

# NORMAS ABNT NBR DE INVERSORES PARA SFCR



**AIMÉ PINTO** - [afpinto@iee.usp.br](mailto:afpinto@iee.usp.br)

**IEE** – [www.iee.usp.br](http://www.iee.usp.br)

**ILDO BET** - [ildo@phb.com.br](mailto:ildo@phb.com.br)

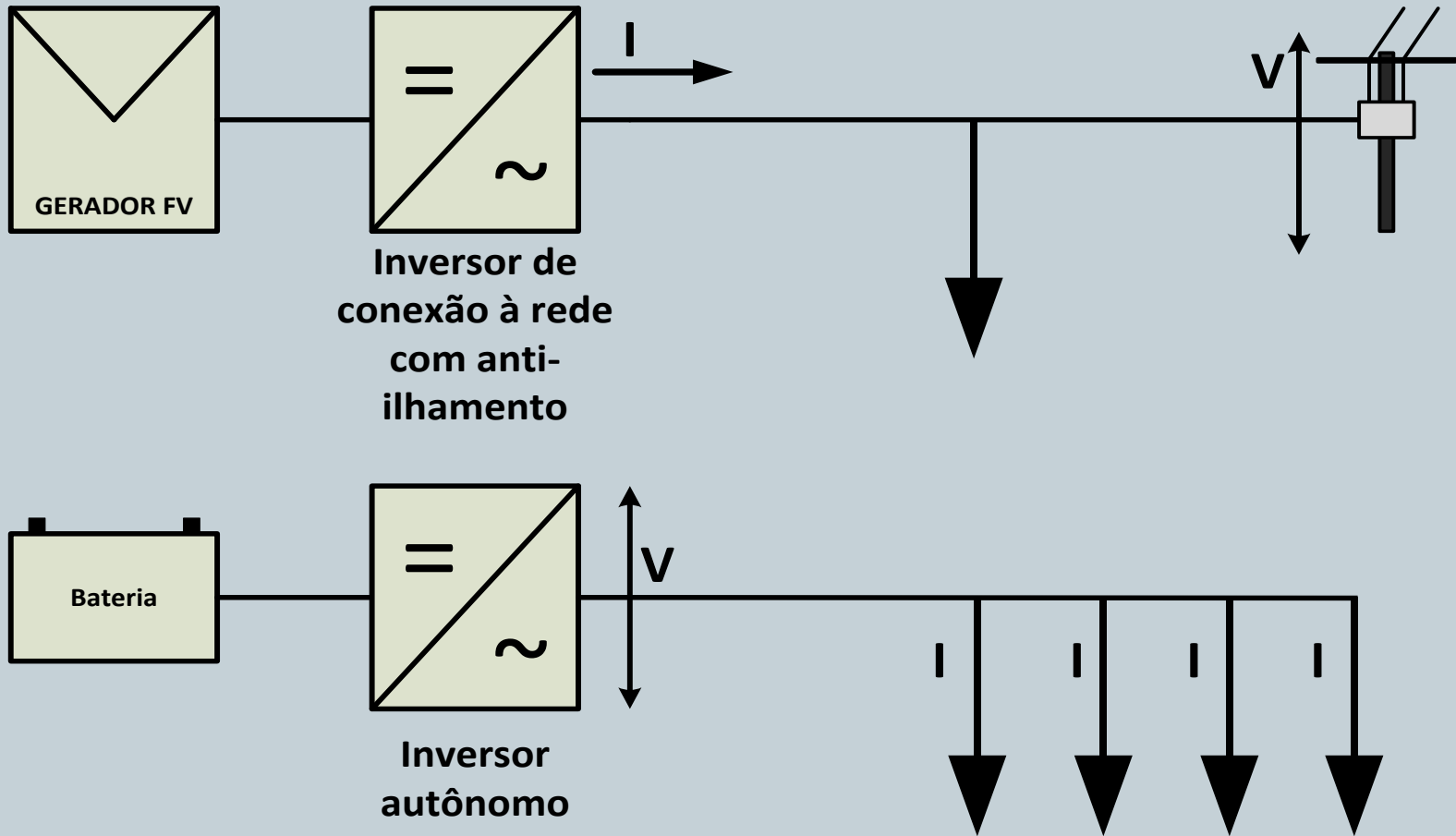
**PHB** – [www.phb.com.br](http://www.phb.com.br)

