

More Options

Invite & Remind

Copy Meeting URL

Chat

Recorder

Instruções

- Dúvidas durante a apresentação
 - ◆ Enviar via chat para Vanessa Silva
 - ◆ Serão respondidas ao final do evento
- Mantenham o microfone e a webcam desabilitados
- A apresentação será enviada por email em .pdf

Saturação de TC: Como Garantir a Proteção de Sobrecorrente?

Andrei Coelho

Schweitzer Engineering Laboratories

Introdução

- TCs para linhas de transmissão são dimensionados para evitar saturação
- Cargas elevadas permitem uma alta relação de TC
- Corrente de falta raramente é maior que 10, e normalmente está entre 3 e 5 vezes a corrente nominal primária do TC

$$\text{Critério: } 20 \geq V_s = \left(1 + \frac{X}{R}\right) \cdot I_f Z_b$$

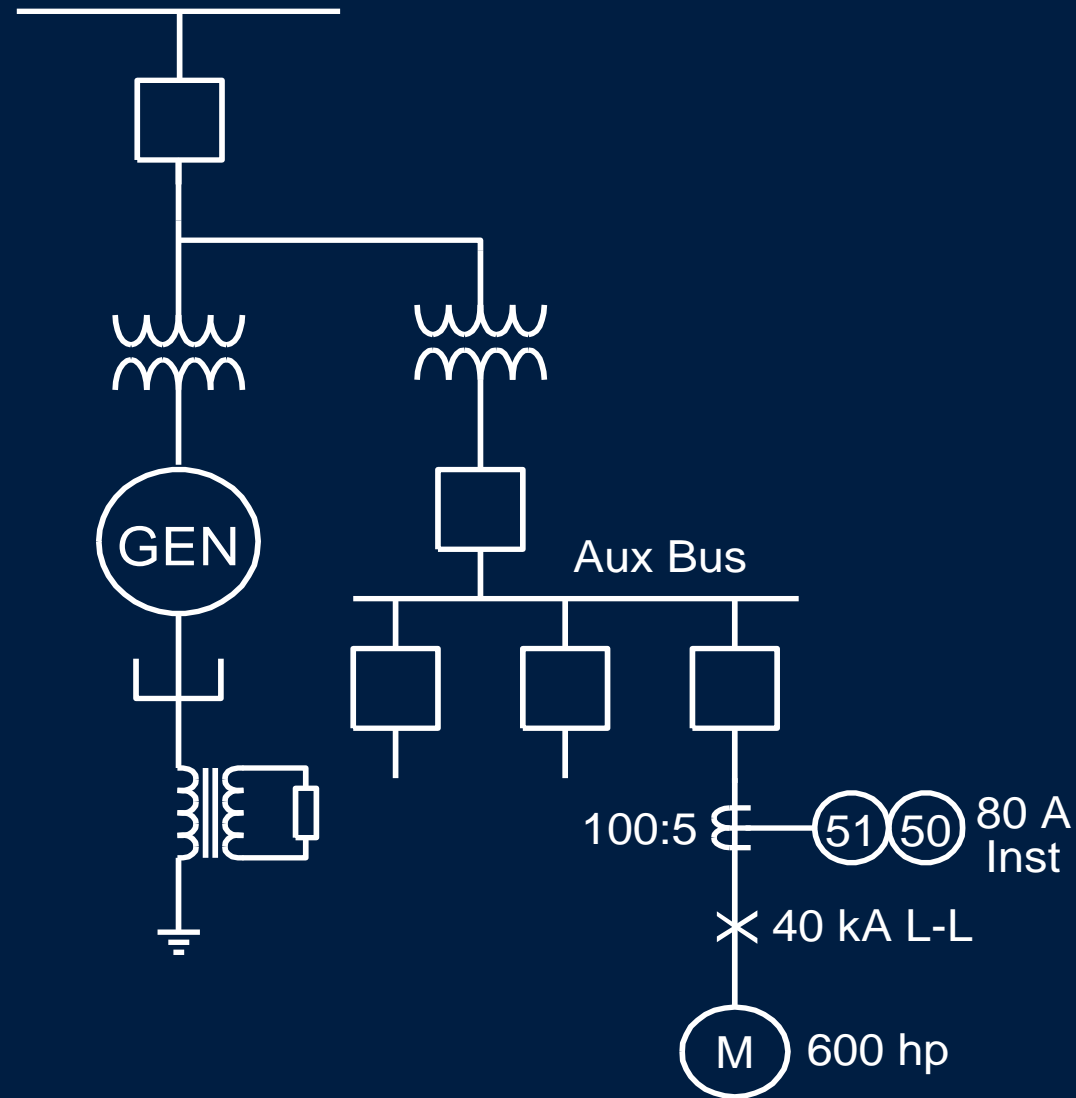
Introdução

- Para proteção diferencial de transformadores, os TCs com baixa relação no lado de alta, juntamente com longos cabos secundários, podem saturar
- O elemento de restrição de 2º harmônico previne atuação com falsa corrente diferencial
- Critério: $ANSI \geq 2 * I_{max} * Z_{burden}$

Introdução

- Relés instalados na média e baixa tensão de plantas com geração estão sujeitos a correntes que excedem em 200 vezes a corrente nominal do TC (40kA, $X/R=20$)
- Limitações dos filtros digitais convencionais
- Critérios para seleção de TCs em aplicações deste tipo, baseado em tempo de operação de 2 ciclos
- Filtragem adaptativa

