

MODELOS PARA ANÁLISES DE TRANSIENTES, PARA CENTRAIS
NUCLEARES.

Apresentação por: José Rubens Agapito.

Um extenso trabalho de modelagem e análise tem sido desenvolvido pelo Departamento de Combustível Nuclear (DCN.O), de FURNAS, com a finalidade de se obter uma completa capacidade de análise de transientes e acidentes de centrais nucleares.

Os principais instrumentos de análise de transientes em uso se baseiam na utilização dos programas RETRAN DINAMICA III e PARET. Os parâmetros nucleares utilizados por êsses códigos são gerados pelo Sistema de Cálculo Físico do DCN.O (ver "Desenvolvimento em Furnas de um Sistema de Cálculo Físico de Núcleo de Reatores", apresentado no 1º Encontro de Física de Reatores). Os parâmetros calculados por códigos de comportamento das barras de combustível são obtidos pelos programas GAFCON e FRAP-S1. O DNBR para as piores situações dos transientes é calculado pelo programa COBRA III.

O código DINAMICA III é baseado em um modelo de parâmetros agrupados da usina. multi-pontual, e serve para simulações rápidas de transientes simétricos (isto é. afetando todos os "loops" de igual modo), com modelagem fixa e limitada. O PARET contém um modelo pontual de cinética do núcleo, com 3 canais de refrigerante, e será utilizado na simulação do acidente de ejeção de barra de controle, até que códigos eficientes de cinética espacial se tornem disponíveis.

O código RETRAN é um programa muito versátil, que permite a simulação de todos os transientes, com um grau de detalhamento de componentes da usina e seus controles que

depende apenas do tipo e quantidade de informações desejadas.

Este trabalho mostra alguns resultados previstos para os testes de partida de Angra-1, simulados com o código RETRAN. Foram simulados 3 testes: a) Desarme da Usina a partir de 100% de potência; b) Testes de grandes variações de potência e c) Testes "Load Swing".

O propósito da realização desses testes é verificar o desempenho do primário e do secundário e a capacidade do sistema de controle automático de trazer a usina a condições estáveis após os transientes.

O modelo utilizado para os 3 testes está representado na Figura 1. Os volumes de controle, junções e condutores de calor correspondentes são descritos nas Tabelas 1, 2 e 3. Devido à simetria dos transientes analisados, foi possível agrupar os 2 "loops" em 1 só circuito.

A adequada descrição dos sistemas de controle automáticos da usina é de fundamental importância para uma previsão correta dos transientes. Uma das grandes vantagens do código RETRAN é justamente permitir a representação dos blocos de controle. Os seguintes sistemas de controle foram representados, em conexão com o modelo representado na Figura 1:

- Controle de Nível dos Geradores de Vapor
- Controle de Desvio de Vapor ("steam dump")
- Controle de Nível do Pressurizador
- Movimentação das Barras de Controle
- Circuito de Desarme do reator por "overpower ΔT " e
- Circuito de Desarme do reator por "overtemperature ΔT ".

Nas figuras 2 e 3 são mostrados os diagramas dos sistemas de controle de nível dos geradores de vapor e de movimentação das barras de controle. As constantes de tempo e ganhos mencionados nos diagramas são estabelecidos "a priori", mas

poderão ser ajustados durante os testes para que os sistemas da usina se comportem de modo a não ferir especificações técnicas. Na verdade, as simulações realizadas demonstraram que com os pontos de ajustes estabelecidos pela Westinghouse, pode-se prever um desempenho satisfatório da Usina.

Nas Figuras 4 a 9 são mostrados alguns resultados típicos obtidos para os 3 transientes analisados.

TABELA 1

DESCRIÇÃO DOS VOLUMES DO MODELO DE UM LOOP

NÚMERO DO VOLUME RETRAN	DESCRIÇÃO
1	Reactor vessel downcomer
2	Câmara inferior do vaso (Reactor vessel Lower Plenum)
3	Core bypass
4	Parte inferior do núcleo
5	Parte central do núcleo
6	Parte superior do núcleo
7	Câmara superior (upper plenum) e cabeça do vaso do reator (upper head)
8	Perna quente
9	Câmara de entrada do gerador de vapor
10	Tubos do gerador de vapor (1 ^a parte)
11	Tubos do gerador de vapor (2 ^a parte)
12	Tubos do gerador de vapor (3 ^a parte)
13	Tubos do gerador de vapor (4 ^a parte)
14	Câmara de saída do gerador de vapor
15	Perna fria (Sucção da bomba)
16	Bomba de refrigeração
17	Perna fria (Descarga da bomba)
18	Linha de "spray"
19	Pressurizador
20	Linha de conexão do pressurizador (Pressurizer Surge Line)
21	Secundário do gerador de vapor