**ABNT CE - 03:082.01 – Sistemas de Conversão  
Fotovoltaica de Energia Solar**

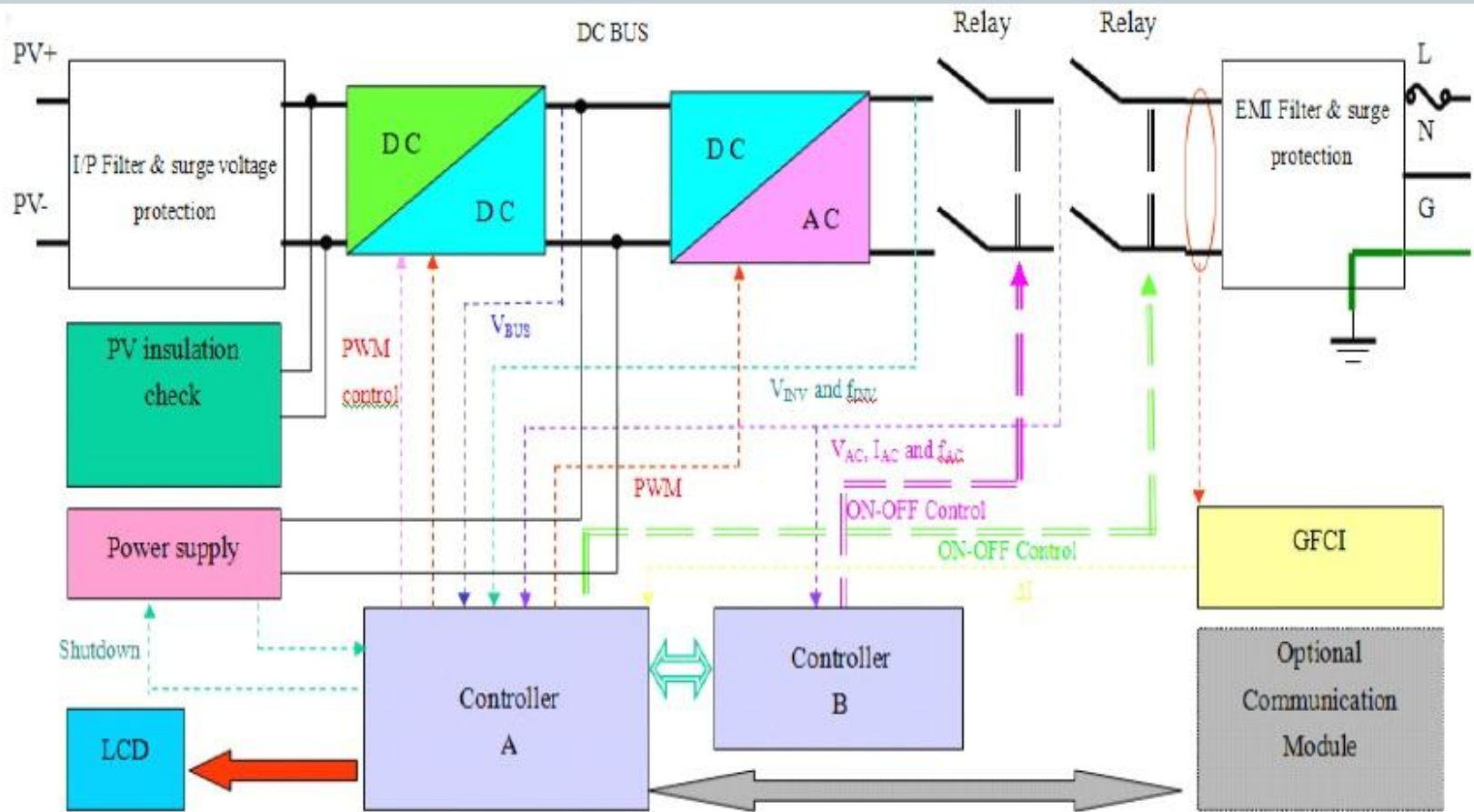
## PN 03:082.01-001 - Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características dos inversores para conexão à rede elétrica de distribuição

- O objetivo desta norma é estabelecer **requisitos elétricos do inversor** para a interconexão de sistemas fotovoltaicos à rede elétrica de distribuição.
- Este documento se aplica para inversores de até **1 MW** mono ou polifásicos.
- Esta norma se aplica a sistemas (SFCCR) para a interconexão com a **rede elétrica de distribuição**.
- Origem: IEC 61727 - PV Systems - Characteristics of the Utility Interface

# PN 03:082.01-001



# Diagrama de Blocos do Inversor sem Trafo



# PN 03:082.01-001



- **Tensão e Frequência Nominais**
- A tensão e frequência do sistema fotovoltaico devem ser compatíveis com os valores nominais da rede elétrica local contidos no **PRODIST – Procedimento de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional**.
- **Frequência : 60 Hz**
- **Tensão** : (220/127), (380/220), (254/127), 440/220), (208/120), (230/115), (240/120), (220/110)

## PN 03:082.01-001



- **Injeção de corrente CC** (permanece igual à IEC)
- O sistema fotovoltaico não deve injetar corrente CC, superior a 1% da corrente nominal de saída do inversor, na rede elétrica sobre qualquer condição operacional.

# PN 03:082.01-001



- **THDi** (permanece igual à IEC)
- A distorção harmônica total de corrente deve ser inferior a 5%, na potência nominal do inversor.

| <b>Harmônicas ímpares</b> | <b>Limite de distorção</b> |
|---------------------------|----------------------------|
| 3° a 9°                   | < 4,0 %                    |
| 11° a 15°                 | < 2,0 %                    |
| 17° a 21°                 | < 1,5 %                    |
| 23° a 33°                 | < 0,6 %                    |
| <b>Harmônicas pares</b>   | <b>Limite de distorção</b> |
| 2° a 8°                   | < 1,0 %                    |
| 10° a 32°                 | < 0,5 %                    |

# PN 03:082.01-001 - Sistemas Fotovoltaicos (FV) – Características da Conexão à Rede Elétrica



- **Fator de potência**
- O sistema fotovoltaico deve ter um fator de potência maior que **0,92 indutivo** para **carregamentos superiores a 50%**.
- Obs. Sistemas FV com a **função de compensação de reativos** podem operar fora desse limite caso a distribuidora permita.
- Foi alterado de 0,9 para 0,92 para adequação ao PRODIST

