Estabilizadores Derivados da Potência Acelerante

Prof. Antonio Simões Costa

GSP- UFSC

Considerações sobre o uso da Potência Acelerante

- Sinais estabilizadores derivados de P_{acel} são mais vantajosos que os derivados de ω_G e f por não exigirem o uso de FTs de avanço de fase;

Considerações sobre o uso da Potência Acelerante

- Sinais estabilizadores derivados de P_{acel} são mais vantajosos que os derivados de ω_G e f por não exigirem o uso de FTs de avanço de fase;
- Contudo, a síntese rigorosa de P_{acel} requer medição tanto de P_m quanto de P_e. A medição de P_m com o grau de precisão desejado continua a ser um desafio tecnológico;

Considerações sobre o uso da Potência Acelerante

- Sinais estabilizadores derivados de P_{acel} são mais vantajosos que os derivados de ω_G e f por não exigirem o uso de FTs de avanço de fase;
- Contudo, a síntese rigorosa de P_{acel} requer medição tanto de P_m quanto de P_e. A medição de P_m com o grau de precisão desejado continua a ser um desafio tecnológico;
- Como em muitos casos P_m não apresenta variações significativas na faixa de frequências de interesse, tornou-se usual aproximar P_{acel} por $(-P_e)$;

Considerações sobre o uso da Potência Acelerante

- Sinais estabilizadores derivados de P_{acel} são mais vantajosos que os derivados de ω_G e f por não exigirem o uso de FTs de avanço de fase;
- Contudo, a síntese rigorosa de P_{acel} requer medição tanto de P_m quanto de P_e. A medição de P_m com o grau de precisão desejado continua a ser um desafio tecnológico;
- Como em muitos casos P_m não apresenta variações significativas na faixa de frequências de interesse, tornou-se usual aproximar P_{acel} por $(-P_e)$;
- Esta estratégia pode entretanto causar dificuldades em casos de:

Considerações sobre o uso da Potência Acelerante

- Sinais estabilizadores derivados de P_{acel} são mais vantajosos que os derivados de ω_G e f por não exigirem o uso de FTs de avanço de fase;
- Contudo, a síntese rigorosa de P_{acel} requer medição tanto de P_m quanto de P_e. A medição de P_m com o grau de precisão desejado continua a ser um desafio tecnológico;
- Como em muitos casos P_m não apresenta variações significativas na faixa de frequências de interesse, tornou-se usual aproximar P_{acel} por $(-P_e)$;
- Esta estratégia pode entretanto causar dificuldades em casos de:
  - turbinas com "fast valving",

Considerações sobre o uso da Potência Acelerante

- Sinais estabilizadores derivados de P_{acel} são mais vantajosos que os derivados de ω_G e f por não exigirem o uso de FTs de avanço de fase;
- Contudo, a síntese rigorosa de P_{acel} requer medição tanto de P_m quanto de P_e. A medição de P_m com o grau de precisão desejado continua a ser um desafio tecnológico;
- Como em muitos casos P_m não apresenta variações significativas na faixa de frequências de interesse, tornou-se usual aproximar P_{acel} por $(-P_e)$;
- Esta estratégia pode entretanto causar dificuldades em casos de:
  - turbinas com "fast valving",
  - unidades geradoras sujeitas a CAG;

Considerações sobre o uso da Potência Acelerante

- Sinais estabilizadores derivados de P_{acel} são mais vantajosos que os derivados de ω_G e f por não exigirem o uso de FTs de avanço de fase;
- Contudo, a síntese rigorosa de P_{acel} requer medição tanto de P_m quanto de P_e. A medição de P_m com o grau de precisão desejado continua a ser um desafio tecnológico;
- Como em muitos casos P_m não apresenta variações significativas na faixa de frequências de interesse, tornou-se usual aproximar P_{acel} por $(-P_e)$;
- Esta estratégia pode entretanto causar dificuldades em casos de:
  - turbinas com "fast valving",
  - unidades geradoras sujeitas a CAG;
  - Reguladores de velocidade rápidos, etc.