TABELA 2

DESCRIÇÃO DAS JUNÇÕES DO MODELO DE UM LOOP

NUMERO DA JUNÇÃO	VOLUMES CONECTADOS	DESCRIÇÃO
1	1-2	Downcomer para câmara inferior do vaso
2	2-3	Câmara inferior do vaso para Core bypass
3	2-4	Câmara inferior do vaso para a parte inferior do núcleo.
4	4-5	Parte inferior do núcleo para a parte central do núcleo.
5	5-6	Parte central do núcleo para a parte superior do núcleo.
6	6-7	Parte superior do núcleo para a câmara superior do vaso.
7	3-7	Core bypass para a câmara superior do vaso
8	7-8	Câmara superior do vaso para a perna quente
9	8-9	Perna quente para a câmara de entrada do gerador de vapor
10	9-10	Câmara de entrada do gerador de vapor para os tubos do gerador de vapor (1ª parte)
11	10-11	Tubos do gerador de vapor (1ª parte) para os tubos do gerador de vapor (2ª parte)
12	11-12	Tubos do gerador de vapor (2ª parte) para os tubos de gerador de vapor (3ª parte).
13	12-13	Tubos do gerador de vapor (3ª parte) para os tubos de gerador de vapor (4ª parte)
14	13-14	Tubos do gerador de vapor (4ª parte) para a câmara de saída do gerador de vapor.
15	14-15	Câmara de saída do gerador de vapor para a sucção da bomba.
16	15-16	Sucção da bomba para a bomba de refrigeração
17	16-17	Bomba de refrigeração para a descarga da bomba.

TABELA 2 - CONTINUAÇÃO

NÚMERO DA JUNÇÃO	VOLUMES CONECTADOS	DESCRIÇÃO
18	17-1	Descarga da bomba para o Downcomer
19	17-0	Perna fria para a linha de spray
20	0-19	Linha de spray para o pressurizador
21	19-20	Pressurizador para o Surge Line
22	20-8	Surge Line para a perna quente
23	0-19	Válvula de alívio do pressurizador
24	0-19	Válvula de segurança do pressurizador
25	0-19	Válvula de alívio do pressurizador
26	0-21	Água de alimentação do gerador de vapor.
27	0-21	Saída de vapor do gerador de vapor
28	0-21	Válvulas de segurança do gerador de vapor (2)
29	0-21	Válvulas de segurança do gerador de vapor (2)
30	0-21	Válvulas de segurança do gerador de vapor (2)
31	0-21	Válvulas de segurança do gerador de vapor (2)
32	0-21	Válvulas de segurança do gerador de vapor (2)
33	0-21	Válvulas de alívio do gerador de vapor (2)
34	0-21	Válvulas do sistema de desvio do vapor (12)
35	0-17	Letdown e Charging line

TABELA 3

DESCRIÇÃO DOS CONDUTORES DE CALOR

CONDUTOR DE CALOR	VOLUME ESQUERDO/DIREITO	DESCRIÇÃO
1	0-4	Parte Inferior do Núcleo
2	0-5	Parte Central do Núcleo
3	0-6	Parte Superior do Núcleo
4	10-21	Tubos do Gerador de Vapor (1ª parte)
5	11-21	Tubos do Gerador de Vapor (2ª parte)
6	12-21	Tubos do Gerador de Vapor (3ª parte)
7	13-21	Tubos do Gerador de Vapor (4ª parte)

