

**ULTRAPASSAGEM DO MONTANTE DE USO DO  
SISTEMA DE TRANSMISSÃO – MUST PELA COPEL  
GET, UMA ANÁLISE TÉCNICA E FINANCEIRA**

GCR

José Roberto P. da Silva

Leandro A. Nacif

Pedro Costa R. Junior

## PILAR DO ASSUNTO: CARGA E GERAÇÃO

$$f = \frac{\text{polos. rotação}}{120}$$

*Carga = Geração*  
*Rotação constante*  
*Frequência constante*

*Carga > Geração*  
*Até PM responder, a rotação diminui*  
*Frequência diminui*

*Carga < Geração*  
*Até PM responder, a rotação aumenta*  
*Frequência aumenta*



## FORMA DE ABORDAR O ASSUNTO

---

*Identificar o problema*

*Estudar o fenômeno conceitualmente*

*Estudar a operação dos equipamentos envolvidos*

*Concluir sobre a nossa responsabilidade no fato*

*Analisar ocorrências para validar nossas conclusões*

*Propor soluções*





## O PROBLEMA IDENTIFICADO

---

*Ocorre sub-frequência no SIN*

*Não foi causado pelo Agente Copel GeT*

*Os geradores da Copel GeT assumem maior geração ativa*

*De forma voluntária (estatismo) e involuntária (física)*

*Isso auxilia na recuperação da frequência do SIN*

*Esse aumento de geração pode provocar violação do MUST*

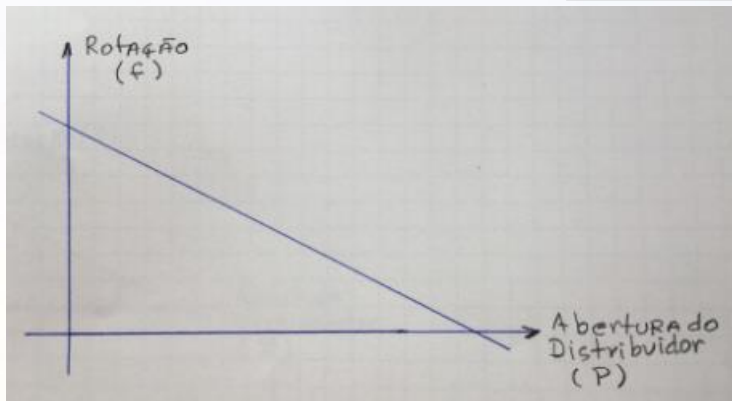
*Caso provoque, a Copel GeT sofre uma penalização financeira*



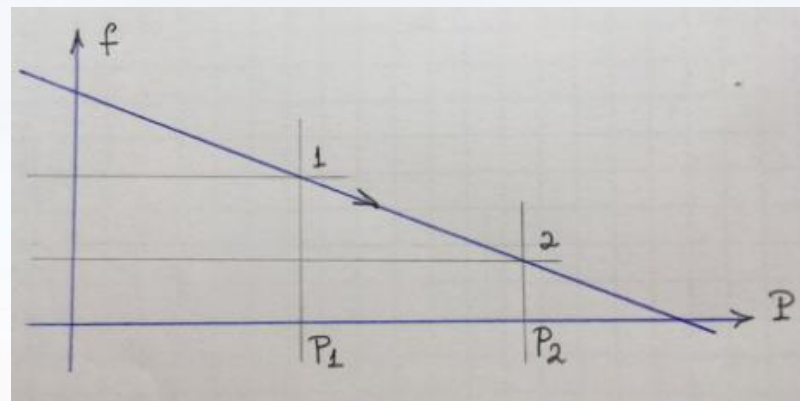
# ESTUDO DA OPERAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS ENVOLVIDOS



