

Análise do melhor local para instalação de estabilizador

A finalidade deste item é avaliar, através dos resíduos da função de transferência, a indicação do melhor ponto do sistema para instalação de um estabilizador, visando melhorar o amortecimento do sistema.

A análise através dos resíduos da função de transferência é um processo bastante eficaz e indica a máquina onde deverá ser instalado um estabilizador (projeto de estabilizador) ou a necessidade de um ajuste no estabilizador existente naquela máquina para melhorar o amortecimento de um modo de oscilação. O gerador de maior influência neste resíduo será o candidato a ter um estabilizador instalado ou ajustado.

As informações retiradas dos resíduos são necessárias, mas não suficientes para definir corretamente a localização dos estabilizadores. Como uma ou várias malhas estabilizadoras são fechadas, a trajetória final dos pólos críticos no plano complexo dependerá também dos zeros da função de transferência. O zero de uma função de transferência próximo a um autovalor instável inibe a estabilização do sistema já que o autovalor é atraído pelo zero à medida que o ganho do estabilizador aumenta. Desta forma, a análise dos zeros é muito importante no processo de análise a pequenas perturbações [34].

A escolha da máquina onde a ação do estabilizador será mais efetiva deve observar as seguintes condições [39]:

- Maior resíduo do modo escolhido;
- Estudo dos mapas de pólos e zeros das funções de transferência de cada máquina, de modo a se obter a posição dos zeros em relação ao par de pólos que se quer deslocar.

Para exemplificar essa situação, foi utilizado o caso de carga pesada do **sistema-teste de 16 barras**, que possui dois geradores e um compensador síncrono. Primeiramente

foram obtidos os pólos do sistema usando o método QR, sem a presença do estabilizador, conforme mostra a Tabela A.1.

Tabela A.1 – Autovalores do sistema-teste de 16 barras com RAT e RAV

Nº	Pólo	Módulo	Frequência (Hz)	Amortecimento (%)	Fator de Participação
1	$-1,1688 + j 8,7202$	8,7982	1,3879	13,284	DELT GERADOR-2
2	$-1,1688 - j 8,7202$	8,7982	$-1,3879$	13,284	
3	$-1,6939 + j 9,4460$	9,5967	1,5034	17,651	WW C.SINCRONO
4	$-1,6939 - j 9,4460$	9,5967	$-1,5034$	17,651	
5	$-0,3377 + j 0,6109$	0,6980	0,09723	48,385	WW GERADOR-1
6	$-0,3377 - j 0,6109$	0,6980	$-0,09723$	48,385	
7	$-0,7709 + j 0,6573$	1,0131	0,1046	76,096	X5 RT_GER-1
8	$-0,7709 - j 0,6573$	1,0131	$-0,1046$	76,096	
9	$-0,7804 + j 0,5744$	0,9690	0,09142	80,534	EQ' C.SINCRONO
10	$-0,7804 - j 0,5744$	0,9690	$-0,09142$	80,534	
11	$-1,3160 + j 0,6104$	1,4507	0,09715	90,716	EQ' C.SINCRONO
12	$-1,3160 - j 0,6104$	1,4507	$-0,09715$	90,716	
13	$-332,92 + j 0,0$	332,92	0,0	100,00	X7 RT_GER-1
14	$-332,48 + j 0,0$	332,48	0,0	100,00	X7 RT_GER2
15	$-79,186 + j 0,0$	79,186	0,0	100,00	ED" C.SINCRONO
16	$-62,228 + j 0,0$	62,228	0,0	100,00	X2 RT_CS
17	$-22,569 + j 0,0$	22,569	0,0	100,00	X4 RV_GER-1
18	$-22,519 + j 0,0$	22,519	0,0	100,00	X4 RV_GER-2
19	$-17,665 + j 0,0$	17,665	0,0	100,00	EQ" GERADOR-1
20	$-15,293 + j 0,0$	15,293	0,0	100,00	EQ" GERADOR-2
21	$-13,658 + j 0,0$	13,658	0,0	100,00	EQ" C.SINCRONO
22	$-8,3192 + j 0,0$	8,3192	0,0	100,00	ED" GERADOR-1
23	$-6,0989 + j 0,0$	6,0989	0,0	100,00	ED" GERADOR-2
24	$-3,5177 + j 0,0$	3,5177	0,0	100,00	X17 RV_GER-2
25	$-2,3875 + j 0,0$	2,3875	0,0	100,00	X9 RV_GER-1
26	$-1,6585 + j 0,0$	1,6585	0,0	100,00	X9 RV_GER-2
27	$-0,1302 + j 0,0$	0,1302	0,0	100,00	X6 RV_GER1
28	$-0,01661 + j 0,0$	0,01661	0,0	100,00	X6 RV_GER-2

