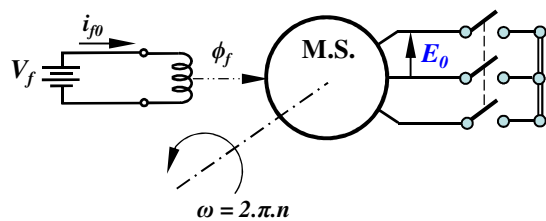


MÁQUINA SÍNCRONA EM REGIME TRANSITÓRIO
CURTO CIRCUITO TRIFÁSICO

OPERAÇÃO DA MÁQUINA SÍNCRONA EM REGIME TRANSITÓRIO



CURTO CIRCUITO TRIFÁSICO DA MÁQUINA SÍNCRONA :

INICIALMENTE OPERANDO EM VAZIO

CORRENTE DE EXCITAÇÃO: i_{f0}

i_{f0} : IMPOSTA PELA TENSÃO DA FONTE V_f SOBRE A RESISTÊNCIA ÔHMICA DO CAMPO

$i_{f0} \rightarrow$ **INDUZ NO ESTATOR : $V = E_0$ ($I = 0$)**

FISICAMENTE NÃO OCORREM VARIAÇÕES BRUSCAS DE FLUXO:

LEI DE FARADAY / LENZ : ENROLAMENTOS REAGEM CONTRA A VARIAÇÃO DE FLUXO

ENROLAMENTO DE CAMPO REAGE INDUZINDO Δi_f NA PRÓPRIA BOBINA DO ROTOR

QUE CIRCULA PELA FONTE DE EXCITAÇÃO

ENROLAMENTO AMORTECEDOR REAGE COM i_k INDUZIDA NO AMORTECEDOR

NO ATO DO CURTO CIRCUITO TRIFÁSICO :

CIRCULAÇÃO DE INTENSAS CORRENTES DE

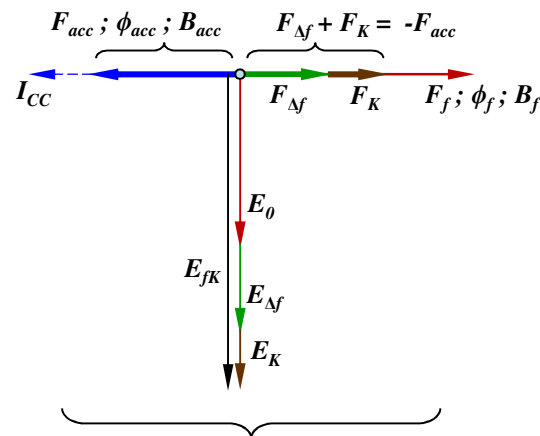
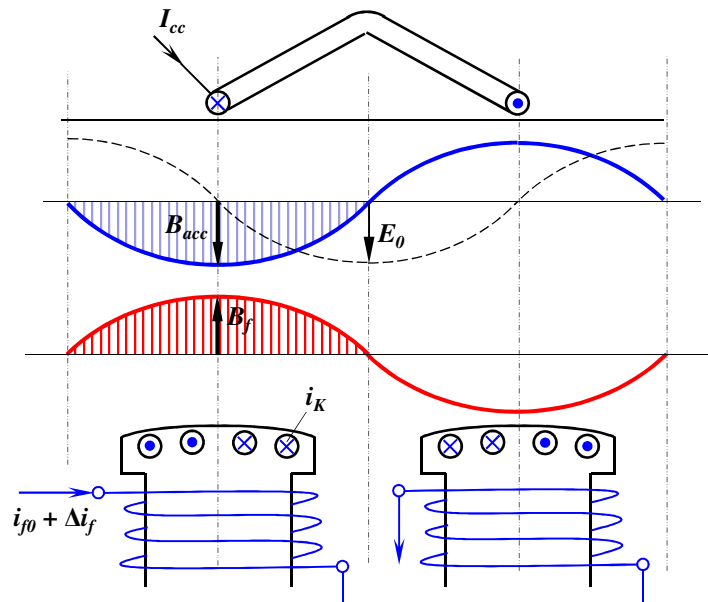
CURTO PELO ENROLAMENTO DO ESTATOR