# PN 03:082.01-001 - Sistemas Fotovoltaicos (FV) – Características da Conexão à Rede Elétrica

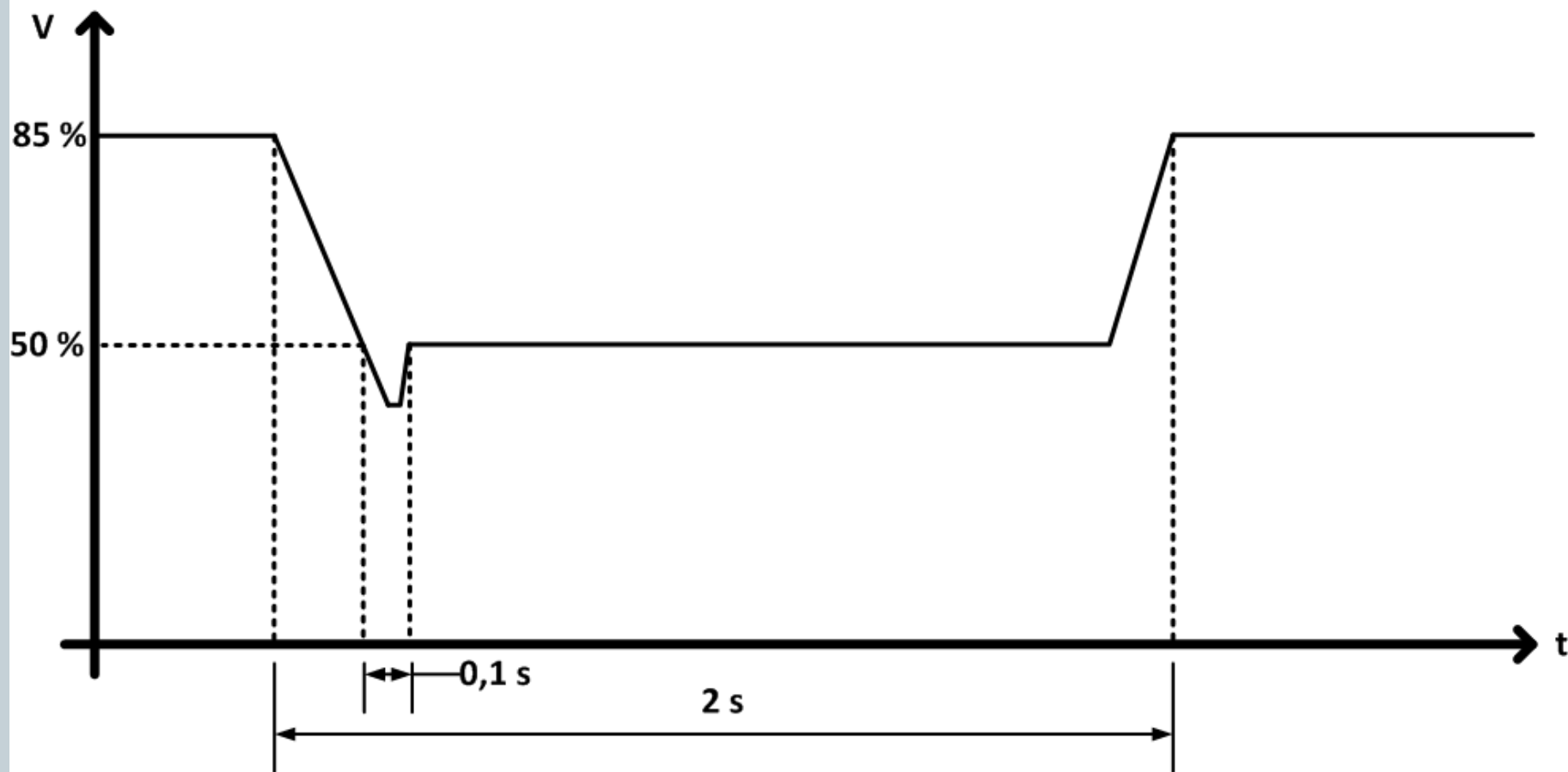


- **Sobre/sub tensão** (permanece igual à IEC)