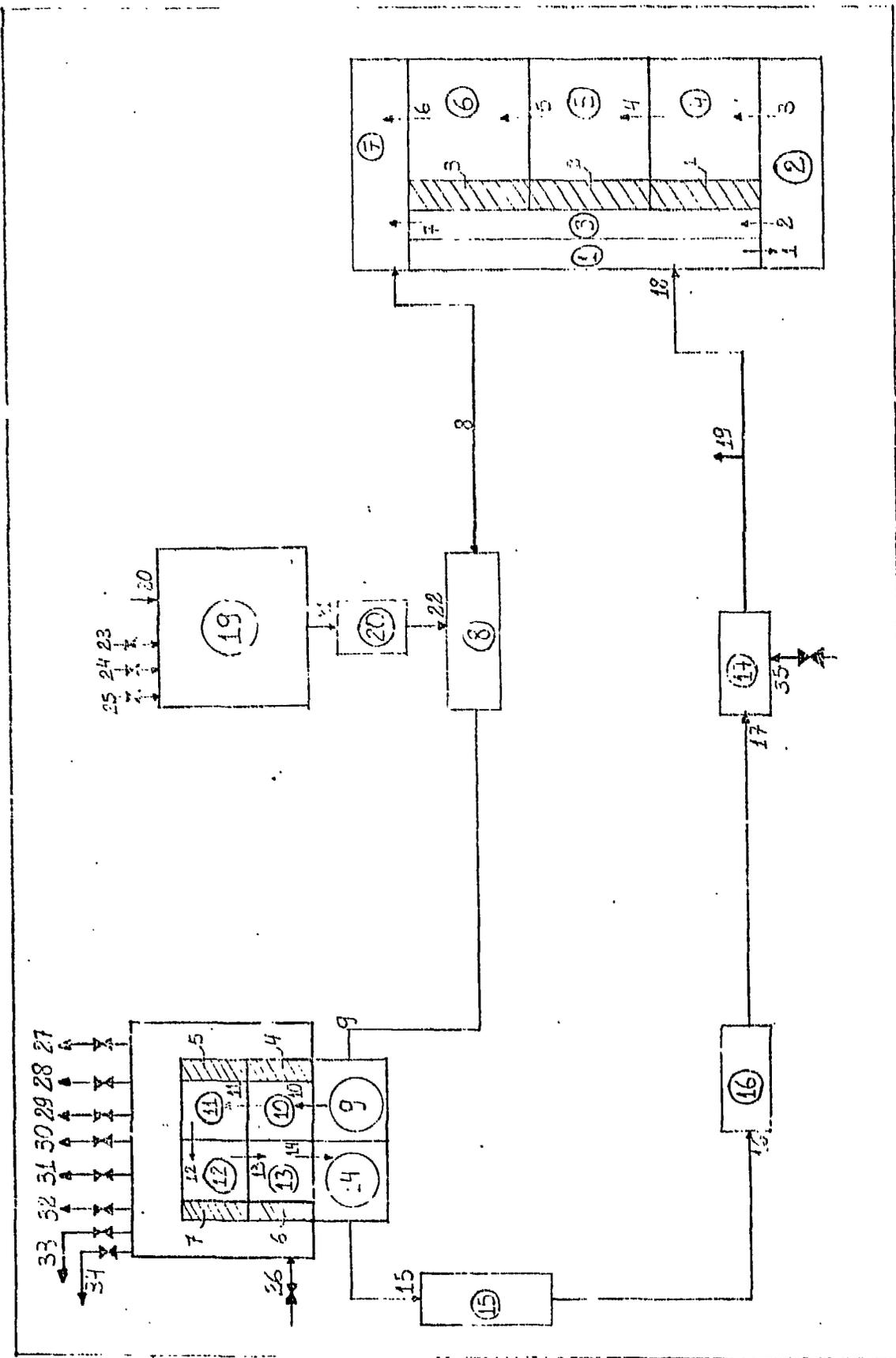


FIGURA 1: ANGRA 1 - MODELO DE UM