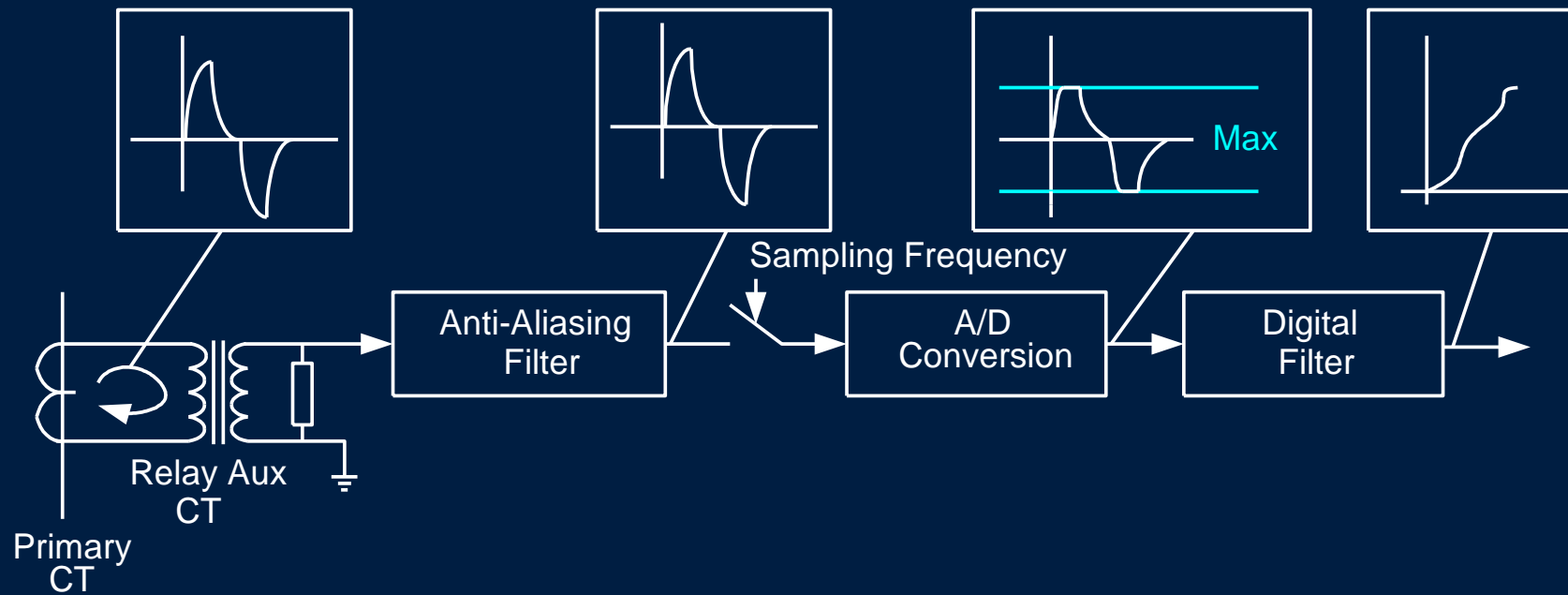
Sistema Exemplo



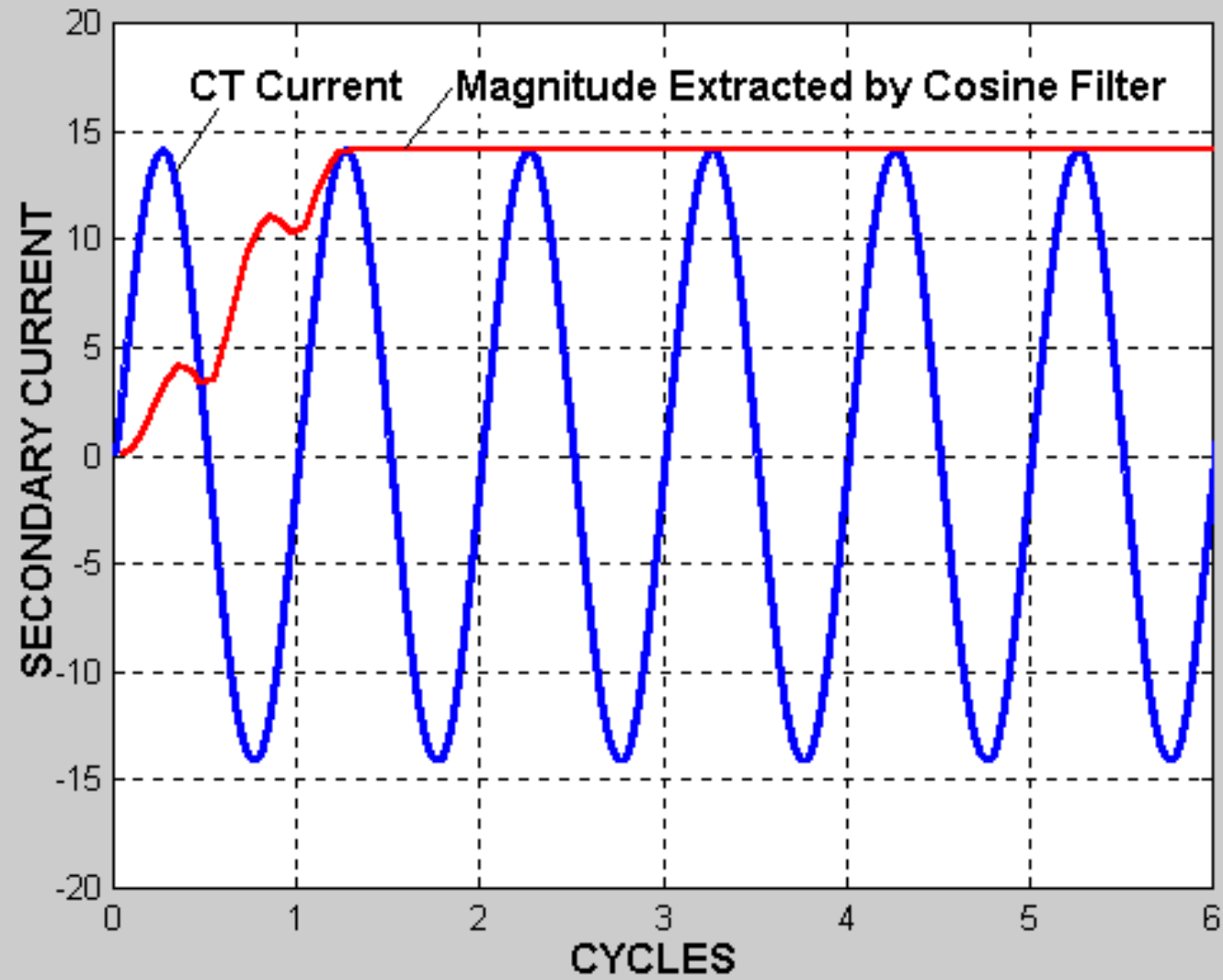
Sistema Exemplo

- Potência: 600 hp
- Inominal: 135 A
- TC: C50, 100:5
- Inominal,sec: 6.75 A
- Irotor travado: 40 A
- Pickup 50: 80 A

Medição de Corrente



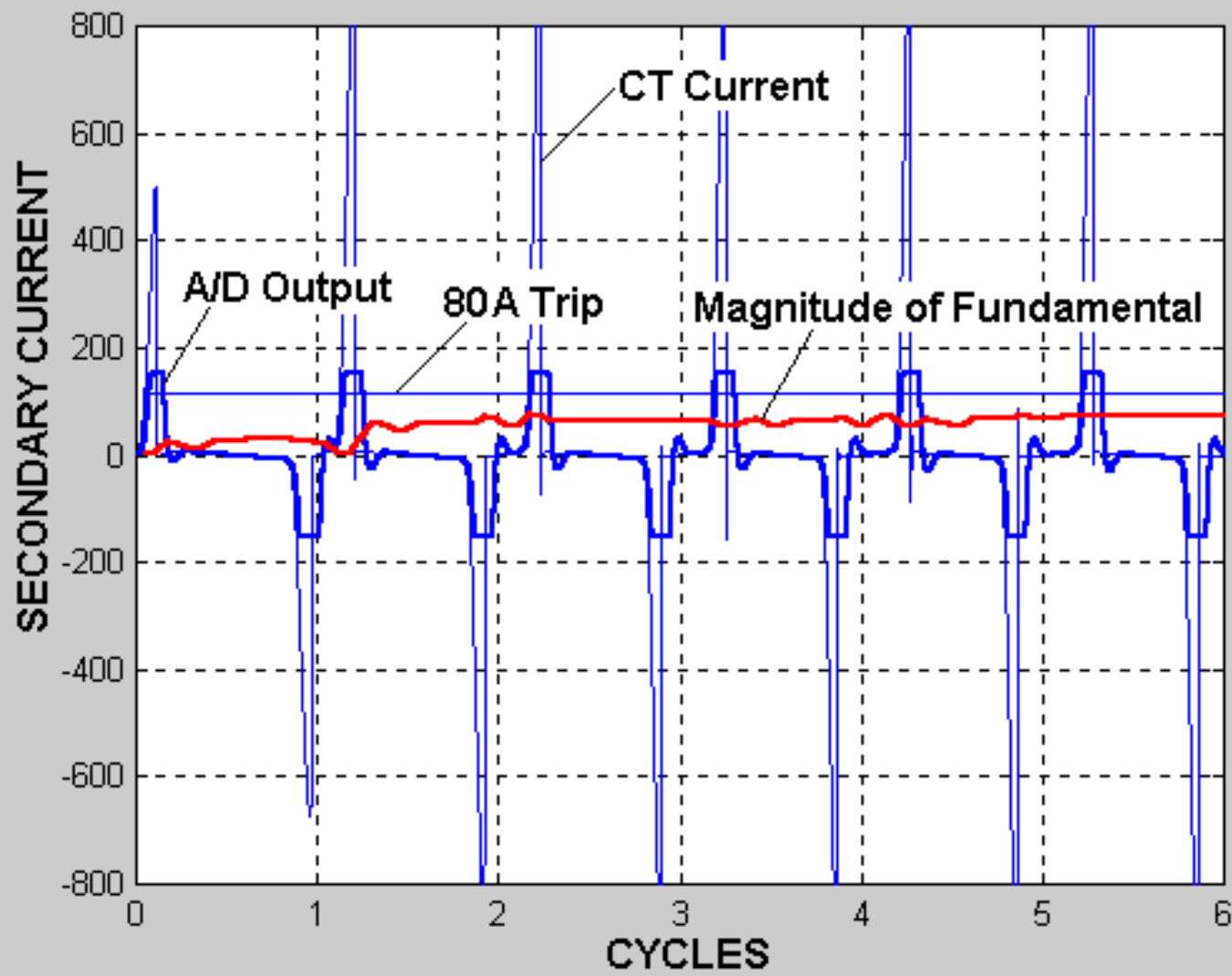
Medição de Corrente



Medição de Corrente

- Qual a forma de onda esperada para uma corrente primária de 40kA?
- Qual a resposta da proteção de sobrecorrente instantânea com pickup 80 A?

Falta de 40kA – C50, 100:5



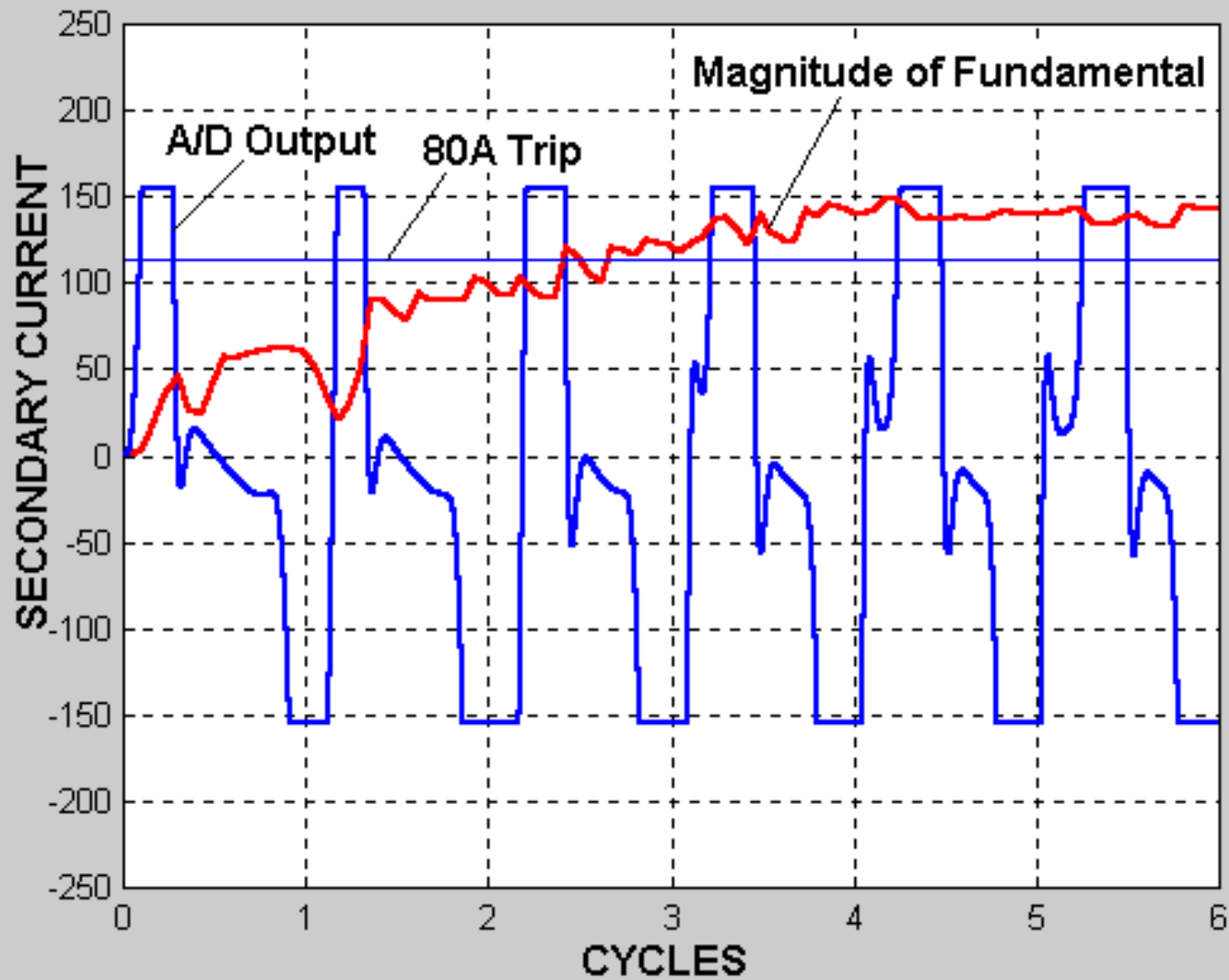
Falta de 40kA – C50, 100:5

- O TC inadequado com um pickup de 80 A resulta em uma falha da proteção
- Qual critério de seleção de TC devemos utilizar?