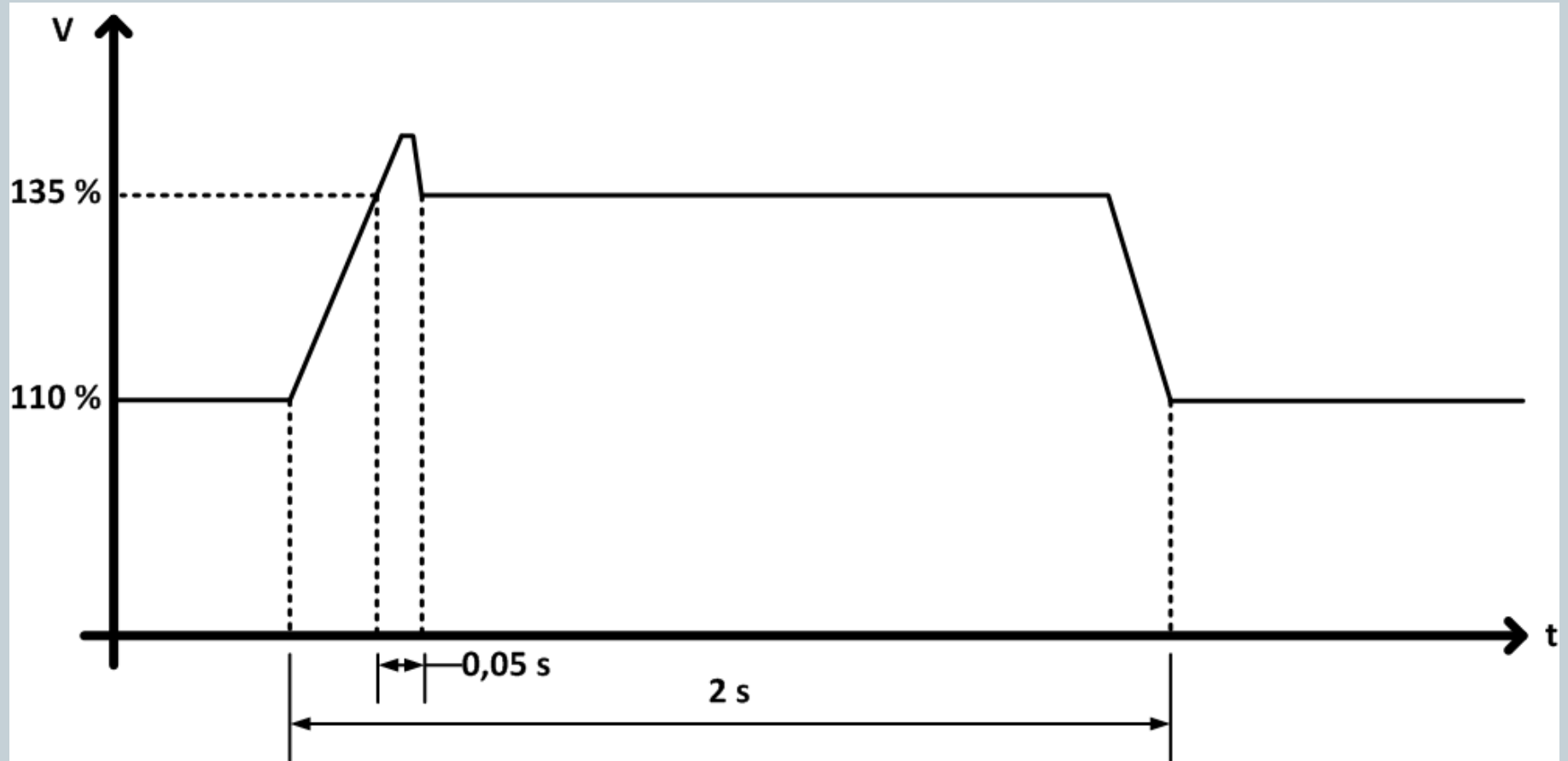
| Tensão no ponto comum de conexão (% em relação à $V_{NOMINAL}$ ) | Tempo máximo de desligamento |
|--|------------------------------|
| $V < 50\%$   | 0,1 s                        |
| $50\% \leq V < 85\%$   | 2,0 s                        |
| $85\% \leq V \leq 110\%$   | Operação contínua            |
| $110\% < V < 135\%$  | 2,0 s                        |
| $135\% \leq V$   | 0,05 s                       |

Em casos de rede elétrica com grande variação na tensão os ajustes de desligamento por sub/sobre tensão poderão ser modificados, para evitar desligamentos desnecessários, em **comum acordo com a distribuidora.**

# PN 03:082.01-001



# PN 03:082.01-001



# PN 03:082.01-001



- **Sobretensão em regime permanente**
- Quando a tensão em regime permanente da rede, no ponto comum de conexão, sai da faixa de operação **adequada, para sobretensão**, especificada no PRODIST, o inversor deve interromper o fornecimento de energia à rede.
- O período de integração e o número de amostras devem ser no mínimo os mesmos estabelecidos no PRODIST, no quesito tensão em regime permanente.
- A reconexão só deve ser feita após a tensão em regime permanente voltar aos valores adequados.

# PN 03:082.01-001



- **Sobre/Sub frequência**

| <b>Frequência no ponto comum de conexão (Hz)</b> | <b>Tempo máximo de desligamento</b> |
|--|-------------------------------------|
| $57,5 > f$                                       | 0,2 s                               |
| $57,5 \leq f \leq 60,5$                          | Operação contínua                   |
| $f > 60,5$                                       | 0,2 s                               |

- Foram alterados em relação à IEC

# PN 03:082.01-001



- **Reconexão** (permanece igual à IEC)
- Depois de uma “desconexão” devido a uma condição anormal da rede, o sistema FV não deve retomar a fornecer energia à rede elétrica (reconexão) por um período **de 20 segundos a 5 minutos** após a retomada das condições normais de tensão e frequência da rede.

# PN 03:082.01-001



- **Proteção contra corrente diferencial-residual**
- Um sistema de monitoração de corrente diferencial-residual é requerido para inversores sem separação elétrica entre o gerador fotovoltaico e a rede.
- O inversor deve interromper o fornecimento de energia à rede, em até 0,3 segundos, se a corrente diferencial-residual for superior à 300 mA.

| Valor RMS $\Delta I$ (mA) | Tempo máximo de desligamento (s) <sup>a</sup> |
|---------------------------|---|
| 30                        | 0,3   |
| 60                        | 0,15  |
| 150                       | 0,04  |

- Inversores sem separação elétrica, tanto o elemento de interrupção quanto o de desconexão devem ser do tipo contator ou relé.