Em seguida, para o cálculo do resíduo, foi definida a seguinte função de transferência: uma entrada com aplicação de (+VREF), que é o sinal de entrada do regulador de tensão, sem especificar nenhuma máquina, deixando que o sistema responda na busca do maior, e como saída o sinal de velocidade (WW) que é entrada do estabilizador que foi considerado neste caso, sobre os modos de oscilação 1 e 3 indicados na Tabela A.1, que correspondem aos modos menos amortecidos e estão na faixa de frequência dos eletromecânicos.

Análise do pólo 1: $-1,1688 + j 8,7202$

A Figura A.1 mostra o gráfico do perfil modal e a Tabela A.2 apresenta os valores dos resíduos obtidos.

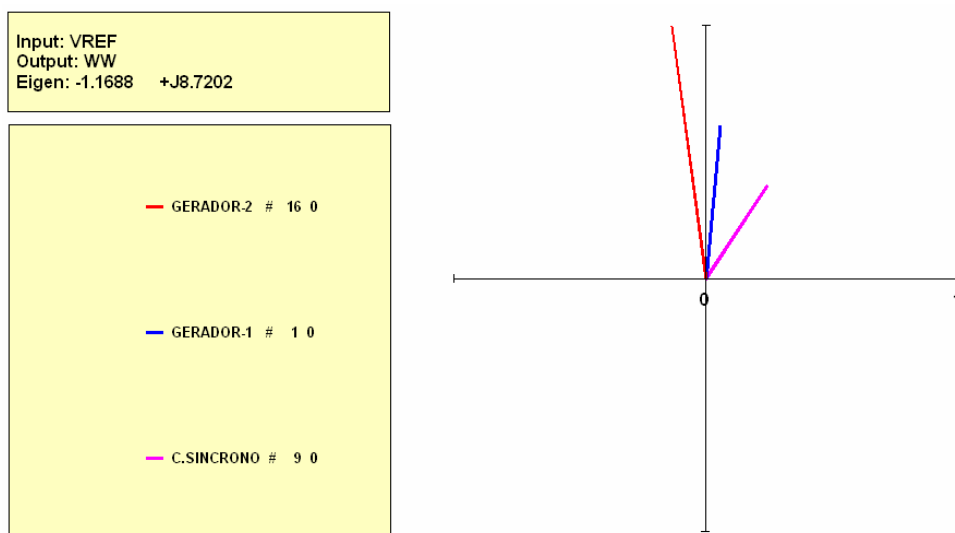


Figura A.1 – Perfil modal de velocidade do modo de oscilação 1

Tabela A.2 – Resíduos do modo de oscilação 1

Resíduo	Módulo	Ângulo	Fator de Participação
1	1,0000	97,720	GERADOR-2
2	0,6001	84,605	GERADOR-1
3	0,4397	56,414	C.SINCRONO

O resultado obtido para este modo de oscilação indica que o Gerador-2 apresenta o maior resíduo para essa função de transferência. Sendo assim, para o amortecimento desse modo, a instalação do estabilizador será mais efetiva se aplicado ao Gerador-2 que está conectado à barra 16.

Análise do pólo 3: $-1,1639 + j 9,4460$

A Figura A.2 mostra o gráfico do perfil modal e a Tabela A.3 apresenta os valores dos resíduos obtidos.