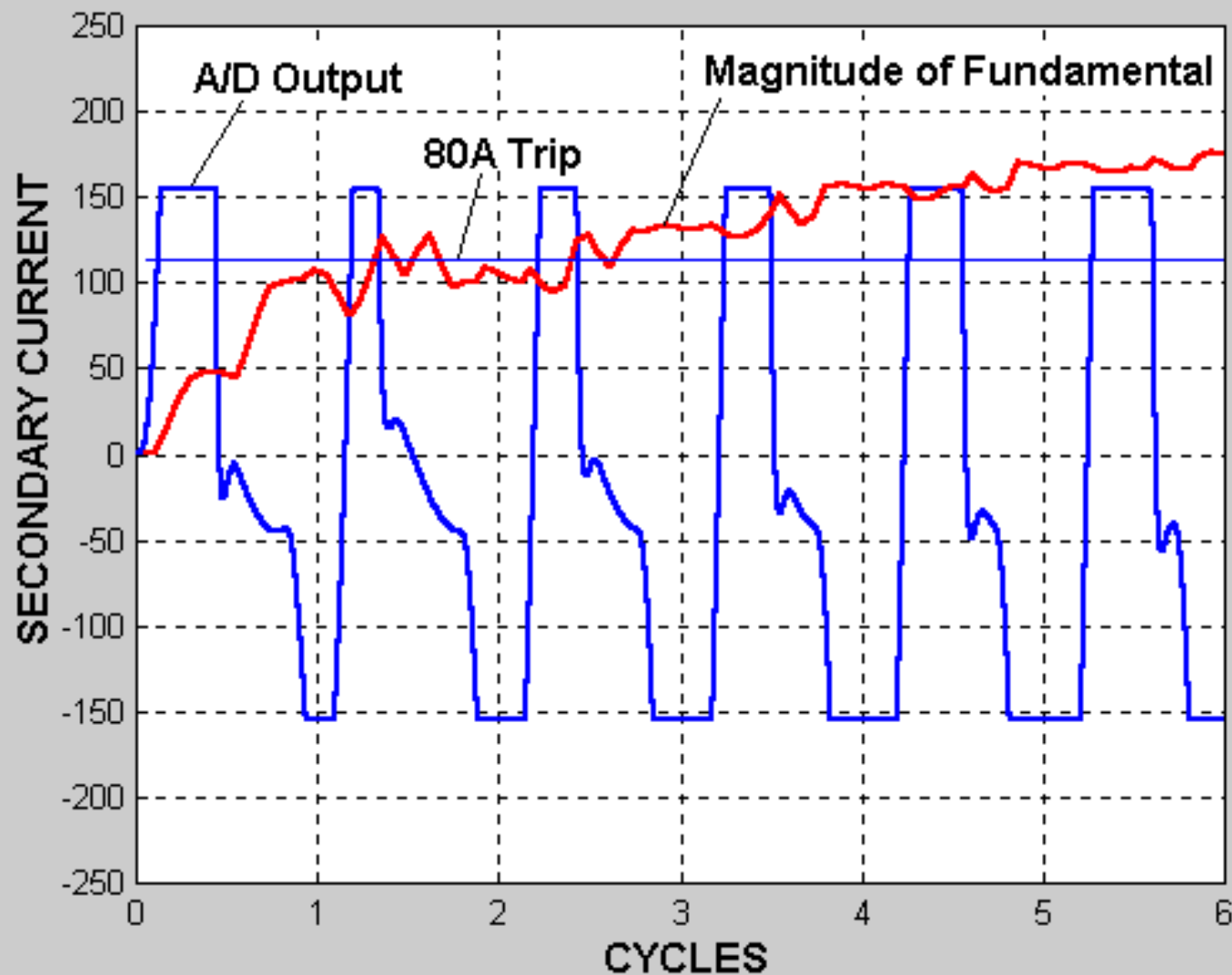
Definindo um Critério de Seleção

- Critério: escolher a mínima relação de TC disponível que permite TRIP em no máximo 2 ciclos
- Método: utilizando simulação no Matlab vamos aumentando a relação de transformação e tensão padrão do TC até atingir o tempo de atuação desejado

Falta de 40kA – C200, 200:5



Falta de 40kA – C400, 400:5



TC 400:5, C400; 40kA falta; X/R=20

- Este é o TC com menor relação e tensão ANSI que permite TRIP em 2 ciclos
- A tensão de saturação neste caso determina um limite de saturação permitido para relés com filtro cosseno

Temos um critério!

Tensão de Saturação

- A tensão de saturação V_s define um grau de saturação

$$V_s \geq \left(1 + \frac{X}{R} \right) \cdot I_f Z_b$$

- I_f é a corrente em p.u da corrente nominal do TC
- Z_b é o burden em p.u do burden nominal do TC
- X/R do circuito analisado

Tensão de Saturação

TC 400:5 e falta de 40kA

Corrente de falta:

$$I_f = \frac{I_{Max}}{CT_{Rating}} = \frac{40,000}{400} = 100$$

Burden padrão 4Ω e burden do teste 0.5Ω:

$$Z_b = \frac{Z_{Burden}}{Z_{Std}} = \frac{0.5}{4} = 0.125$$

X/R = 20:

$$V_s \geq (1 + 20)(100)(0.125) = 262.5$$

Critério de Seleção

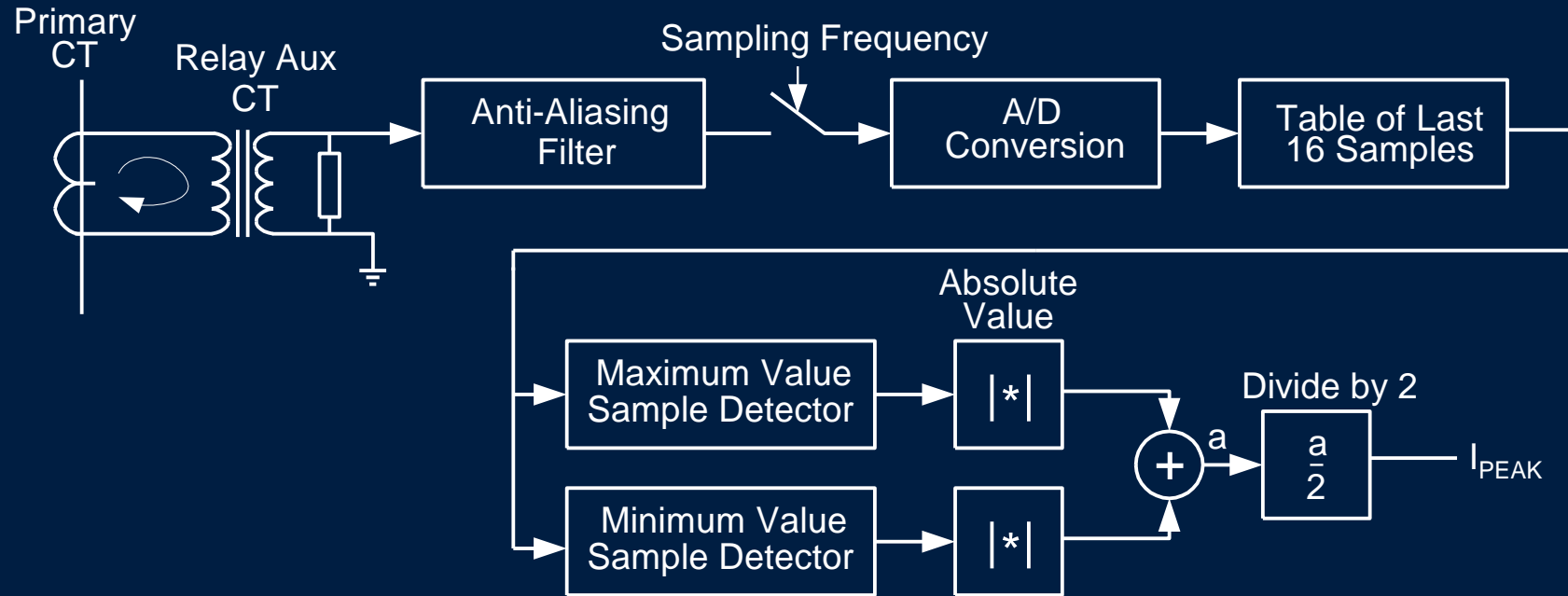
- Relés com filtro digital do tipo cosseno
- Ajuste de sobrecorrente até 80A (secundário)