# PN 03:082.01-001



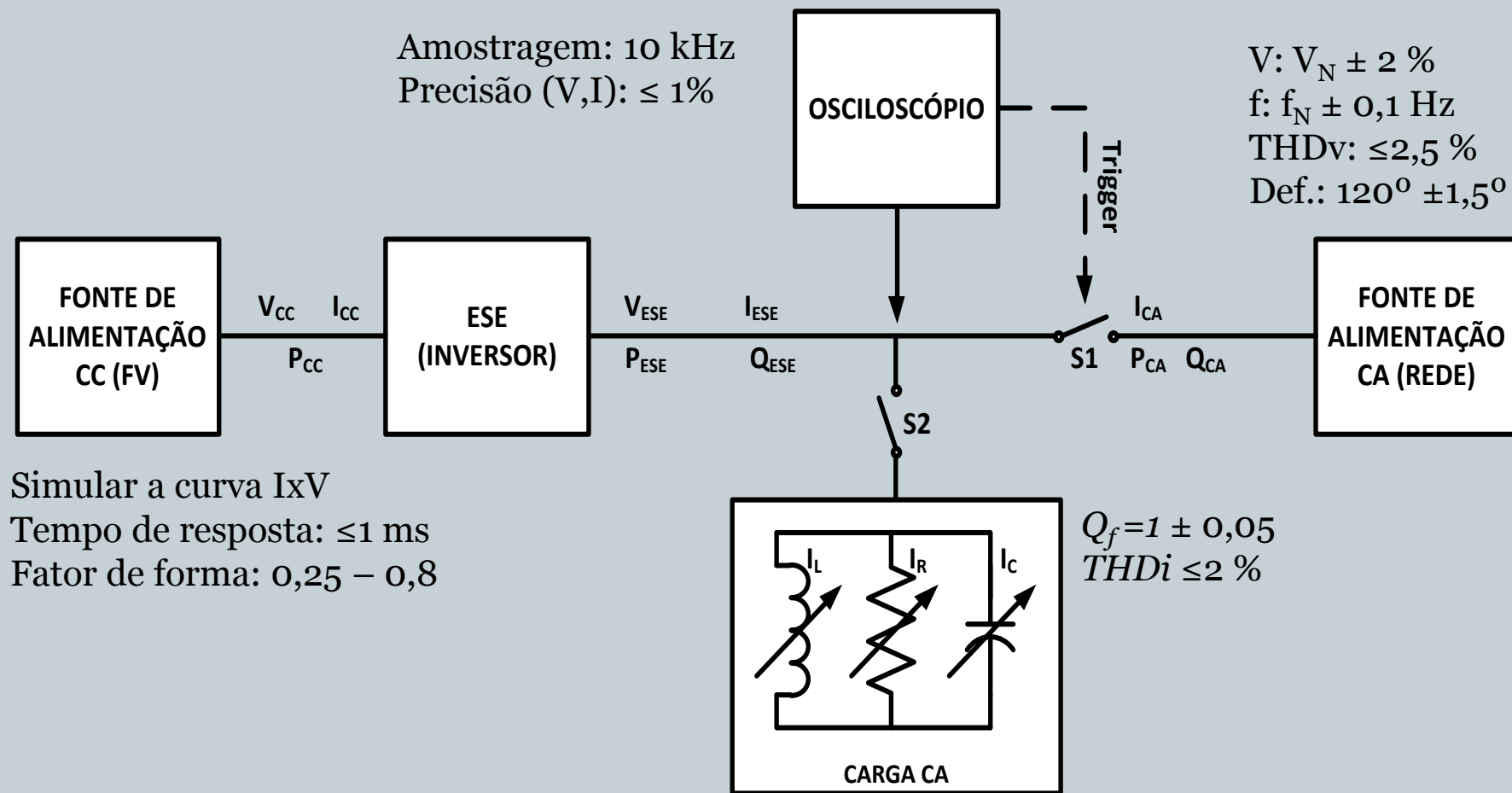
- **Proteção contra ilhamento** (permanece igual à IEC)
- O sistema FV deve cessar de fornecer energia à rede em até **2 segundos** após a perda da rede (ilhamento).
- O procedimento de ensaio de anti-ilhamento dos inversores são objetos da norma ABNT NBR IEC 62116.

# PN 03:082.01-002 - Procedimento de Ensaio de Anti-Ilhamento para Inversores de SFCR



- O objetivo desta norma é fornecer um procedimento de ensaio para avaliar o desempenho das medidas de prevenção de ilhamento utilizadas em sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica (SFCR).
- Esta norma se aplica a outros tipos de sistemas conectados à rede (por exemplo: inversores que tem como fonte primária microturbinas e células a combustível, máquinas síncronas e de indução) sendo necessária uma análise técnica.
- Origem: IEC 62116 - Test Procedure of Islanding Prevention Measures for Utility-interconnected Photovoltaic Inverters