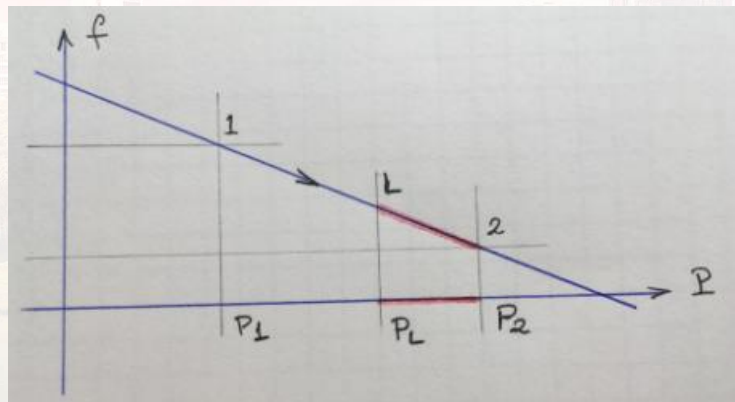




## CARACTERÍSTICA



## OPERAÇÃO NORMAL



## OPERAÇÃO LIMITADA



1. Ocorre sub-frequência no SIN
2. Causa: Aumento de Carga e/ou Perda de Geração
3. Efeito: carga maior que a geração
4. Lei da carga. Dada a lei, como atender a carga?
5. A fonte de energia primária tem resposta mecânica
6. Então, instantaneamente, de onde obter a energia necessária?
7. Da energia cinética conjunto girante do gerador !!!!
8. Por isso a rotação do gerador reduz
9. Reduz até que valor?
10. Até o equilíbrio “carga igual a geração”! ( $f$  ???)
11. No passo 7 a geração aumenta
12. E assim pode acontecer a **violação do MUST!!!**



## CONCLUSÃO ATÉ AQUI

*Ocorre sub-frequência no SIN*

*Os RV respondem - aumento de geração - estatismo*

*Naturalmente - geração aumenta - energia cinética do seu conjunto girante.*

*Mesmo RV limitado - resposta natural - geração aumenta*

*Então, porque multar o gerador que, nesse cenário, viola o MUST por aumentar a sua geração?*

## ANÁLISE DE UMA OCORRÊNCIA NO SIN

---

*Geração inicial  $4 \times 310 \text{ MW} = 1240 \text{ MW}$*

*Limitador bloqueado em 90%*

*Ocorreu sub-frequência*

*Geração  $4 \times 312,5 = 1250 \text{ MW}$*

*Frequência estabilizou em 56,61 Hz com rotação 88 rpm*

*7 minutos depois a frequência atingiu 60 Hz*

*Durante 7 minutos a usina violou o MUST*



*Um ensaio para comprovação: Limitador bloqueado*

*Em regime normal, potência gerada não atinge o valor máximo (voluntária)*

*No transitório, não permitiu o aumento da geração para auxiliar na recuperação da frequência do SIN (voluntária)*

*Consequência, aumentou o tempo de recuperação da frequência no SIN*

*Mesmo assim a geração das máquinas aumentou (involuntária)*

**Conclusão: Limitar a ação do RV não é solução!!**



## PROPOSTAS PARA SOLUÇÃO

---

*Geração antecipativa para sub-frequência.*

*Geração adicional – recebe pelo \$ da energia no momento – dando o sinal para o SIN: evitar sub-frequência!*

*Rever a Legislação.*

## MAIS UMA PROPOSTAS PARA SOLUÇÃO (continuação)

*GER viola MUST – provoca sobrecarga na TRA - \$ para a TRA*

*Violação da GER – não voluntária mas ajuda o SIN*

*GER deveria receber \$ - pq. sobrecarga nas máquinas – pq. ajuda o SIN*

*Sub-frequência no SIN – sobrecarrega TRA e GER – para beneficiar o SIN*

*O SIN deveria “pagar”*

*(Deve-se evitar o ciclo regulatório)*

*O aumento da geração em sub-frequência é um fenômeno não-controlável*

*Bloquear a ação do RV da máquina (limitador) não evita totalmente o aumento da geração em sub-frequência*

*A violação do MUST nessas condições de sub-frequência não deveria implicar em multa*



**José Roberto P. da Silva**  
**Leandro A. Nacif**  
**Pedro Costa R. Junior**

---



(41) 3331-4141



[jose@copel.com](mailto:jose@copel.com)  
[leandro.nacif@copel.com](mailto:leandro.nacif@copel.com)  
[pedro.ribeiro@copel.com](mailto:pedro.ribeiro@copel.com)