$$262.5 \geq \left(1 + \frac{X}{R}\right) \cdot I_f Z_b$$

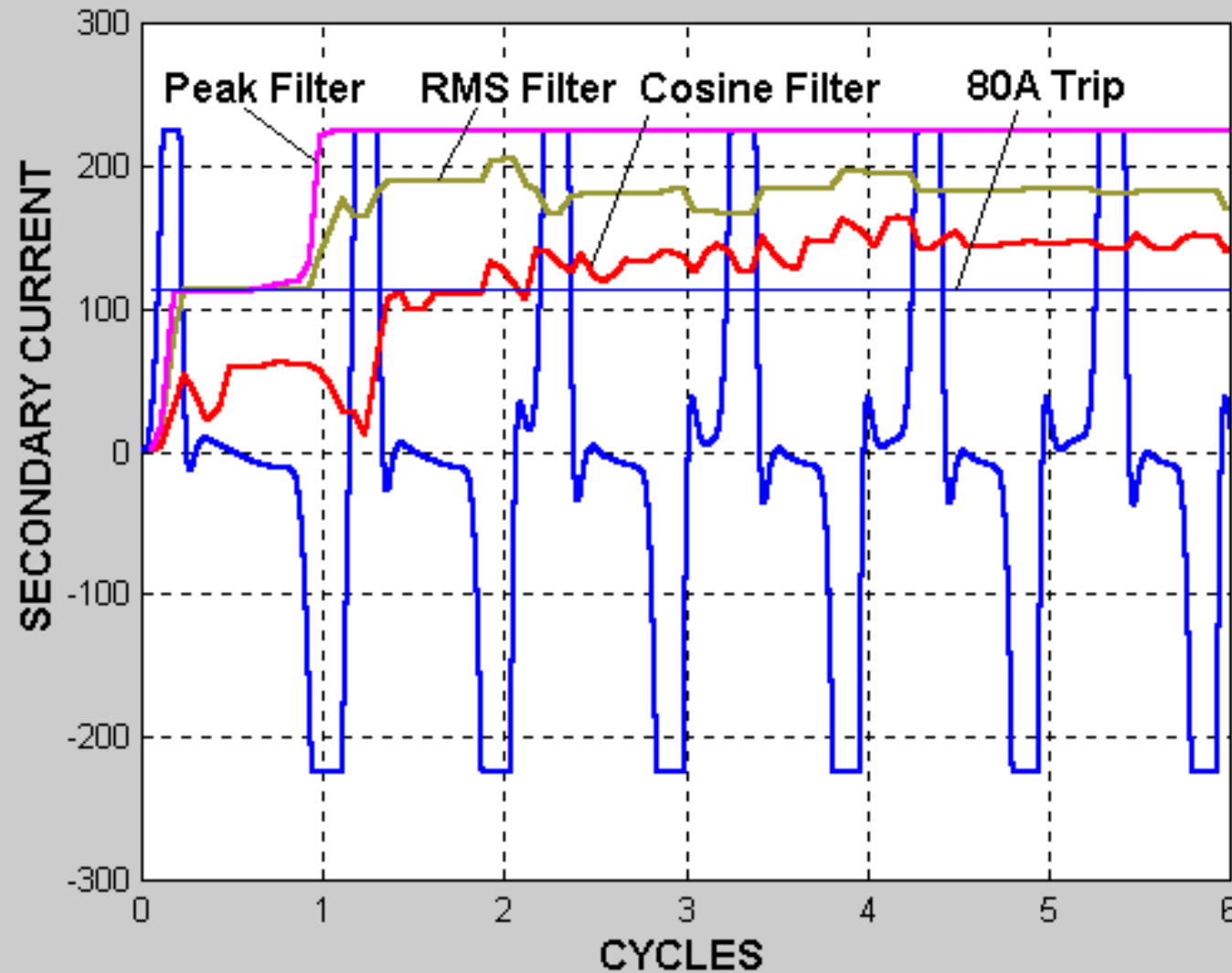
Filtros Utilizados em Relés 50

- Fourier e Cosseno
 - Elimina harmônicos, componente DC e tem *overshoot* baixo
- Filtros do tipo RMS e Detector de Pico também podem ser utilizados

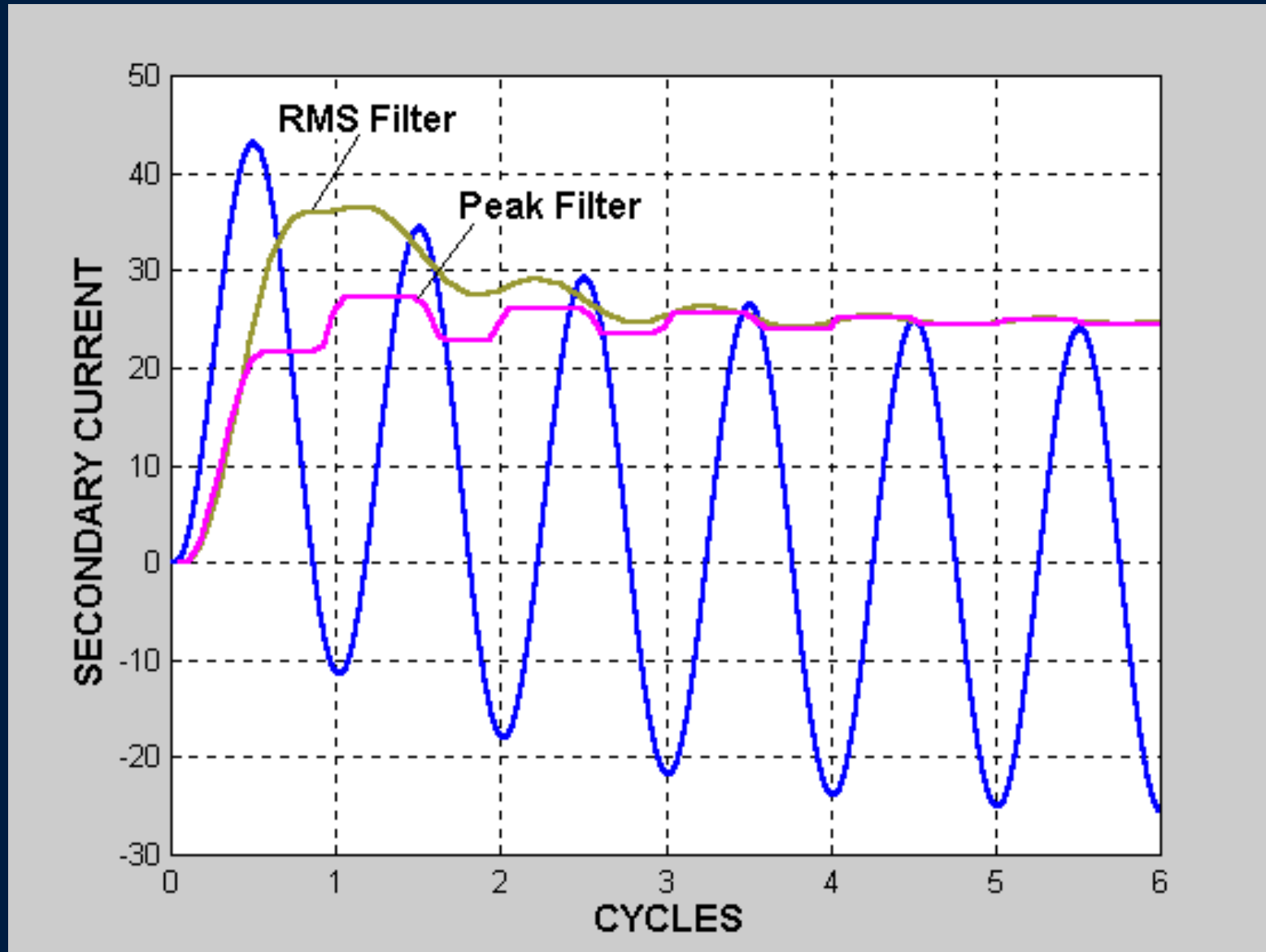
Detector de Pico Bipolar



Resposta Durante Saturação



Overshoot – RMS e Detector de Pico



Performance dos Filtros Durante Saturação

- Os filtros digitais não conseguem fazer uma medição precisa
- A magnitude da componente fundamental não é uma boa representação da corrente de falta