# PN 03:082.01-002 - Procedimento de Ensaio de Anti-Ilhamento para Inversores de SFCR



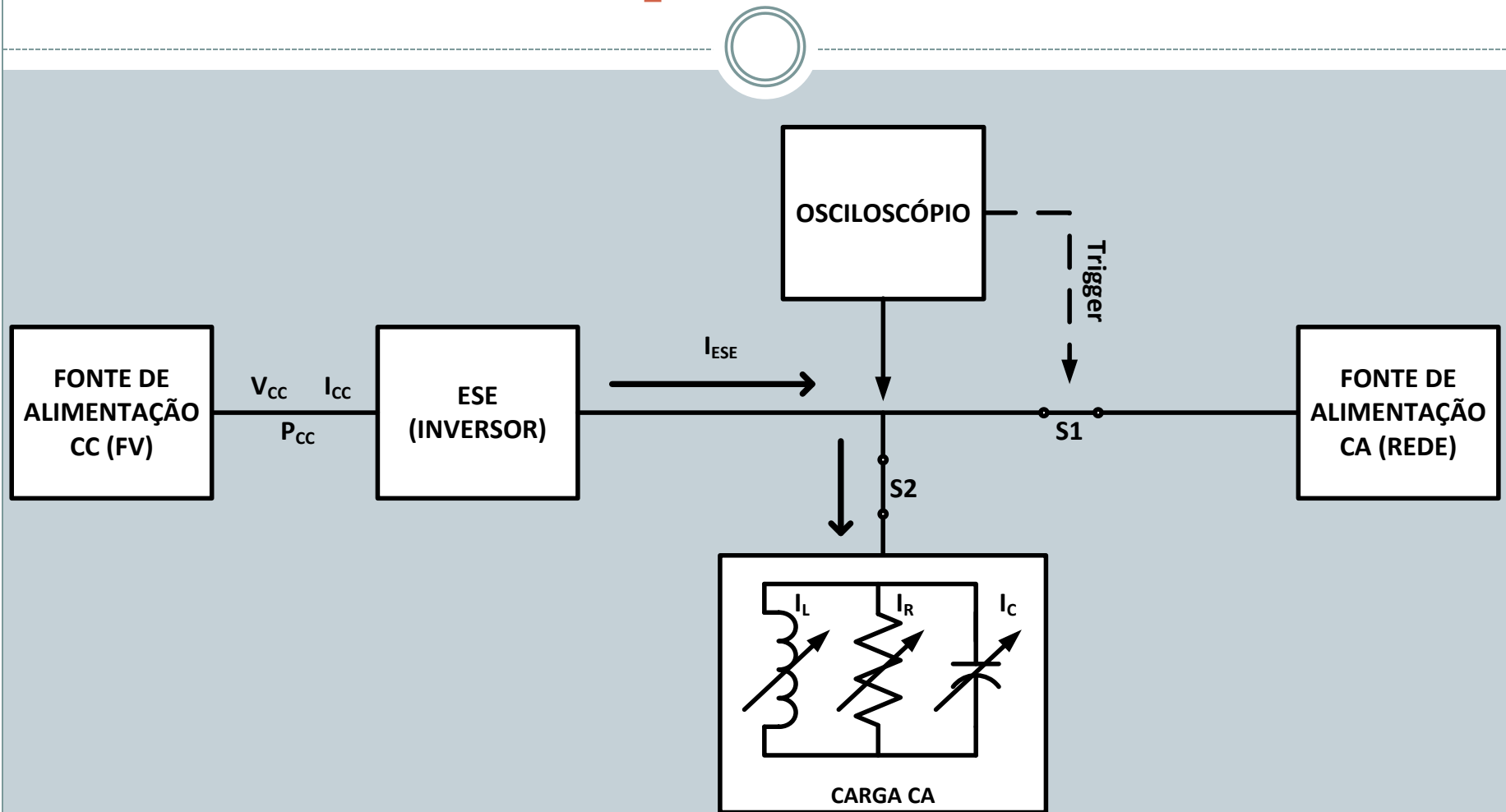
# PN 03:082.01-002 - Procedimento de Ensaio de Anti-Ilhamento para Inversores de SFCR



## Condições de Equilíbrio

|   | $P_{INV}$               | $V_{entrada}$ <b>INVERSOR</b>  |
|---|-------------------------|--------------------------------|
| A | Máxima permitida        | $>90 \% V_{min-max}$           |
| B | $50 \% - 66 \% P_{MAX}$ | $50 \% V_{min-max}, \pm 10 \%$ |
| C | $25 \% - 33 \% P_{MAX}$ | $<10 \% V_{min-max}$           |

# PN 03:082.01-002 - Procedimento de Ensaio de Anti-Ilhamento para Inversores de SFCR



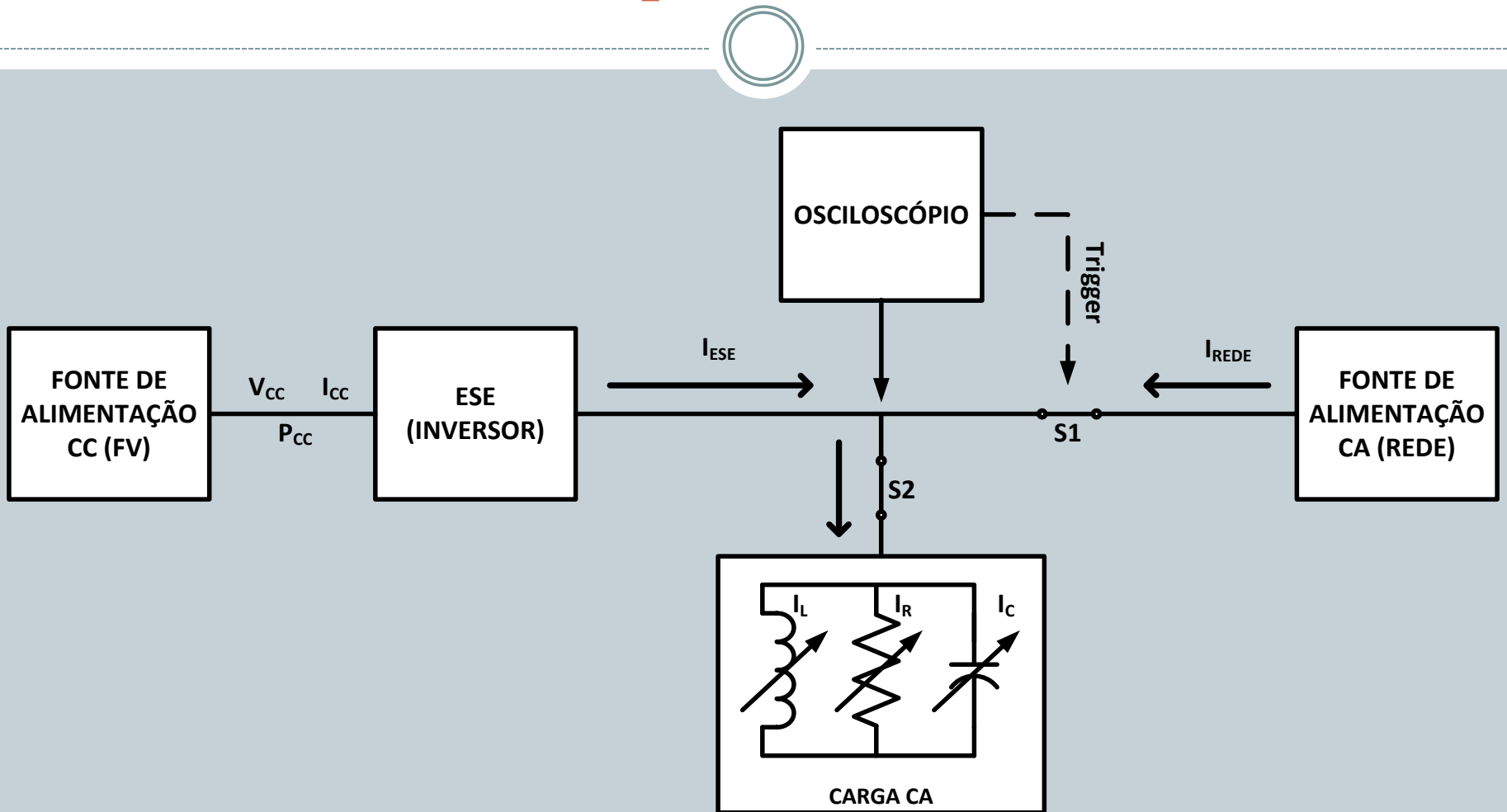
# PN 03:082.01-002 - Procedimento de Ensaio de Anti-Ilhamento para Inversores de SFCR