LOOP - DIAGRAMA DA NOTALIZAÇÃO

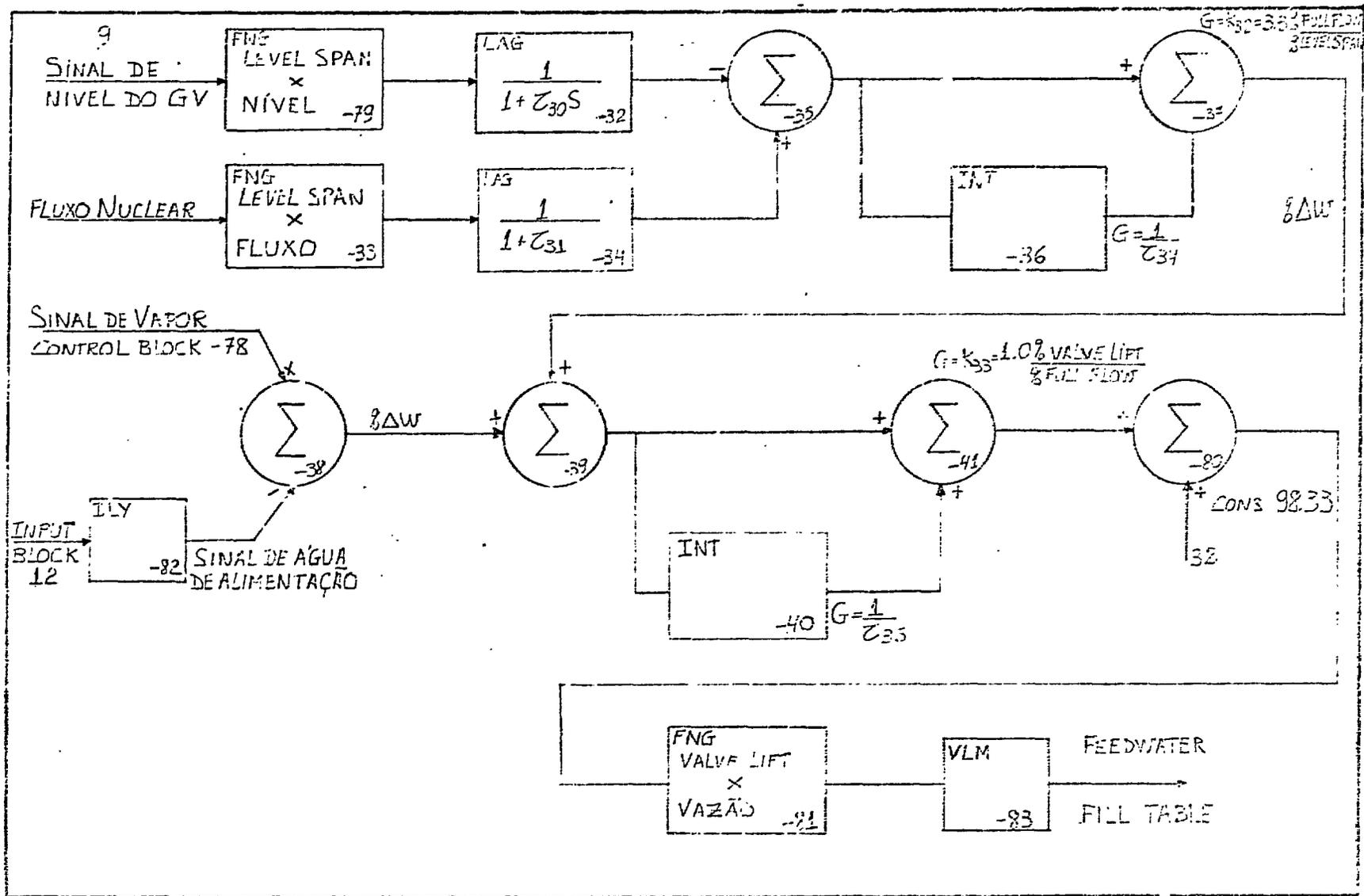