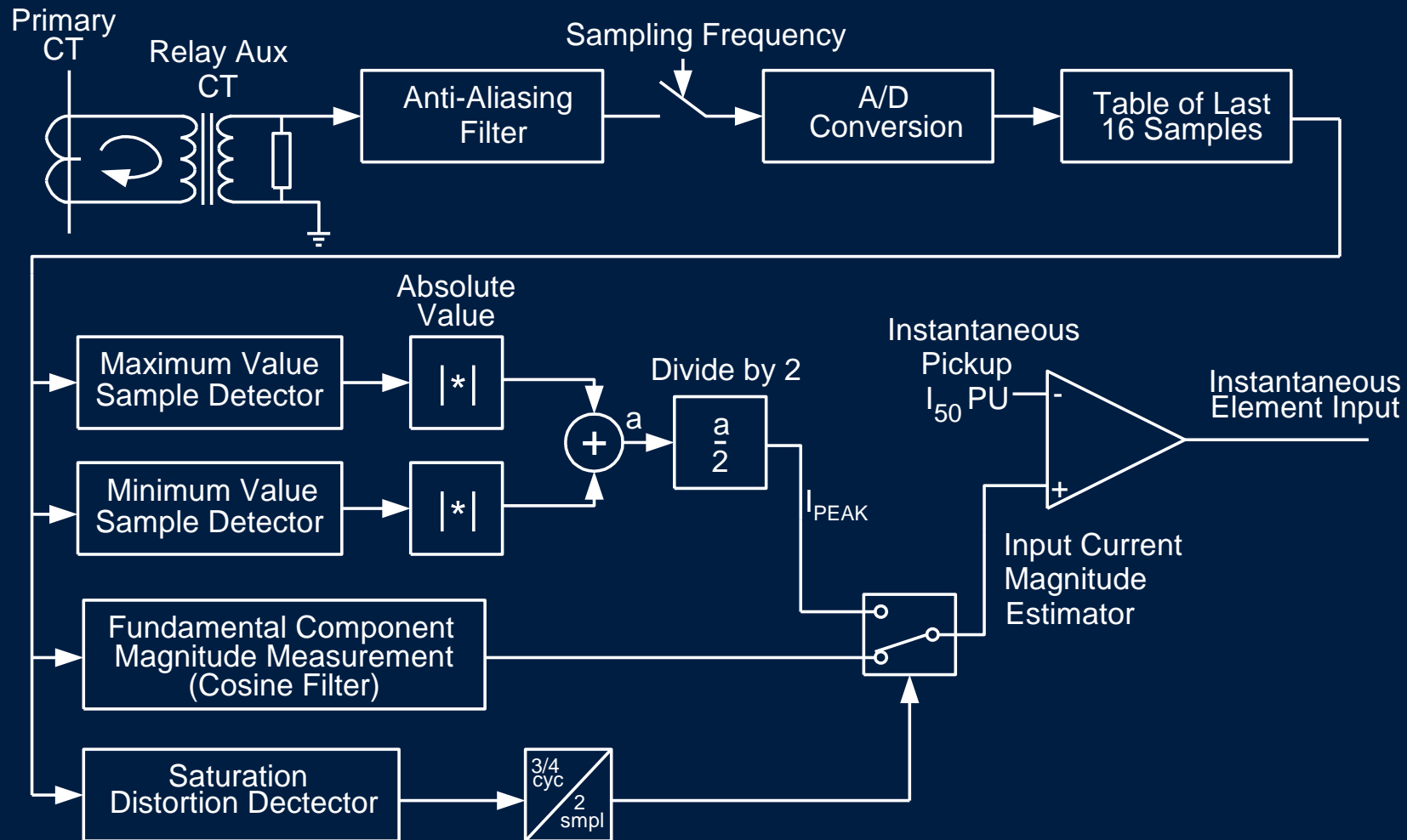
Performance dos Filtros Durante Saturação

- A resposta do filtro RMS e Detector de Pico é mais representativa da corrente de falta
- O filtro RMS apresenta um overshoot elevado (150%), uma vez que leva em conta a componente DC
- O filtro Detector de Pico é o que melhor representa a magnitude da corrente de falta

Filtro Adaptativo Cosseno-Detector de Pico

- Filtro cosseno tem a melhor performance sem saturação, removendo harmônicos e DC
- Filtro Detector de Pico tem a melhor performance para condições de saturação extrema
- Combinação de ambos para fazer um elemento de sobrecorrente ideal
- Seleção baseada no índice de distorção harmônica.

Filtro Adaptativo Cosseno-Detector de Pico

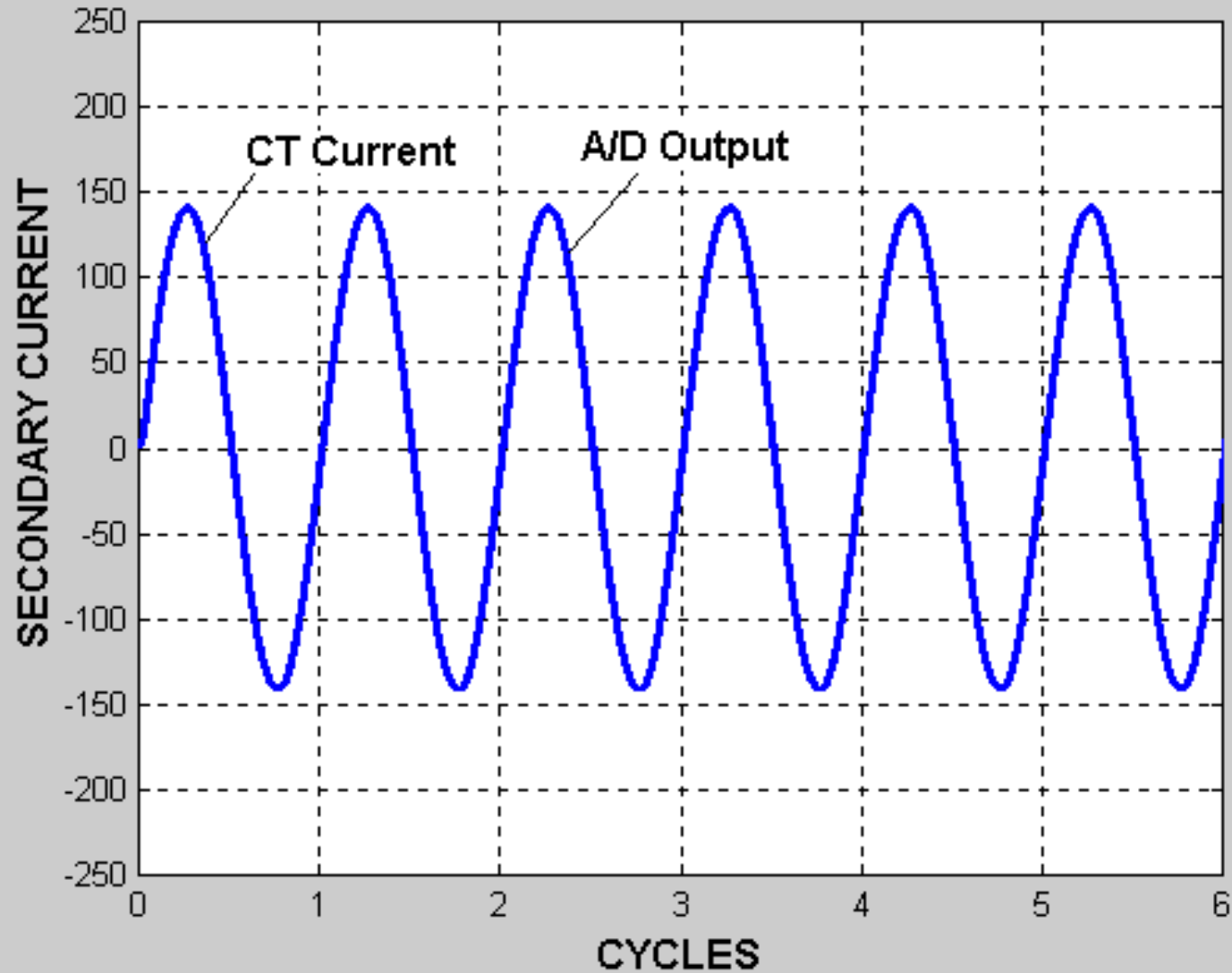


Índice de Distorção

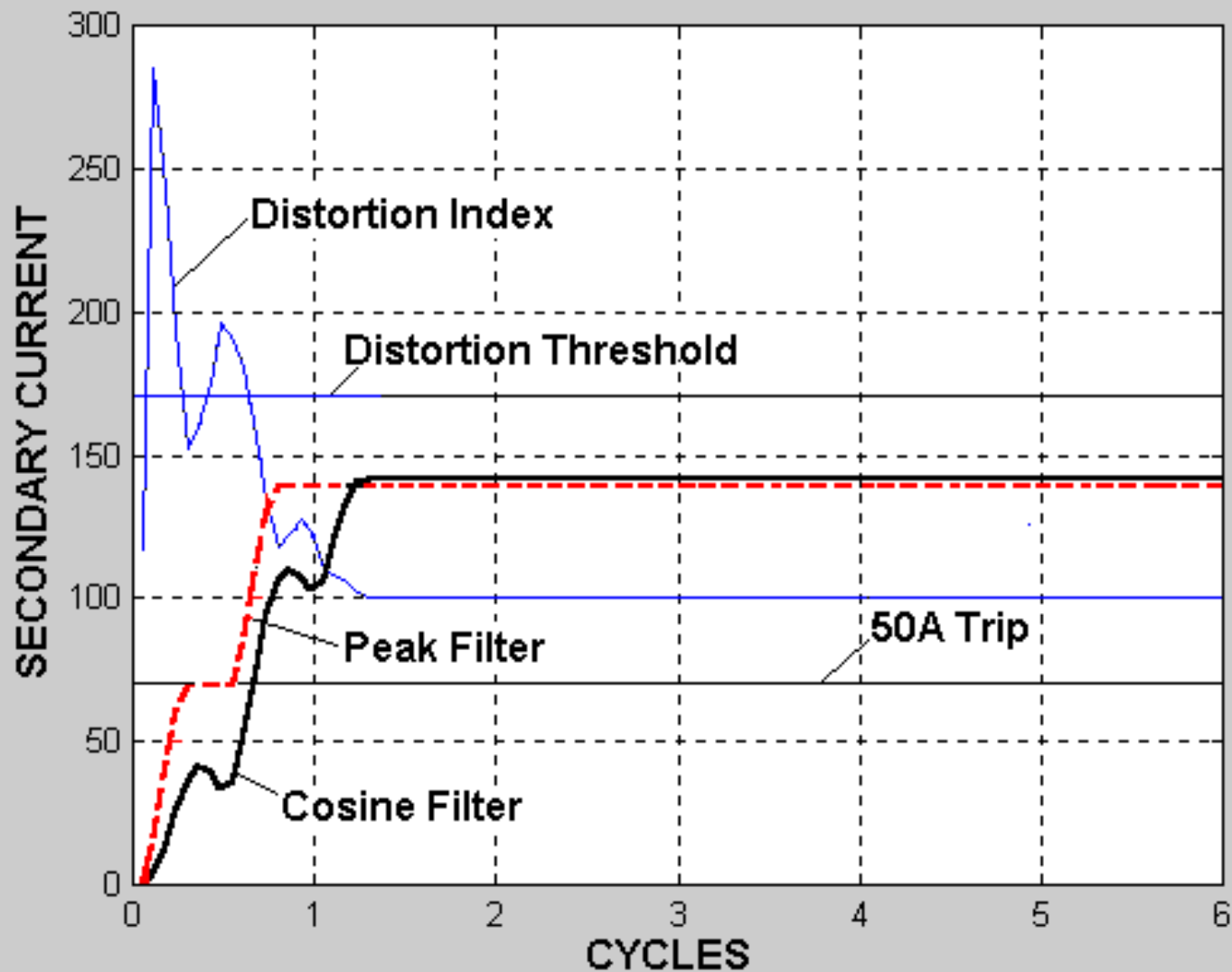
- Utiliza as componentes fundamental, segundo e terceiro harmônico