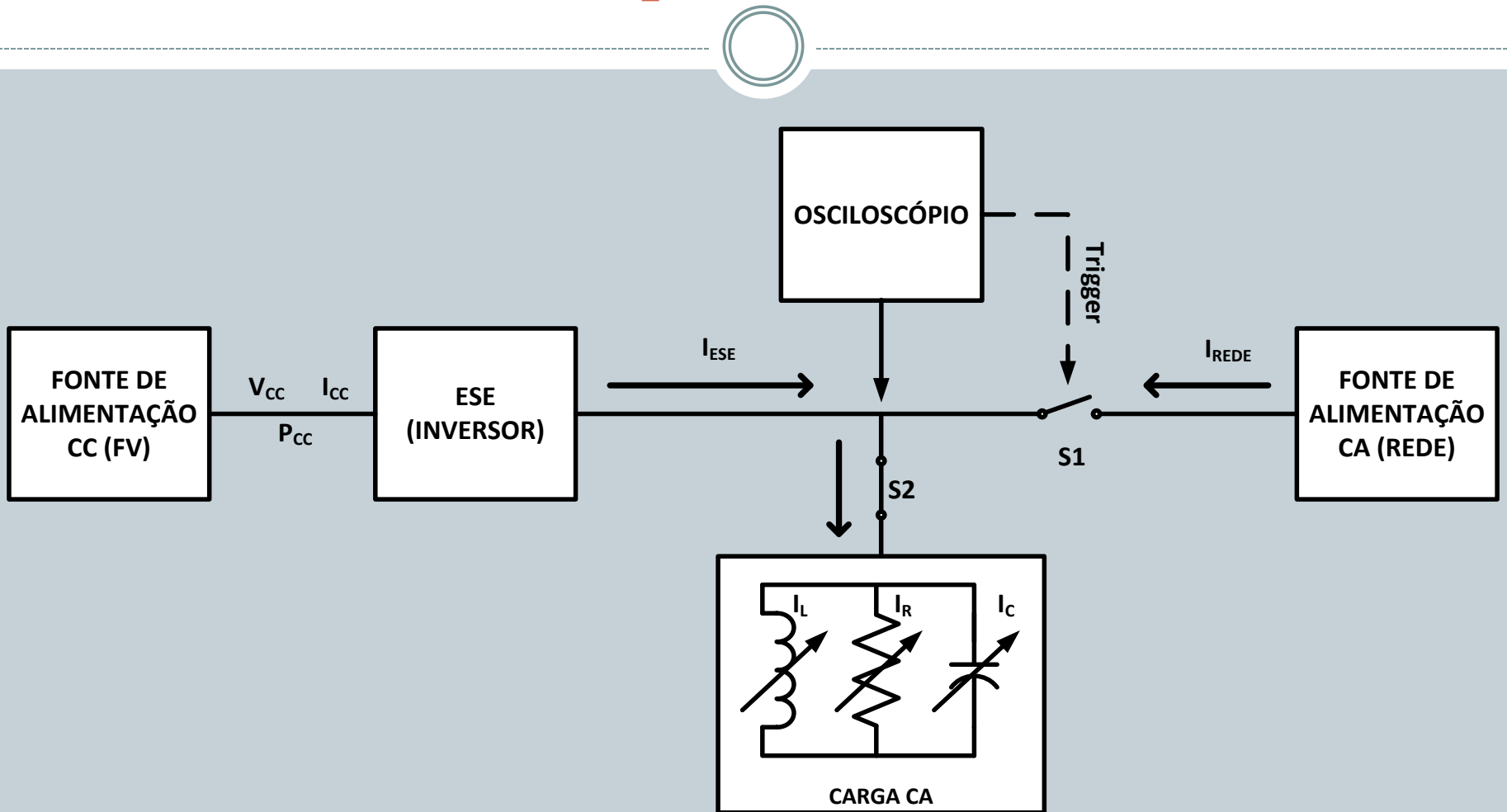
## Condições de Desequilíbrio (potência proveniente da rede)

|   |               |               |
|---|---------------|---------------|
| A | Variação em P | Variação em Q |
| B | -             | Variação em Q |
| C | -             | Variação em Q |