Considerações sobre o uso da Potência Acelerante

- Sinais estabilizadores derivados de P_{acel} são mais vantajosos que os derivados de ω_G e f por não exigirem o uso de FTs de avanço de fase;
- Contudo, a síntese rigorosa de P_{acel} requer medição tanto de P_m quanto de P_e. A medição de P_m com o grau de precisão desejado continua a ser um desafio tecnológico;
- Como em muitos casos P_m não apresenta variações significativas na faixa de frequências de interesse, tornou-se usual aproximar P_{acel} por $(-P_e)$;
- Esta estratégia pode entretanto causar dificuldades em casos de:
  - turbinas com "fast valving",
  - unidades geradoras sujeitas a CAG;
  - Reguladores de velocidade rápidos, etc.
- Nesses casos, o sinal derivado de $(-P_e)$ pode causar redução de tensão em períodos em que a geração aumenta.

Esquema para Síntese da Potência Acelerante (I)

Premissas:

- A medição de P_m com a precisão requerida é difícil;

Esquema para Síntese da Potência Acelerante (I)

Premissas:

- A medição de P_m com a precisão requerida é difícil;
- Efeitos de P_m só são significativos nas baixas frequências $\Longrightarrow$ não é necessário se utilizar para P_m a mesma faixa passante de P_e;

Esquema para Síntese da Potência Acelerante (I)

Premissas:

- A medição de P_m com a precisão requerida é difícil;
- Efeitos de P_m só são significativos nas baixas frequências $\Longrightarrow$ não é necessário se utilizar para P_m a mesma faixa passante de P_e;
- Em frequências $> \omega_n$, o sinal de $(-P_e)$ goza das seguintes propriedades:

Esquema para Síntese da Potência Acelerante (I)

Premissas:

- A medição de P_m com a precisão requerida é difícil;
- Efeitos de P_m só são significativos nas baixas frequências $\Longrightarrow$ não é necessário se utilizar para P_m a mesma faixa passante de P_e;
- Em frequências $> \omega_n$, o sinal de $(-P_e)$ goza das seguintes propriedades:
  - É uma boa aproximação para a aceleração;

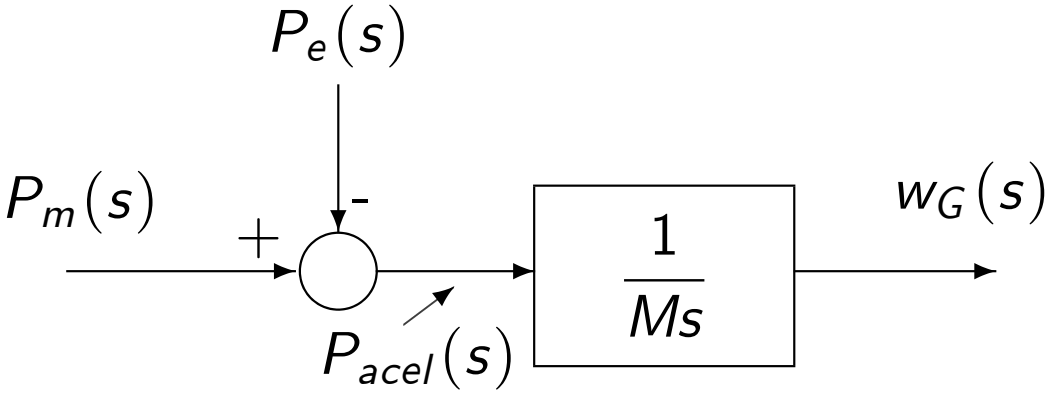
Esquema para Síntese da Potência Acelerante (I)

Premissas:

- A medição de P_m com a precisão requerida é difícil;
- Efeitos de P_m só são significativos nas baixas frequências $\Longrightarrow$ não é necessário se utilizar para P_m a mesma faixa passante de P_e;
- Em frequências $> \omega_n$, o sinal de $(-P_e)$ goza das seguintes propriedades:
  - É uma boa aproximação para a aceleração;
  - Não amplifica ruídos de alta frequência.