$$DI = \frac{|A_1| + |A_2| + |A_3|}{|A_1|}$$

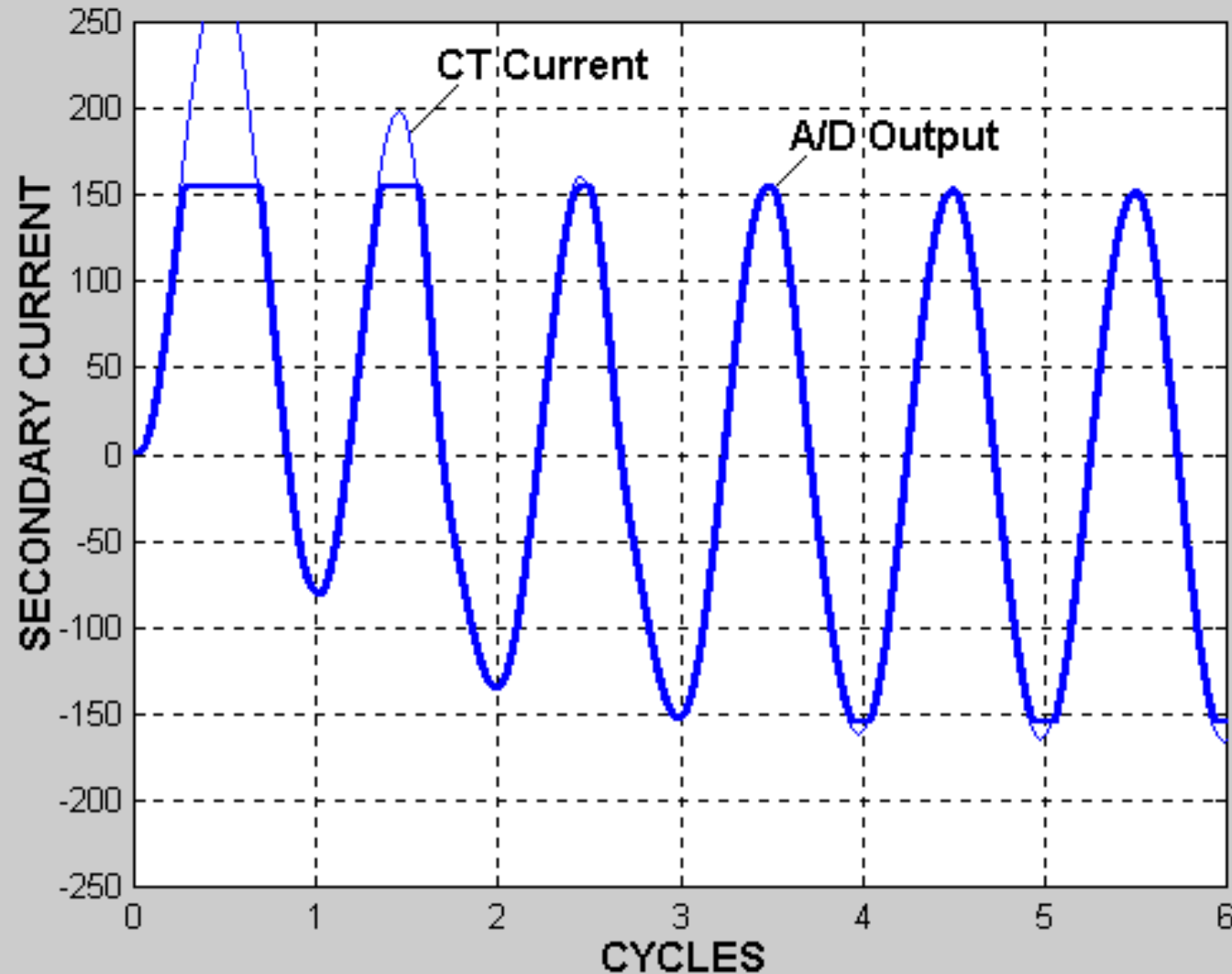
Sem Saturação, 4kA, X/R=11.31



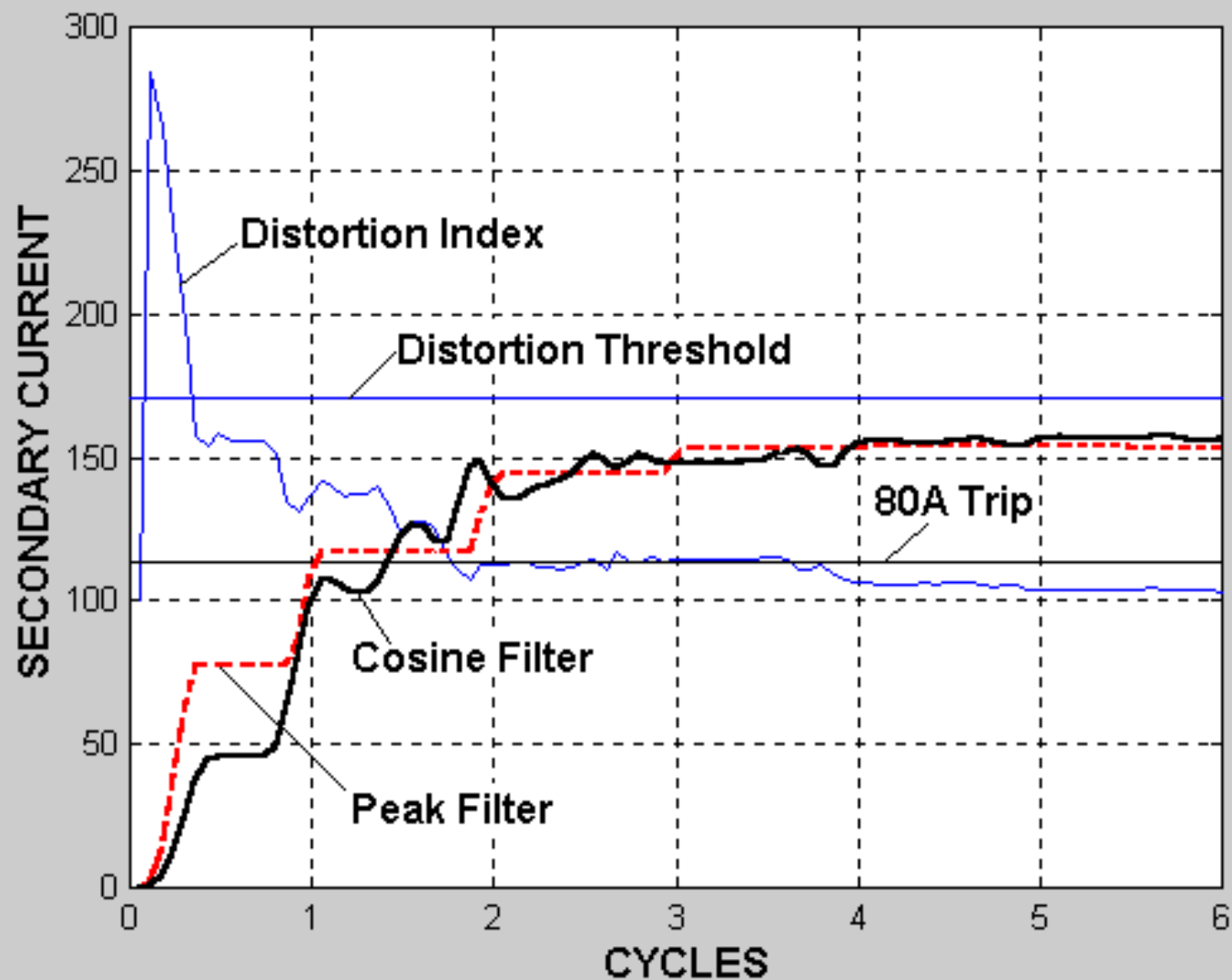
TRIP – Filtro Cosseno, 4kA, X/R=11.31



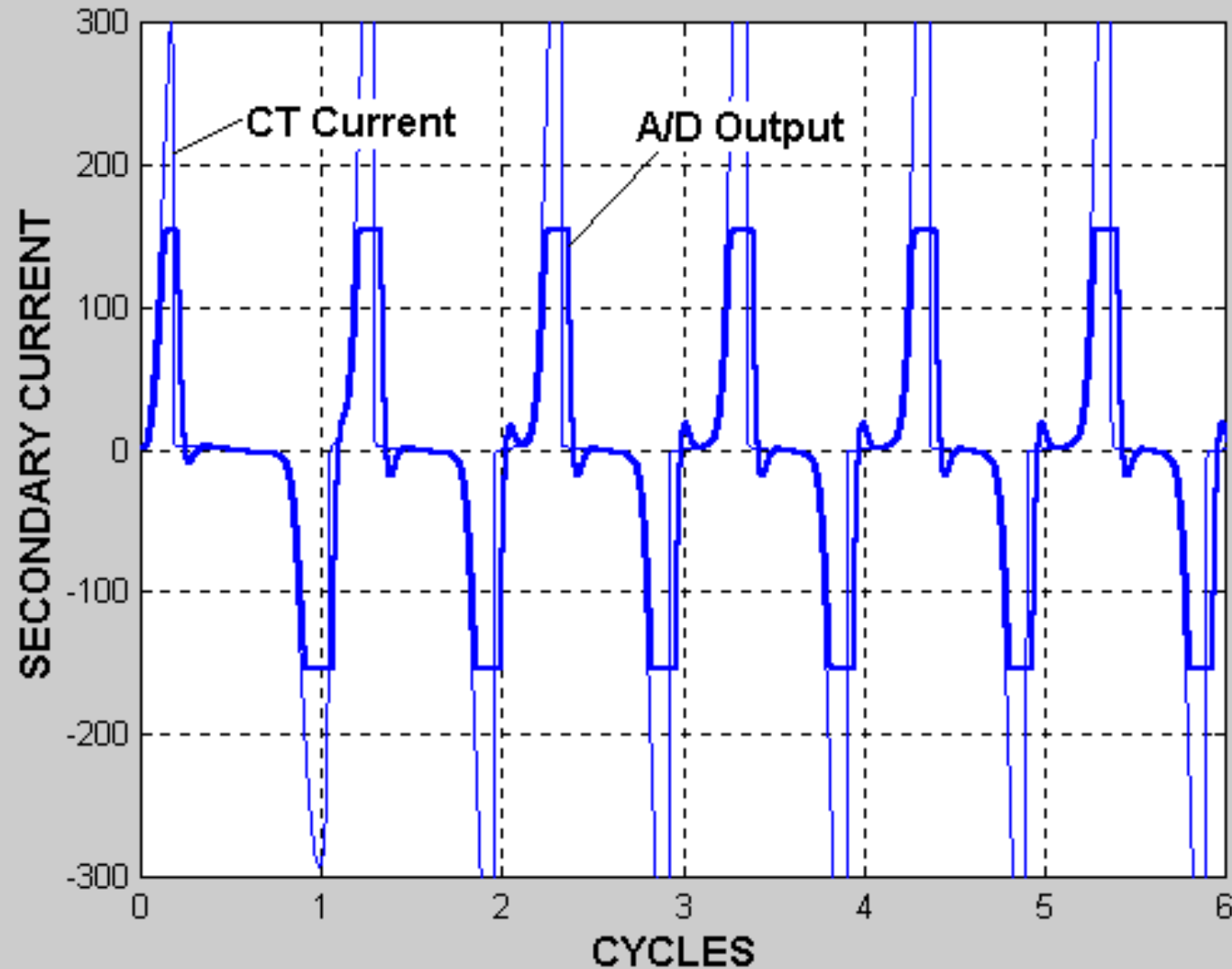
Baixa Saturação, 4.5kA, X/R=11.31



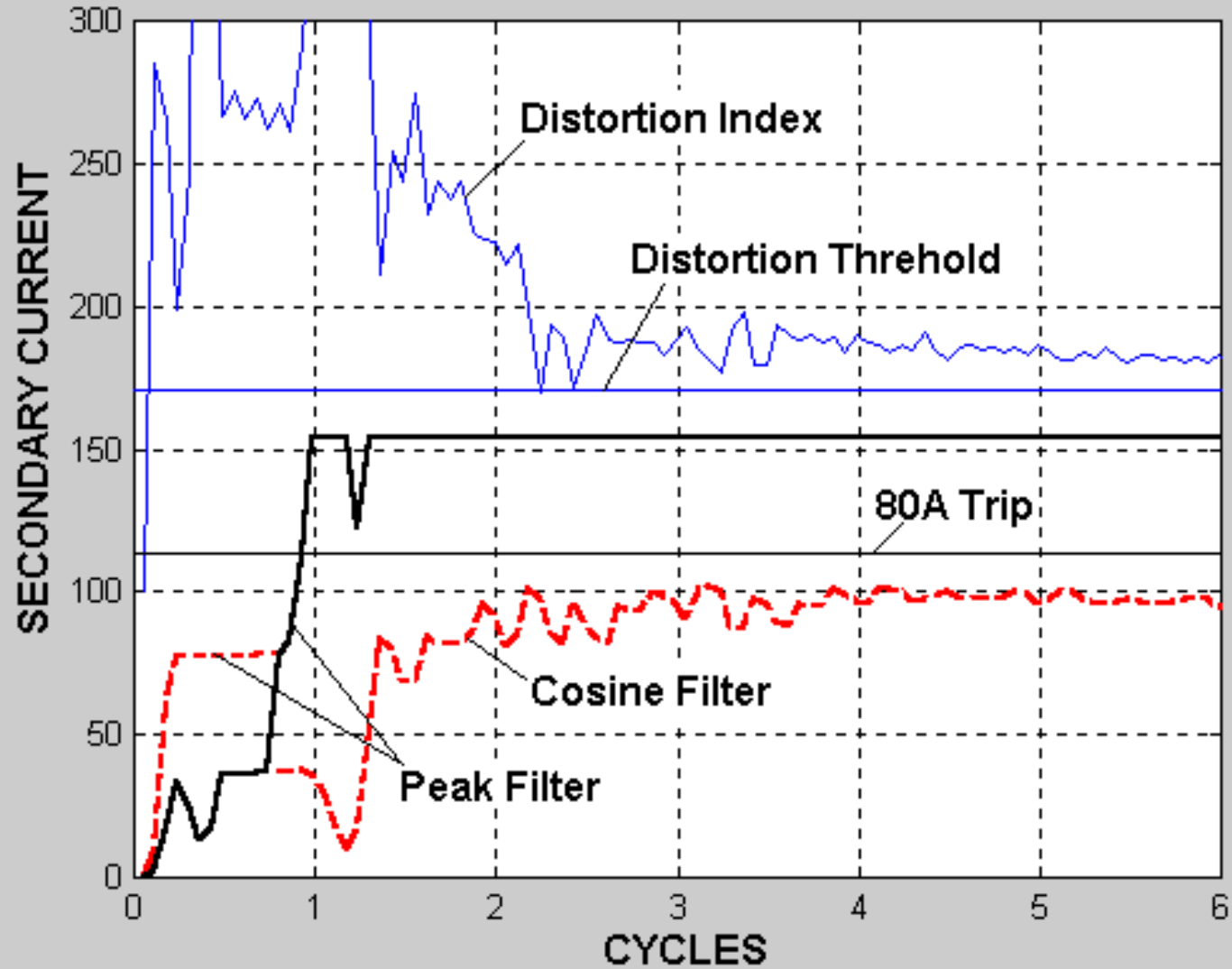
TRIP – Filtro Cosseno 4.5kA, X/R=11.31



Alta Saturação, 20kA, X/R=11.31



TRIP – Filtro Detector de Pico Bipolar, 20kA, $X/R=11.31$

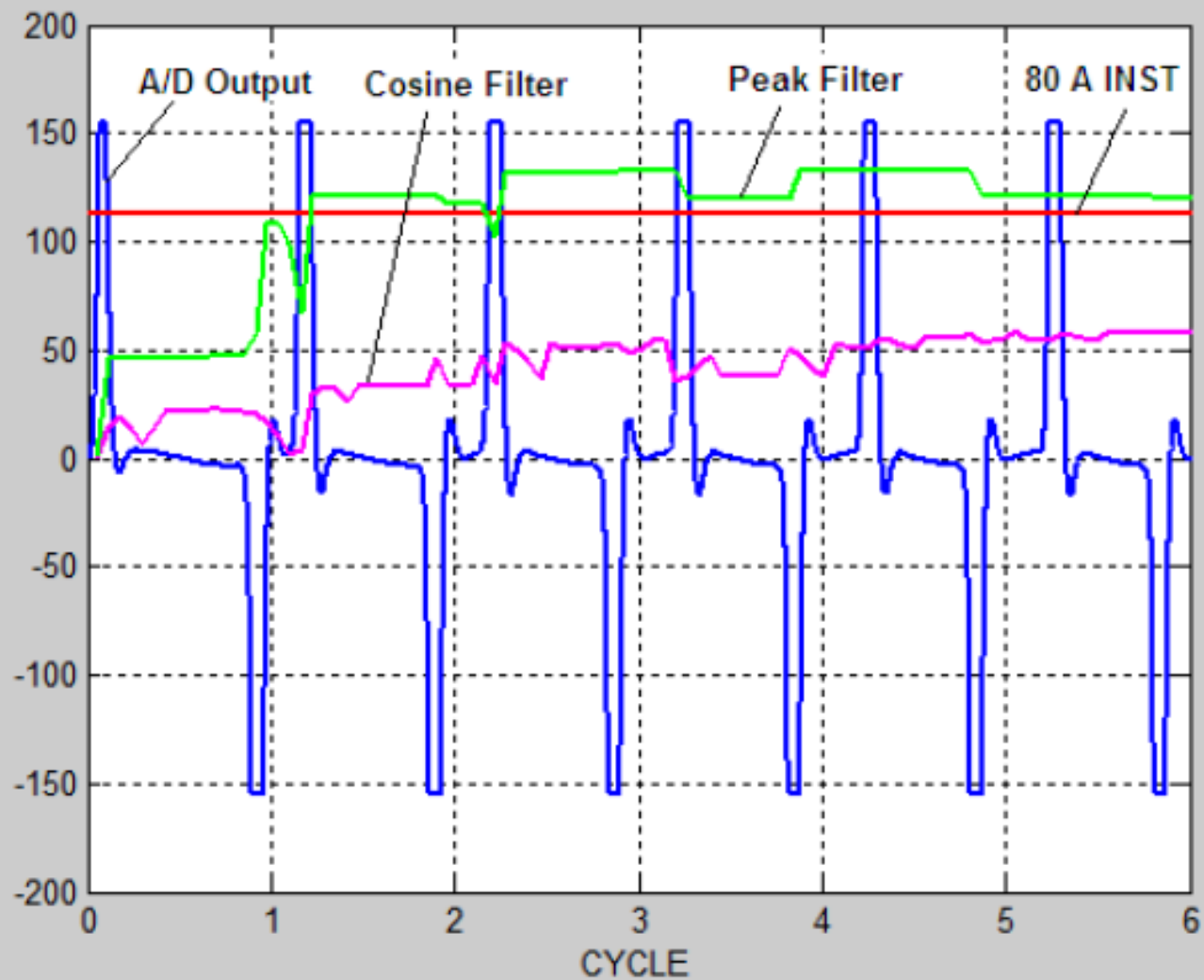




Qual Critério de Seleção de TC se o Relé Possui Filtragem Adaptativa?

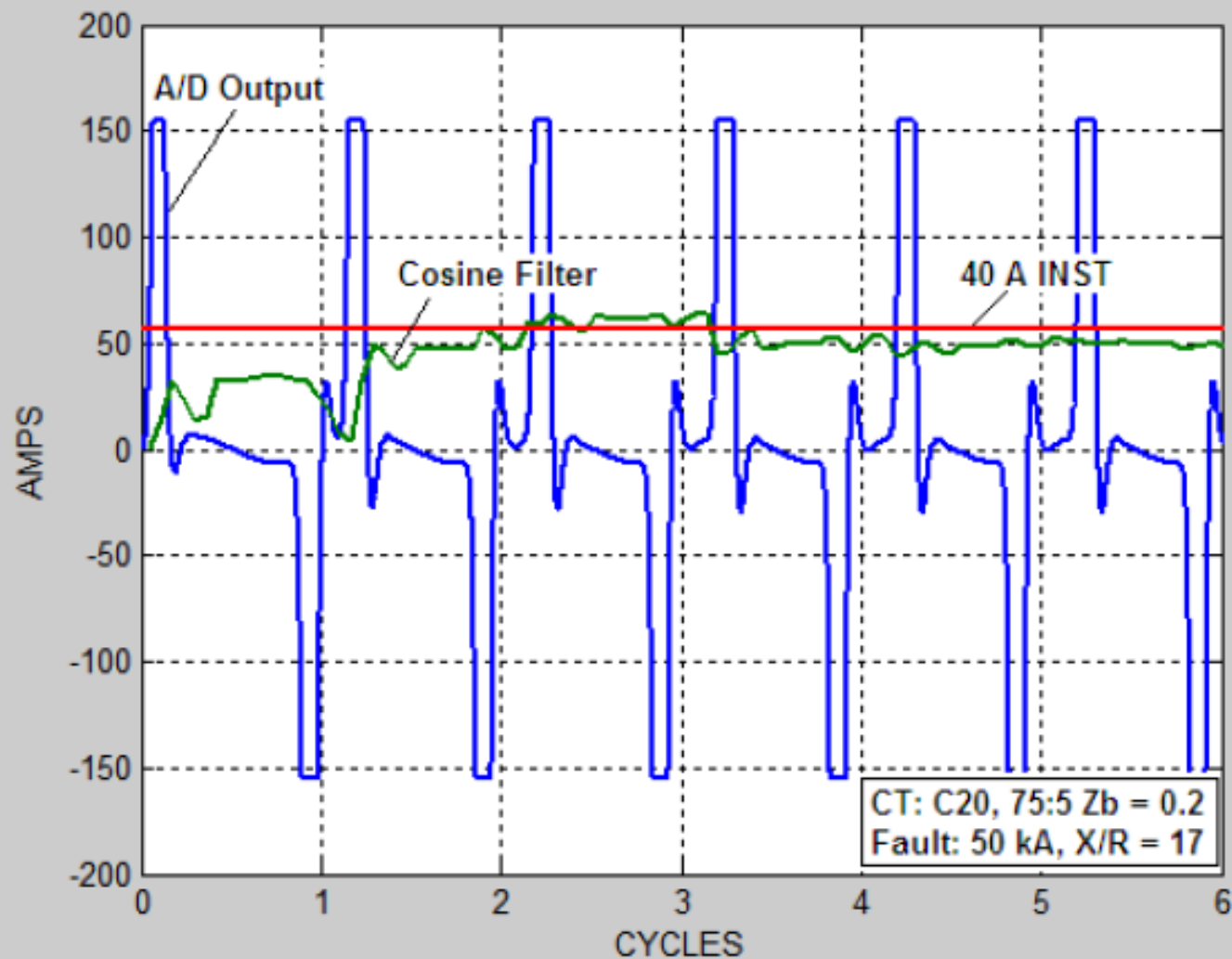
Falta de 50kA – C20, 75:5

Pickup 50 = 80A,sec



Falta de 50kA – C20, 75:5

Pickup 50 = 40A,sec



Tensão de Saturação

TC 75:5 e falta de 50kA

Corrente de falta:

$$I_f = \frac{I_{Max}}{CT_{Rating}} = \frac{50,000}{75} = 666.67$$

Burden padrão 0.2Ω e burden do teste 0.2Ω :

$$Z_b = \frac{Z_{Burden}}{Z_{Std}} = \frac{0.2}{0.2} = 1$$

X/R = 17:

$$V_s \geq (1 + 17)(666.67) = 12000$$

Critério de Seleção

- Relés com filtragem adaptativa (Cosseno-Detector de Pico Bipolar)
- Ajuste de sobrecorrente até 80A,sec

$$12000 \geq \left(1 + \frac{X}{R}\right) \cdot I_f Z_b$$