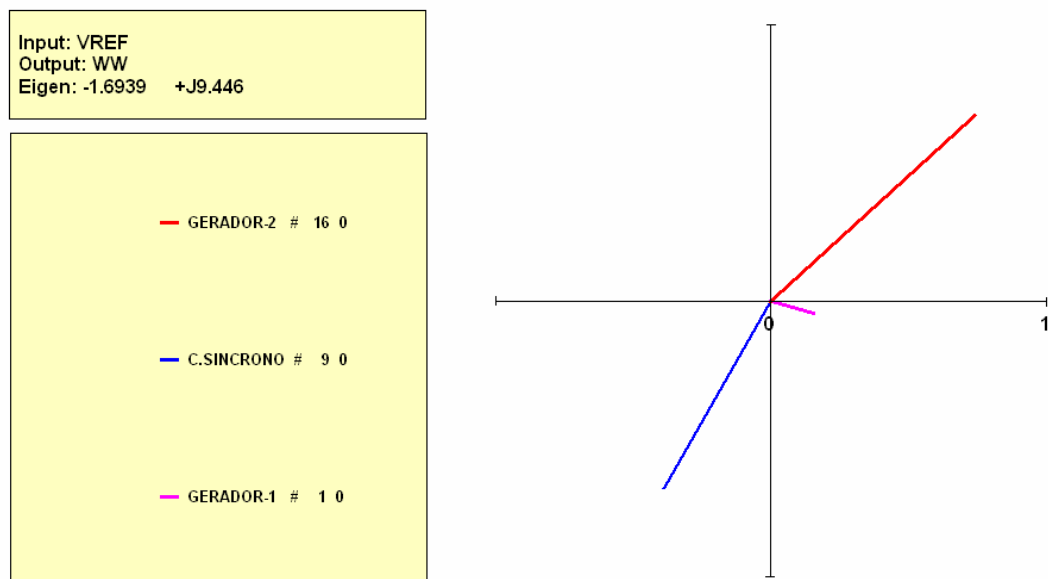


Figura A.2 – Perfil modal de velocidade do modo de oscilação 3

Tabela A.3 – Resíduos do modo de oscilação 3

Resíduo	Módulo	Ângulo	Fator de Participação
1	1,0000	42,197	GERADOR-2
2	0,7793	-119,71	GERADOR-1
3	0,1630	-15,637	C.SINCRONO

Para este modo de oscilação, o Gerador-2 também apresenta o maior resíduo para essa função de transferência, apontando a instalação do estabilizador no Gerador-2 conectado à barra 16, para o amortecimento desse modo.

As Figuras A.3 e A.4 mostram os mapas de pólos e zeros para a mesma função de transferência referente ao gerador-1 e gerador-2 respectivamente. A análise dos zeros é importante, pois não basta observar os pólos é preciso conseguir atuar neles. Pois dependendo da sua localização, a presença de um zero próximo a um pólo pode dificultar a estabilização do modo.