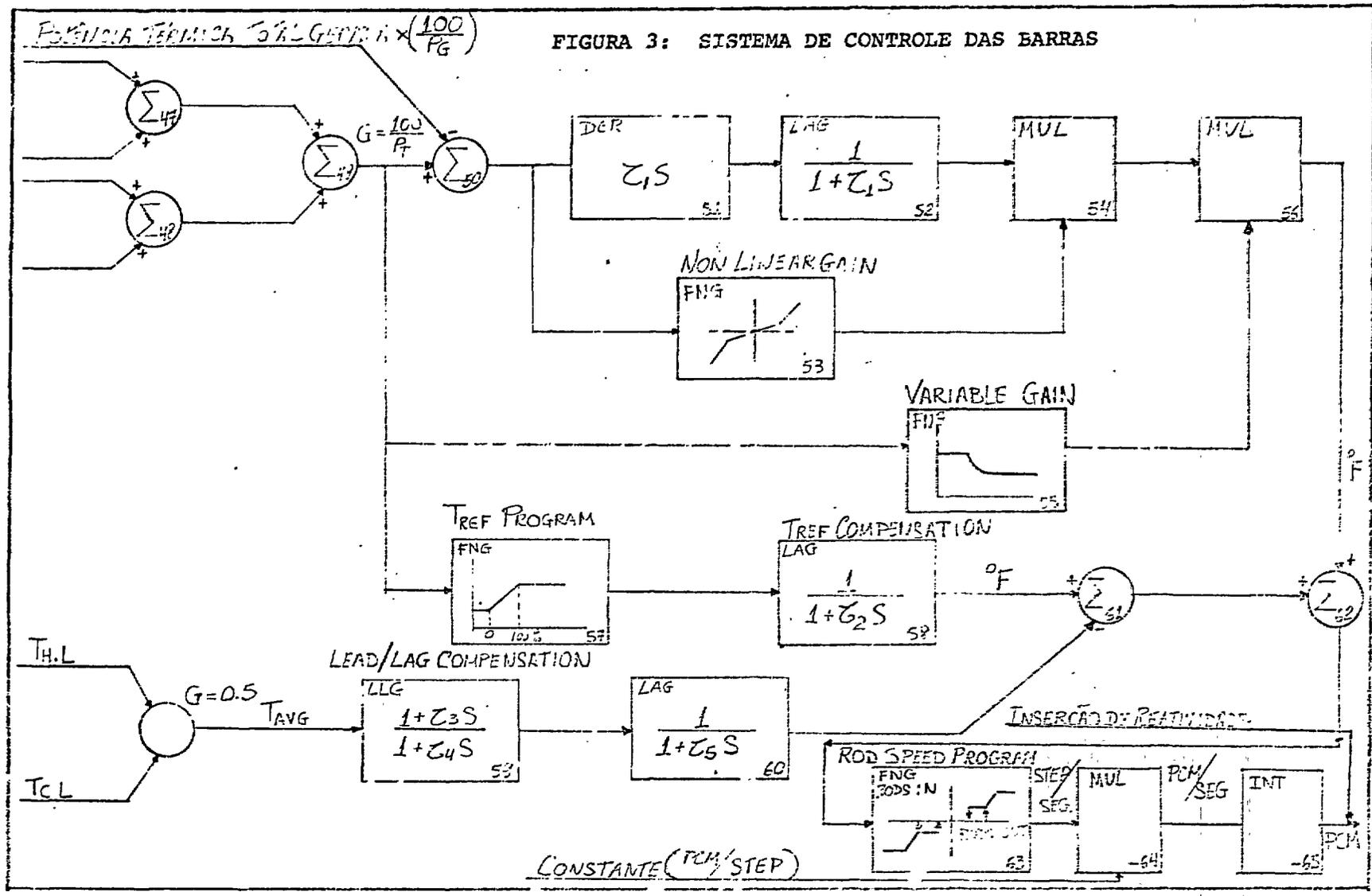
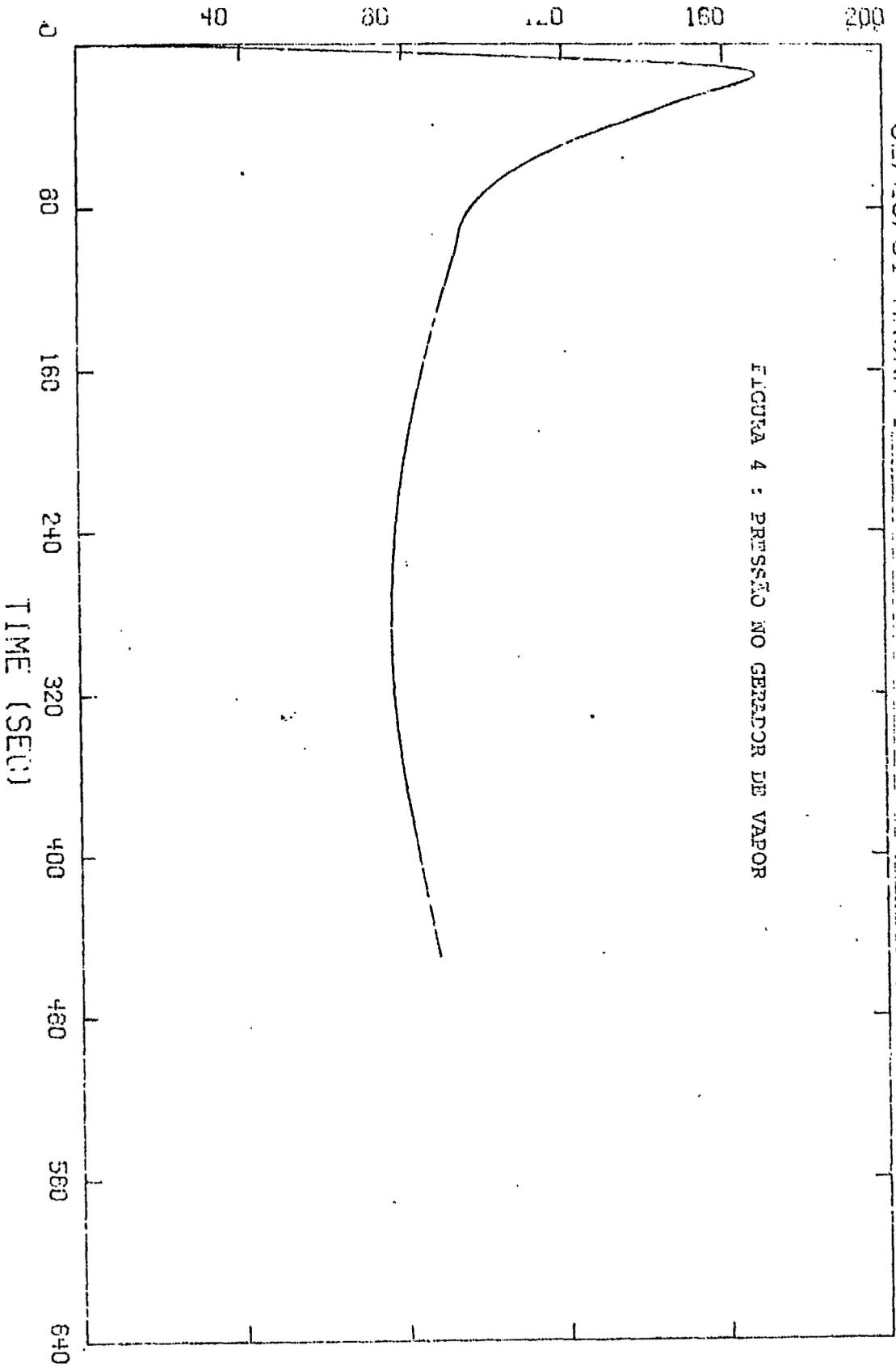