Resumindo

- Evitar saturação do TC

$$20 \geq V_s = \left(1 + \frac{X}{R}\right) \cdot I_f Z_b$$

- Relés com filtro cosseno, sem filtro adaptativo*

$$262.5 \geq \left(1 + \frac{X}{R}\right) \cdot I_f Z_b$$

*Ajuste máximo de sobrecorrente em 80A,sec

Resumindo

- Relés com filtro adaptativo Cosseno - detector de Pico Bipolar*

$$12000 \geq \left(1 + \frac{X}{R}\right) \cdot I_f Z_b$$

- Também deve ser verificado
 - ◆ Corrente de carga do circuito
 - ◆ Suportabilidade da entrada de corrente do relé
 - ◆ Suportabilidade térmica do TC

*Ajuste máximo de sobrecorrente em 80A,sec

Relés com Filtragem Adaptativa

- SEL-351A
- SEL-351S
- SEL-351(-0 até 7)
- SEL-501
- SEL-551 e SEL-551C
- SEL-587
- SEL-700G
- SEL-701
- SEL-710 e SEL-710-5
- SEL-749M
- SEL-751 e 751A
- SEL-787 e SEL-787-2/3/4
- SEL-849

Obrigado!

Andrei Coelho

andrei_coelho@selinc.com

(19) 3515-2021

Seminários

- Seminário Técnico de Proteção e Automação de Sistemas Elétricos Industriais

07 de Maio de 2019 - Ribeirão Preto/SP

- Seminário Técnico de Automação e Segurança Cibernética

29 e 30 de Maio de 2019 – Campinas/SP

Seminários