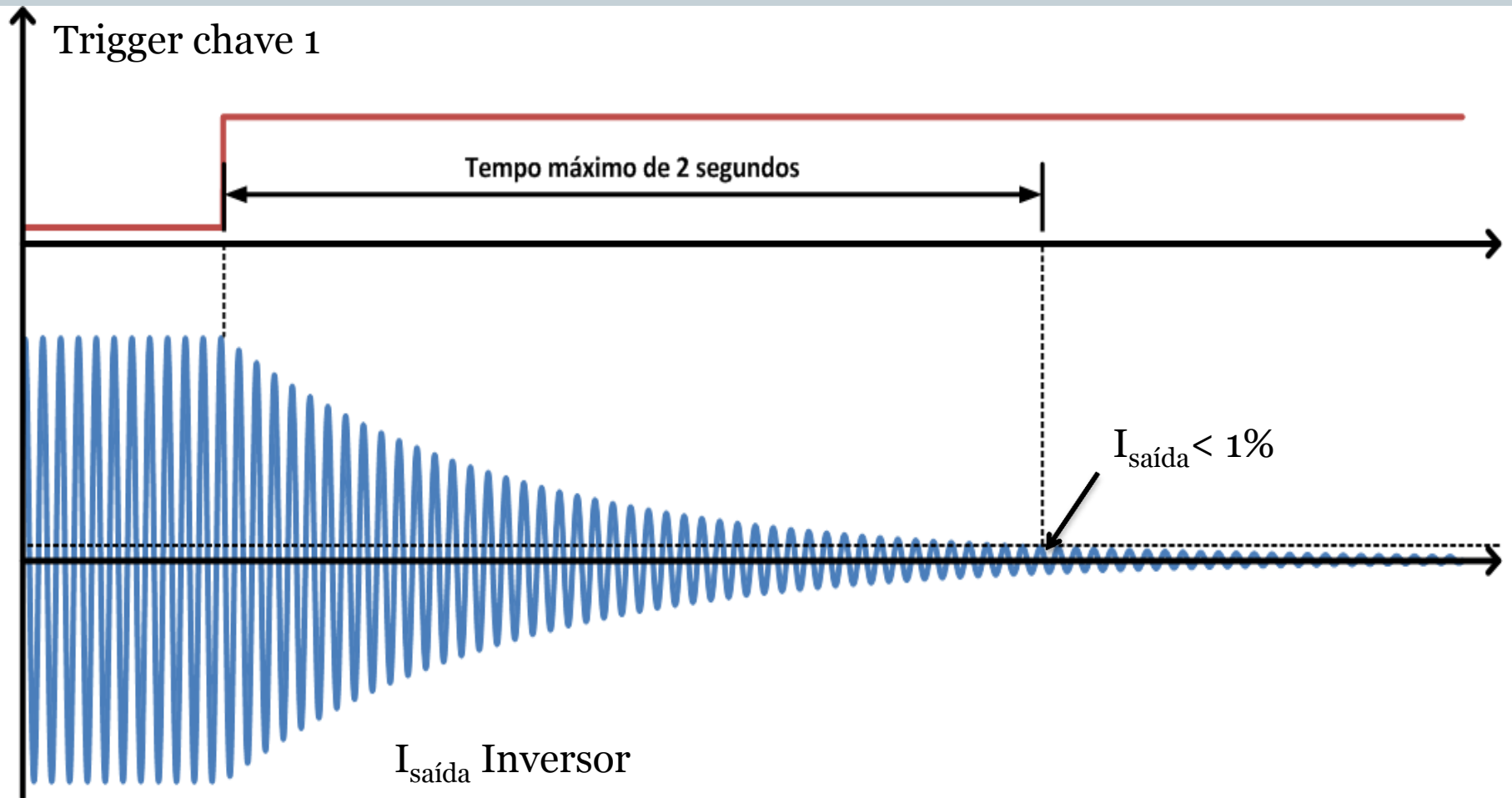
# PN 03:082.01-002 - Procedimento de Ensaio de Anti-Ilhamento para Inversores de SFCR



# PN 03:082.01-002 - Procedimento de Ensaio de Anti-Ilhamento para Inversores de SFCR



# PN 03:082.01-002 - Procedimento de Ensaio de Anti-Ilhamento para Inversores de SFCR



## PRÓXIMOS TRABALHOS



- **PROJETO 03:082.01-003** - PROCEDIMENTO DE ENSAIO DE INVERSORES PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE ELÉTRICA
- **ABNT NBR 11877** – SISTEMAS FOTOVOLTAICOS – ESPECIFICAÇÃO (**ATUALIZAÇÃO**)
- **ABNT NBR 12300** – QUALIFICAÇÃO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS – PROCEDIMENTO (**ATUALIZAÇÃO**)

# NORMAS ABNT NBR DE INVERSORES PARA SFCR



**OBRIGADO!**

**ABNT CE - 03:082.01 – Sistemas de  
Conversão Fotovoltaica de Energia Solar**