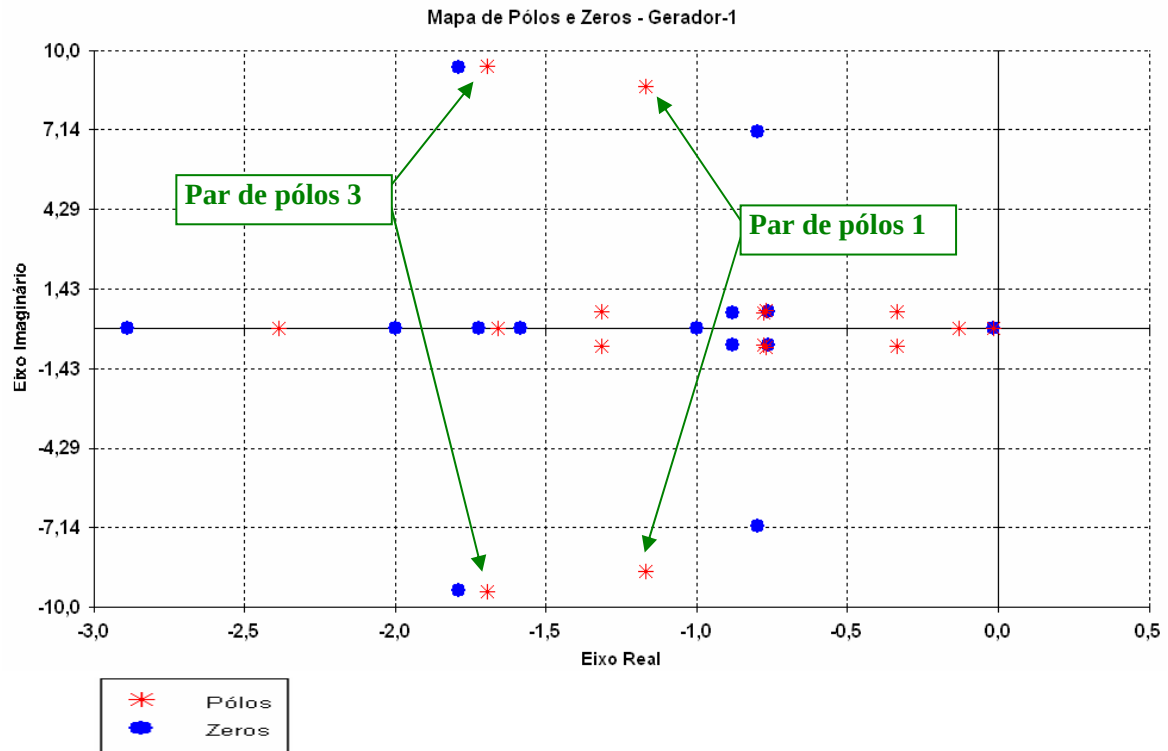


Figura A.3 – Mapa de pólos e zeros do gerador-1

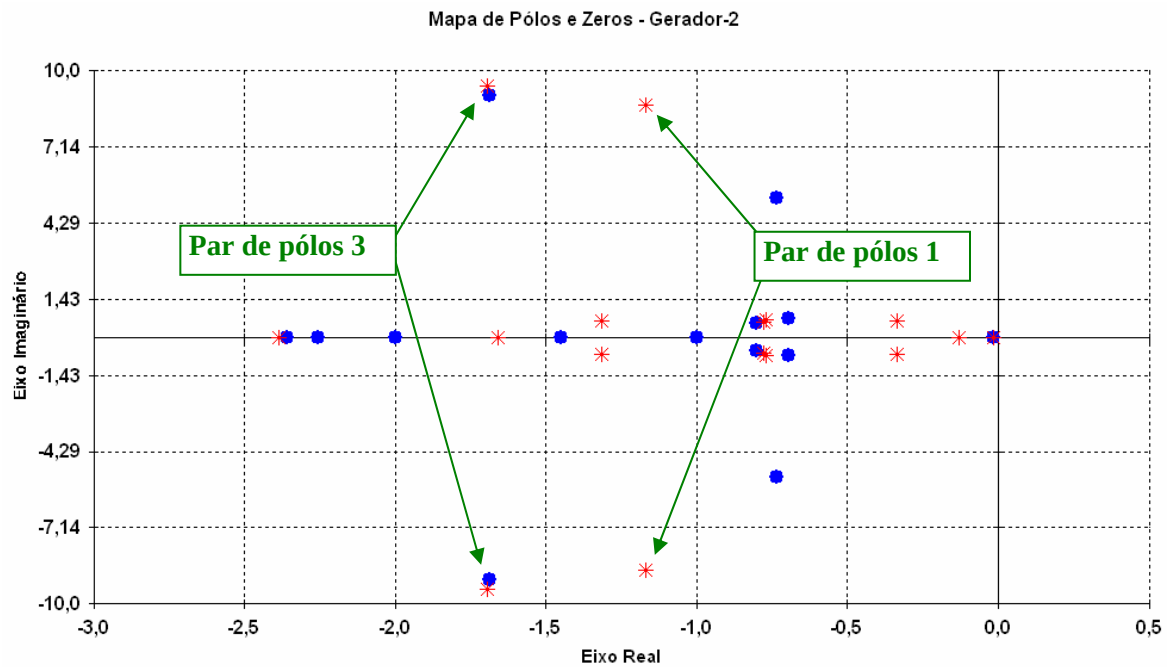


Figura A.4 – Mapa de pólos e zeros do gerador-2

Apesar das Tabelas A.2 e A.3 apontarem o maior resíduo para o Gerador-2, observando as Figuras A.3 e A.4 que mostram os mapas de pólos e zeros, vimos que o Gerador-1 é mais adequado para colocação do estabilizador, pois apresenta um melhor posicionamento dos zeros.

* * *