FIGURA 2: SISTEMA DE CONTROLE DE NÍVEL DO GERADOR PC VAPOR



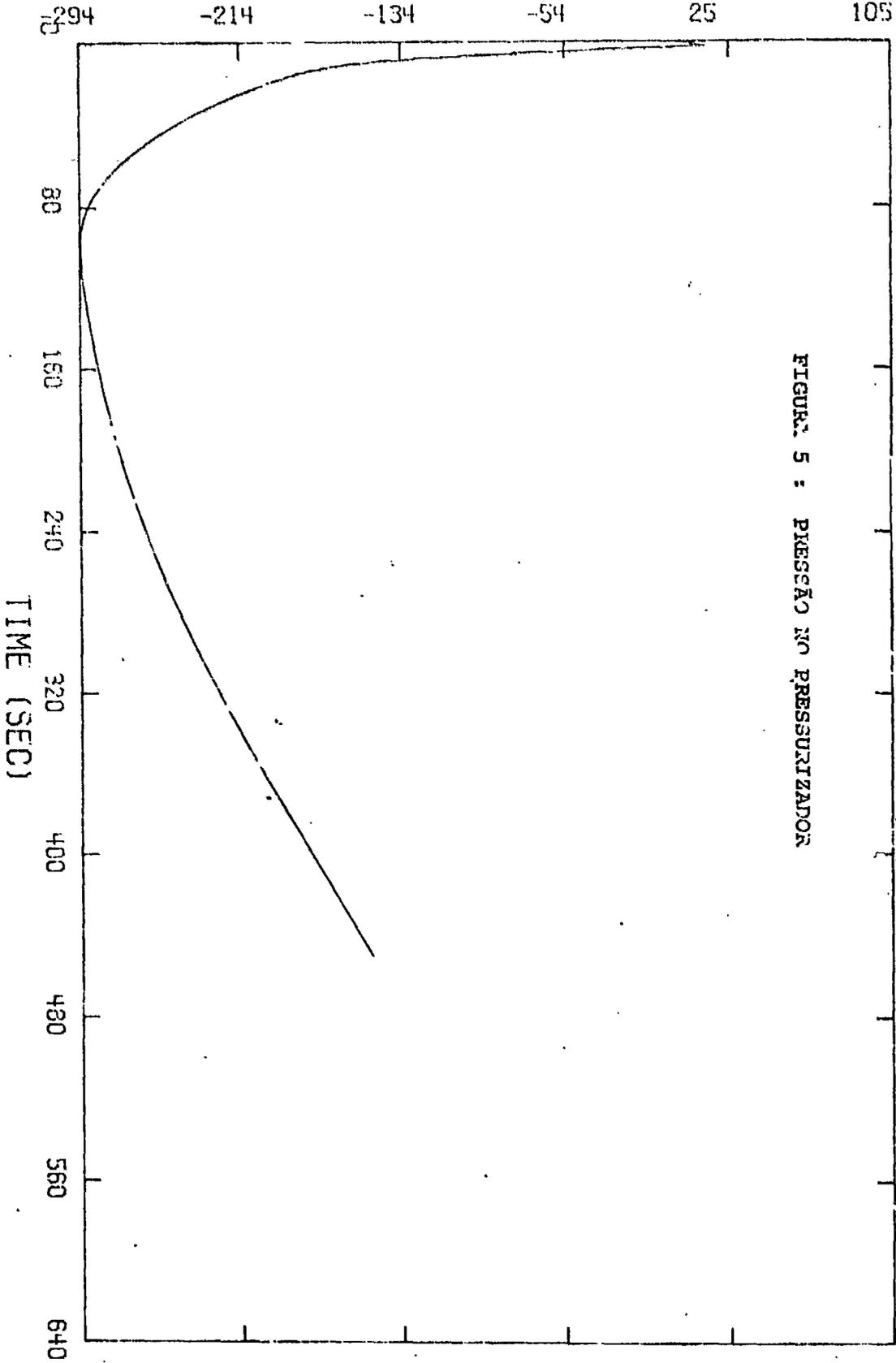
VARIAÇÃO DE PRESSÃO NO GERADOR DE VAPOR



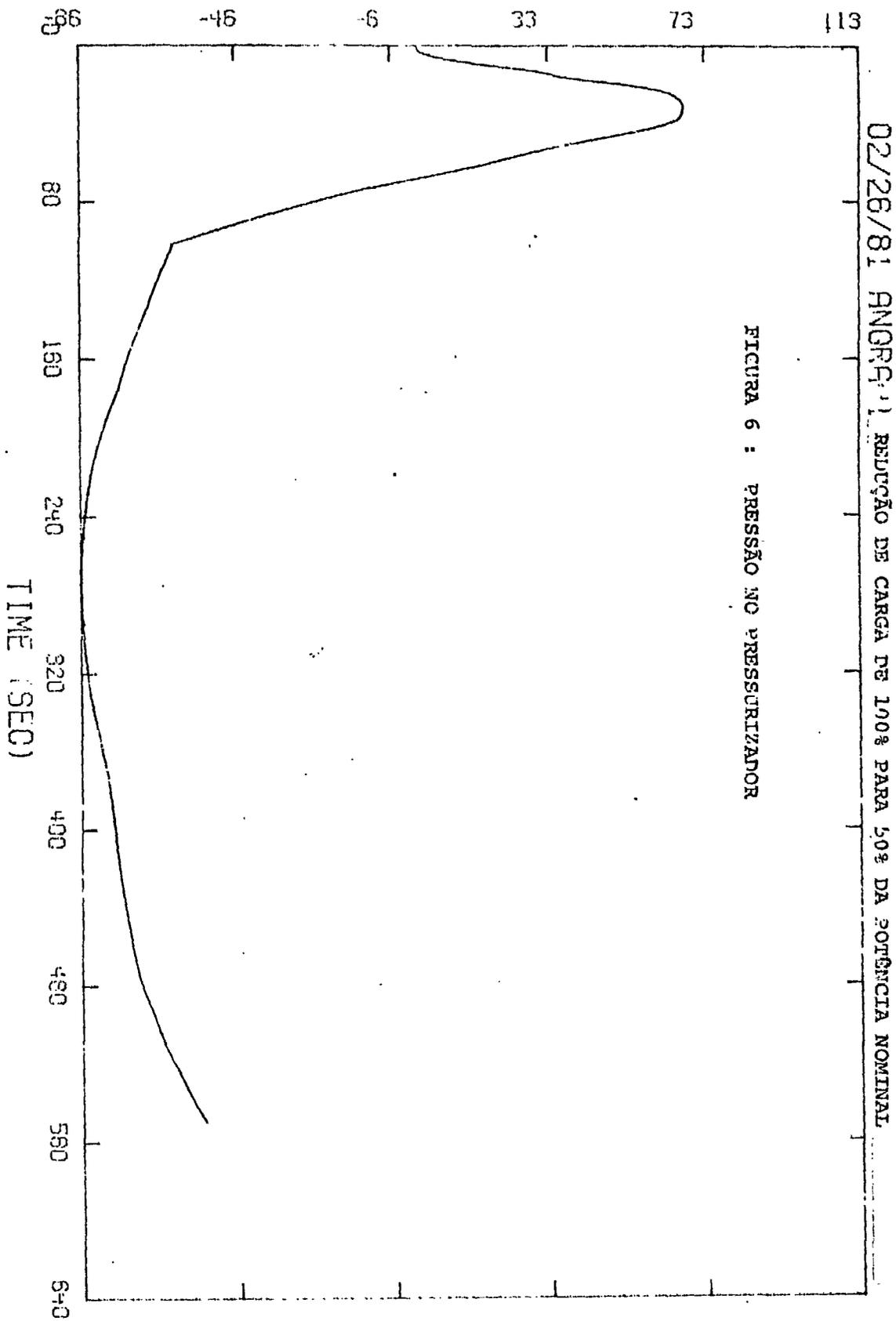
02/20/81 ANGRA 1 - DESARME DA TURBINA

FIGURA 4 : PRESSÃO NO GERADOR DE VAPOR