CORRENTE DE CURTO : I_{cc} \rightarrow CORRENTE

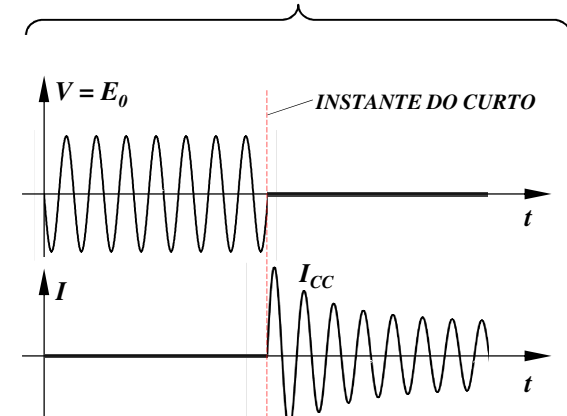
PURAMENTE INDUTIVA

I_{cc} : CRIA *F.m.m.* DE REAÇÃO DE ARMADURA

F_{acc} E FLUXO ϕ_{acc} **DESMAGNETIZANTE**



F_{Nf} e $F_K \rightarrow$ **REAÇÃO DOS ENROLAMENTOS**
CONCATENADOS À VARIAÇÃO BRUSCA DE F_{acc}



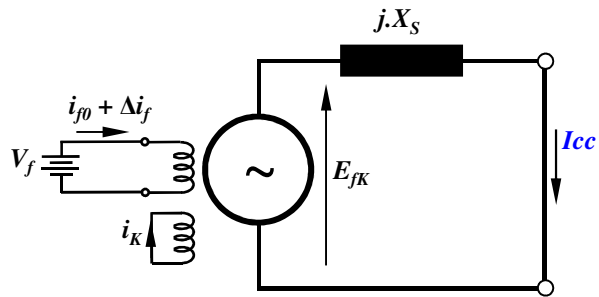
ANTES DO CURTO :

FLUXO ϕ_f

APÓS O CURTO : FLUXO ϕ_{acc}

CONTRÁRIO A ϕ_f

OPERAÇÃO DA MÁQUINA SÍNCRONA EM REGIME TRANSITÓRIO



NO TRANSITÓRIO INICIAL (INSTANTE DO CURTO) :

→ SÃO INDUZIDAS CORRENTES ADICIONAIS NO CAMPO - Δi_f

→ SÃO INDUZIDAS CORRENTES NO AMORTECEDOR - i_k

→ CORRENTES ADICIONAIS RESULTAM DE : INDUÇÃO VARIACIONAL NA EXCITAÇÃO

→ COMPONENTES $\Delta i_f + i_k$ INDUZEM TENSÕES ADICIONAIS NO ESTATOR : $E_{\Delta f} + E_K = E_{fK}$

→ E_{fK} : TENSÃO TRANSITÓRIA QUE CONTRIBUI PARA A CORRENTE DE CURTO

CORRENTE DE CURTO : $I_{cc} = \frac{E_{fK}}{X_s} = \frac{E_0 + E_{\Delta f} + E_K}{X_s}$ { NO CURTO CIRCUITO, AS REAÇÕES DE FLUXO ACONTECEM SEMPRE NO EIXO DIRETO
→ ANÁLISE VALE PARA M.S. DE POLOS LISOS (X_s) OU M.S. DE POLOS SALIENTES (X_d)

$$I_{cc} = \frac{E_0}{X_d} + \frac{E_{\Delta f}}{X_d} + \frac{E_K}{X_d} \rightarrow \frac{E_0}{X_d} = I_{ccR} ; \frac{E_{\Delta f}}{X_d} = \Delta' I_{cc} ; \frac{E_K}{X_d} = \Delta'' I_{cc}$$