- Seminário Técnico de Proteção e Automação de Sistemas Elétricos Industriais

11 de Junho de 2019 - Porto Alegre/RS

- Seminário Técnico de Proteção e Automação de Sistemas Elétricos Industriais

01 de Agosto de 2019 - Juiz de Fora/MG

Seminários

- Seminário Técnico de Proteção e Automação de Sistemas Elétricos Industriais

08 de Outubro de 2019 - Goiânia/GO

Webinars

- Redes Definidas por Softwares em Subestações de Energia Elétrica

06 de Maio de 2019

- Utilização do Diagrama de Bewley para Localização de Falhas em Linhas de Transmissão

20 de Maio de 2019

Webinars

- Proteção, Controle e Automação de Microgrids

03 de Junho de 2019

- Melhores Práticas para ajustes de Religamento Automático em LTs

17 de Junho de 2019

Webinars

- Sistema de Monitoramento de Transformadores

15 de Julho de 2019

- Segurança Cibernética em Subestações

29 de Julho de 2019

Webinars

- Indicadores de Faltas com Comunicação SEL

05 de Agosto de 2019

- Sistema de Gerenciamento de Energia

19 de Agosto de 2019

Webinars

- Proteção Térmica de Motores de Indução

09 de Setembro de 2019

- Ajustes e Parametrização da Função de Detecção de Arcos Elétricos

23 de Setembro de 2019