VARIAÇÃO DE PRESSÃO NO PRESSURIZADOR

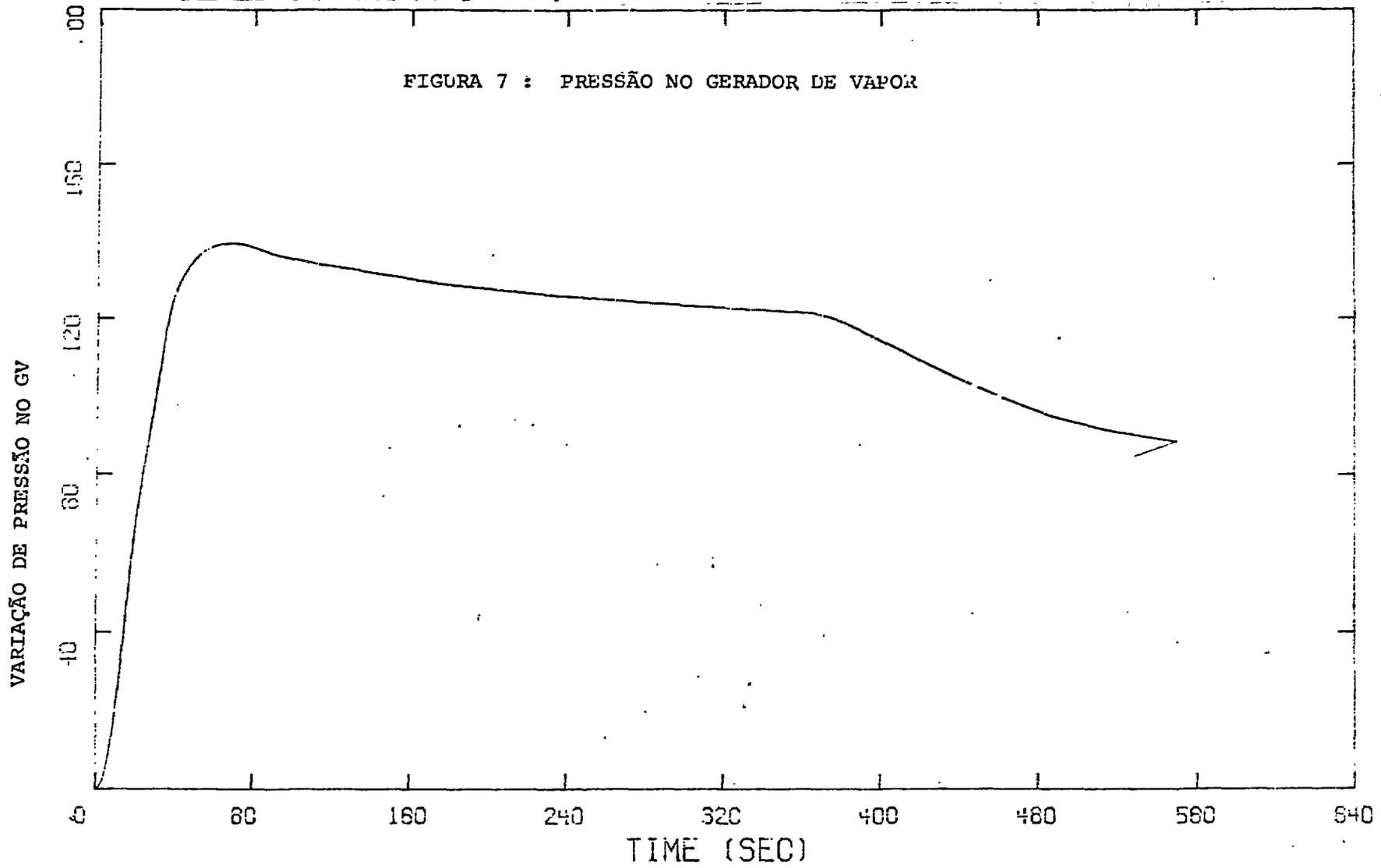


VARIAÇÃO DE PRESSÃO NO PRESSURIZADOR



02/26/81 ANGRA 1 REDUÇÃO DE CARGA DE 100% PARA 50% DA POTÊNCIA NOMINAL

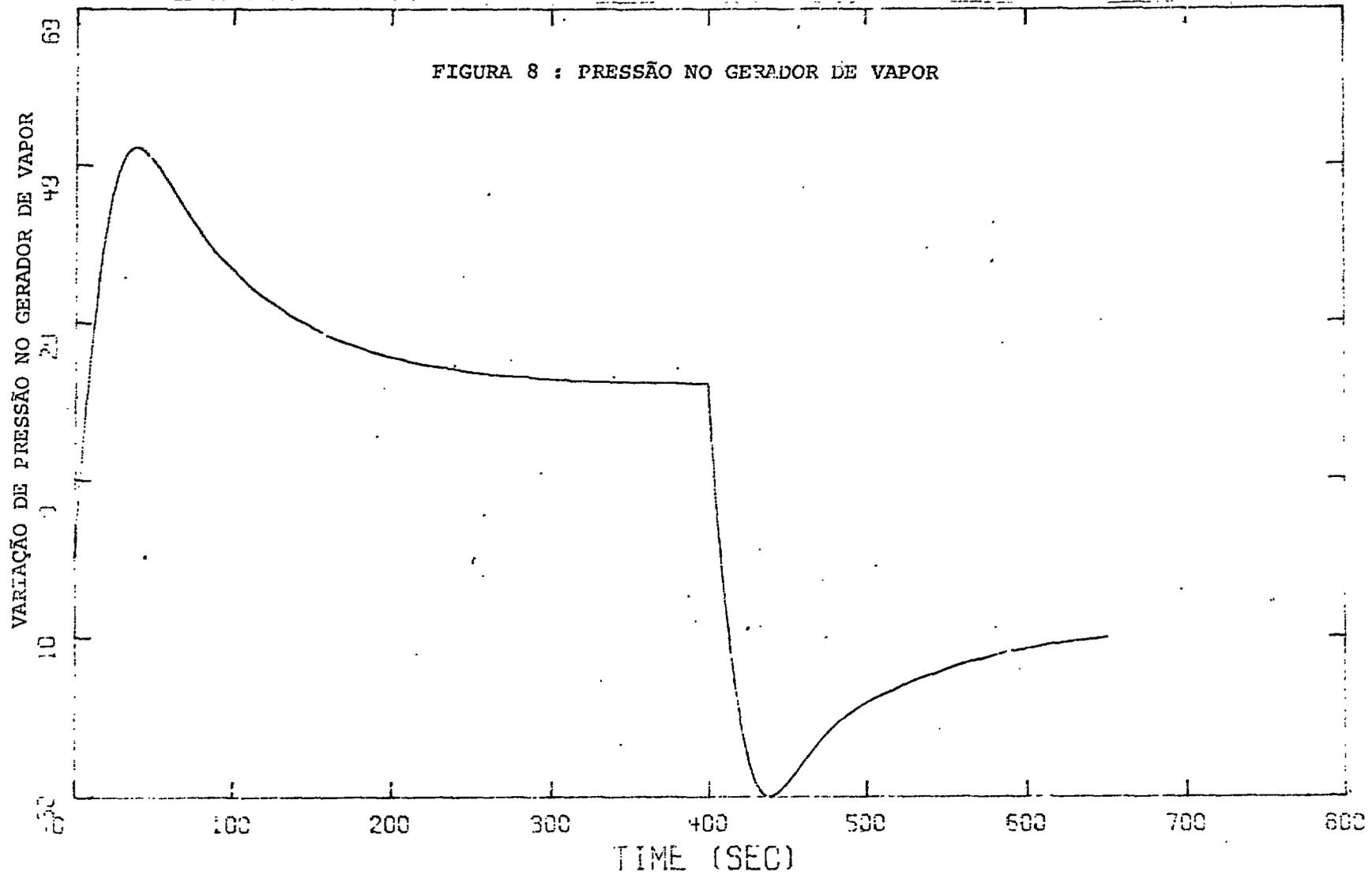
FIGURA 7 : PRESSÃO NO GERADOR DE VAPOR



- 292 -

02/25/81 ANGRA 1

REDUÇÃO DE CARGA DE 100% PARA 90% DA POTÊNCIA NOMINAL
AUMENTO DE CARGA DE 90% PARA 100% DA POTÊNCIA NOMINAL



02/25/81 ANGRA 1

REDUÇÃO DE CARGA DE 100% PARA 90% DA POTÊNCIA NOMINAL
AUMENTO DE CARGA DE 90% PARA 100% DA POTÊNCIA NOMINAL