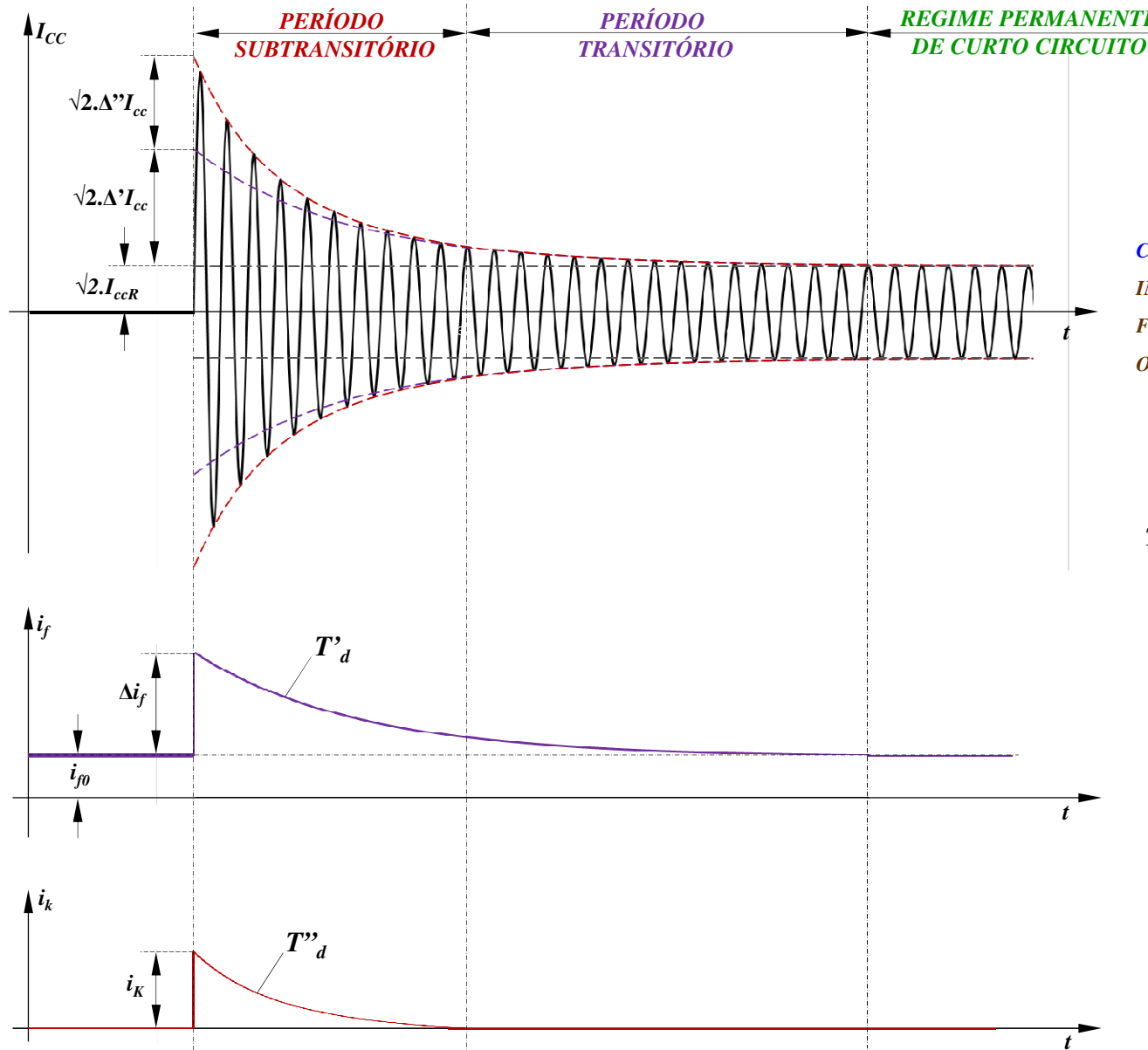
I_{ccR} : CORRENTE DE CURTO CIRCUITO PERMANENTE (PASSADO O TRANSITÓRIO)

$\Delta' I_{cc}$: COMPONENTE TRANSITÓRIA DE CURTO CIRCUITO (DEVIDA À REAÇÃO DO ENROLAMENTO DE CAMPO)

$\Delta'' I_{cc}$: COMPONENTE SUBTRANSITÓRIA DE CURTO CIRCUITO (DEVIDA À REAÇÃO DO AMORTECEDOR)

→ $\Delta' I_{cc}$ e $\Delta'' I_{cc}$: COMPONENTES INDUZIDAS PARA CONSERVAÇÃO DO FLUXO ORIGINAL EXISTENTE EM VAZIO ANTES DO CURTO → DECAEM EXPONENCIALMENTE NO TEMPO DEVIDO ÀS RESISTÊNCIAS ÔHMICAS DO CAMPO E DO AMORTECEDOR (DISSIPADAS NA FORMA DE CALOR)

OPERAÇÃO DA M. S. EM REGIME TRANSITÓRIO - CORRENTE SIMÉTRICA DE CURTO CIRCUITO TRIFÁSICO



CORRENTE SIMÉTRICA DE CURTO CIRCUITO:
 INSTANTE DO CURTO OCORRE QUANDO O
 FLUXO CONCATENADO COM A FASE
 OBSERVADA É NULO

$$T'_d = L_f / R_f$$

CONSTANTE DE TEMPO TRANSITÓRIA

L_f : INDUTÂNCIA DO CAMPO

R_f : RESISTÊNCIA DO CAMPO

$$T''_d = L_k / R_k$$

CONSTANTE DE TEMPO SUBTRANSITÓRIA

L_k : INDUTÂNCIA DO AMORTECEDOR

R_k : RESISTÊNCIA DO AMORTECEDOR

OPERAÇÃO DA M. S. EM REGIME TRANSITÓRIO - CORRENTE SIMÉTRICA DE CURTO CIRCUITO TRIFÁSICO**COMPONENTES DE CORRENTES DE CURTO CIRCUITO → ASSOCIADAS A REATÂNCIAS TRANSITÓRIAS PRÓPRIAS**

$$X_d = \frac{E_0}{I_{ccR}} \rightarrow \text{REATÂNCIA SÍNCRONA (E.D.)}$$

$$X'_d = \frac{E_0}{I_{ccR} + \Delta' I_{cc}} \rightarrow \text{REATÂNCIA TRANSITÓRIA (E.D.)}$$

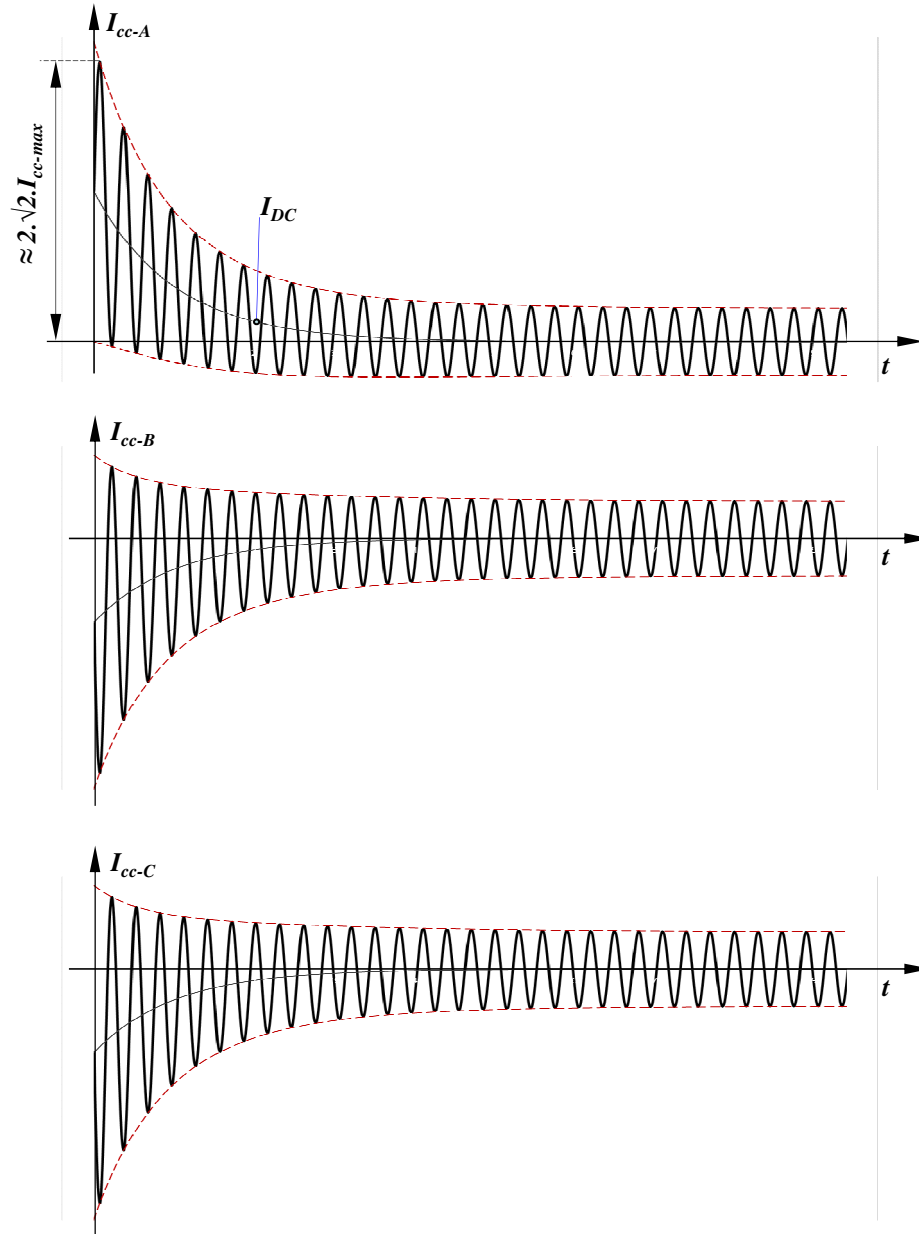
$$X''_d = \frac{E_0}{I_{ccR} + \Delta' I_{cc} + \Delta'' I_{cc}} \rightarrow \text{REATÂNCIA SUBTRANSITÓRIA (E.D.)}$$

CORRENTE DE CURTO CIRCUITO TRIFÁSICO SIMÉTRICO :

$$I_{cc}(t) = \sqrt{2} \cdot I_{ccR} \cdot \text{sen}\omega t + \sqrt{2} \cdot \Delta' I_{cc} \cdot \text{sen}\omega t \cdot e^{-\frac{t}{T'_d}} + \sqrt{2} \cdot \Delta'' I_{cc} \cdot \text{sen}\omega t \cdot e^{-\frac{t}{T''_d}}$$

$$I_{cc}(t) = \sqrt{2} \cdot E_0 \cdot \text{cos}\omega t \left[\frac{1}{X_d} + \left(\frac{1}{X'_d} - \frac{1}{X_d} \right) \cdot e^{-\frac{t}{T'_d}} + \left(\frac{1}{X''_d} - \frac{1}{X'_d} \right) \cdot e^{-\frac{t}{T''_d}} \right]$$

M. S. EM REGIME TRANSITÓRIO - CORRENTE ASSIMÉTRICA DE CURTO CIRCUITO TRIFÁSICO



COMPORTAMENTO DAS CORRENTES DE CURTO TRIFÁSICO DEPENDEM DO VALOR DO FLUXO CONCATENADO COM CADA FASE

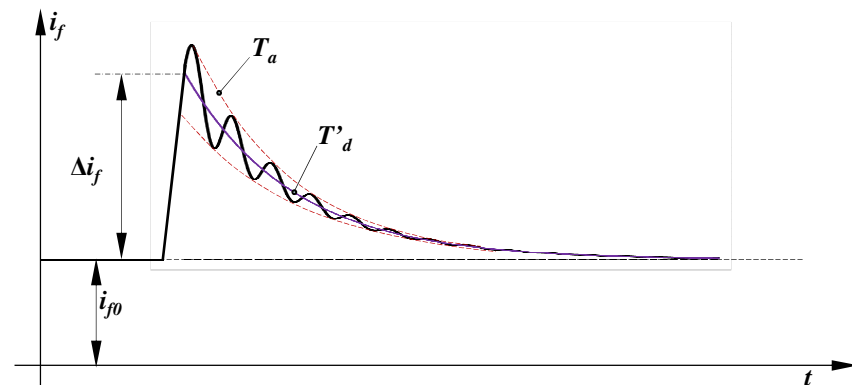
CURTO NO INSTANTE QUE O FLUXO CONCATENADO COM A FASE “A” É MÁXIMO:

→ SURTEM COMPONENTES CONTÍNUAS DE CORRENTE NO ESTATOR

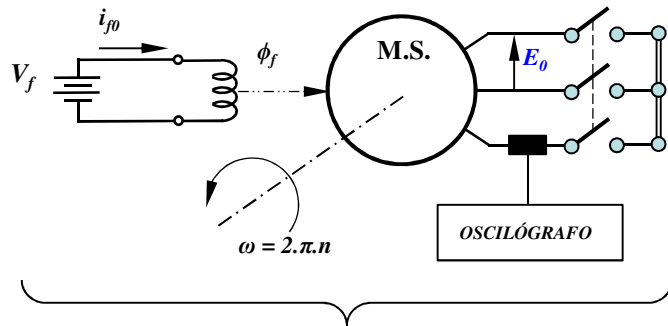
→ DECAIMENTO DA COMPONENTE CONTÍNUA SE DÁ SEGUNDO A CONSTANTE DE TEMPO T_a DA ARMADURA EM CURTO CIRCUITO

COMPONENTE CONTÍNUA DE CORRENTE NO ESTATOR CRIA COMPONENTE DE FLUXO ESTACIONÁRIO NO ENTREFERRO

→ INDUZ COMPONENTE ALTERNADA DE CORRENTE DE EXCITAÇÃO NO CAMPO



DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS TRANSITÓRIOS DA MÁQUINA SÍNCRONA



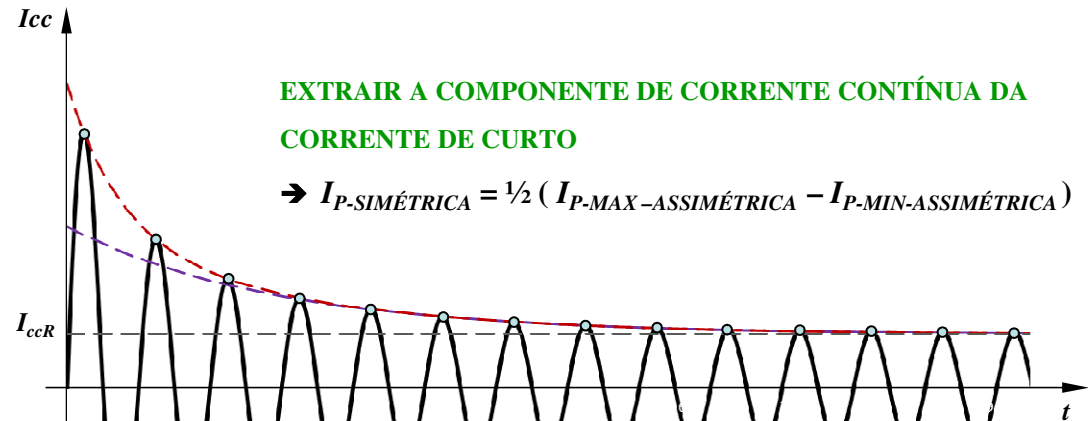
OSCILOGRAMA DA CORRENTE DE CURTO TRIFÁSICO PARA i_{f0} QUE PRODUZ $E_0 = V_N$ EM VAZIO

$$X'_d = \frac{E_0}{\frac{\Delta' I_{cc}}{\sqrt{2}} + \frac{I_{ccR}}{\sqrt{2}}}$$

$$X''_d = \frac{E_0}{\frac{\Delta'' I_{cc}}{\sqrt{2}} + \frac{\Delta' I_{cc}}{\sqrt{2}} + \frac{I_{ccR}}{\sqrt{2}}}$$

T'_d : TEMPO PARA O QUAL RESULTA $(1/e) \cdot \Delta' I_{cc} = 0,368 \cdot \Delta' I_{cc}$ NA RETA CORRESPONDENTE a - a'

T''_d : TEMPO PARA O QUAL RESULTA $(1/e) \cdot \Delta'' I_{cc} = 0,368 \cdot \Delta'' I_{cc}$ NA RETA CORRESPONDENTE b - b'



VALORES DE PICO DA CORRENTE DE CURTO PLOTADOS EM ESCALA LOGARÍTMICA → DECAIMENTOS EXPONENCIAIS FICAM RETAS