Esquema para Síntese da Potência Acelerante (II)

Princípio básico



- Da figura, podemos escrever:

$$P_m(s) = Ms\ \omega_G(s) + P_e$$

$$P_{acel}(s) = P_m(s) - P_e(s)$$

Esquema para Síntese da Potência Acelerante (III)

Ajustes para Realizabilidade (1)

- Relações básicas:

$$P_m(s) = Ms\,\omega_G(s) + P_e(s) \quad (1)$$

$$P_{acel}(s) = P_m(s) - P_e(s) \quad (2)$$

Esquema para Síntese da Potência Acelerante (III)

Ajustes para Realizabilidade (1)

- Relações básicas:

$$P_m(s) = Ms\,\omega_G(s) + P_e(s) \quad (1)$$

$$P_{acel}(s) = P_m(s) - P_e(s) \quad (2)$$

- Como (1) não é realizável, usaremos o filtro passa-baixas

$$P'_m(s) = \frac{Ms}{1+s\tau}\omega_G(s) + \frac{1}{1+s\tau}P_e(s) \quad (3)$$

onde o valor de τ define a faixa passante de $P'_m(s)$;

Esquema para Síntese da Potência Acelerante (III)

Ajustes para Realizabilidade (1)

- Relações básicas:

$$P_m(s) = Ms\,\omega_G(s) + P_e(s) \quad (1)$$

$$P_{acel}(s) = P_m(s) - P_e(s) \quad (2)$$

- Como (1) não é realizável, usaremos o filtro passa-baixas

$$P'_m(s) = \frac{Ms}{1+s\tau}\omega_G(s) + \frac{1}{1+s\tau}P_e(s) \quad (3)$$

onde o valor de τ define a faixa passante de $P'_m(s)$;

  - Para $\omega < (1/\tau)$, (3) comporta-se como (1);

Esquema para Síntese da Potência Acelerante (III)

Ajustes para Realizabilidade (1)

- Relações básicas:

$$P_m(s) = Ms\,\omega_G(s) + P_e(s) \quad (1)$$

$$P_{acel}(s) = P_m(s) - P_e(s) \quad (2)$$

- Como (1) não é realizável, usaremos o filtro passa-baixas

$$P'_m(s) = \frac{Ms}{1+s\tau}\omega_G(s) + \frac{1}{1+s\tau}P_e(s) \quad (3)$$

onde o valor de τ define a faixa passante de $P'_m(s)$;

  - Para $\omega < (1/\tau)$, (3) comporta-se como (1);
  - Para $\omega \gg (1/\tau)$, P'_m é fortemente atenuada $\Rightarrow$ vê-se de (2) que P_{acel} se comporta como $(-P_e)$.

Esquema para Síntese da Potência Acelerante (IV)

Ajustes para Realizabilidade (2)

- Aproximação para P_m :

$$P'_m(s) = \frac{Ms}{1+s\tau}\omega_G(s) + \frac{1}{1+s\tau}P_e(s)$$

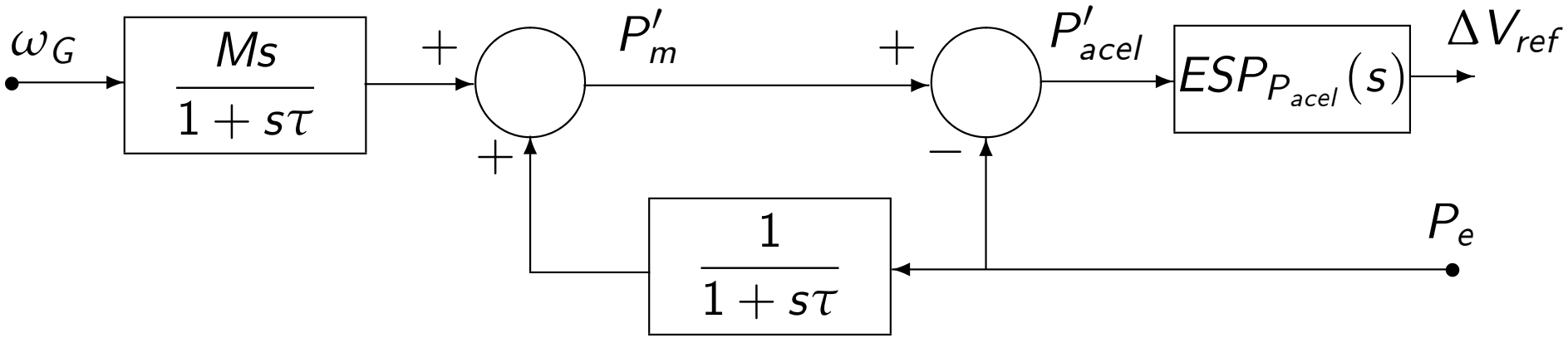
Esquema para Síntese da Potência Acelerante (IV)

Ajustes para Realizabilidade (2)

- Aproximação para P_m :

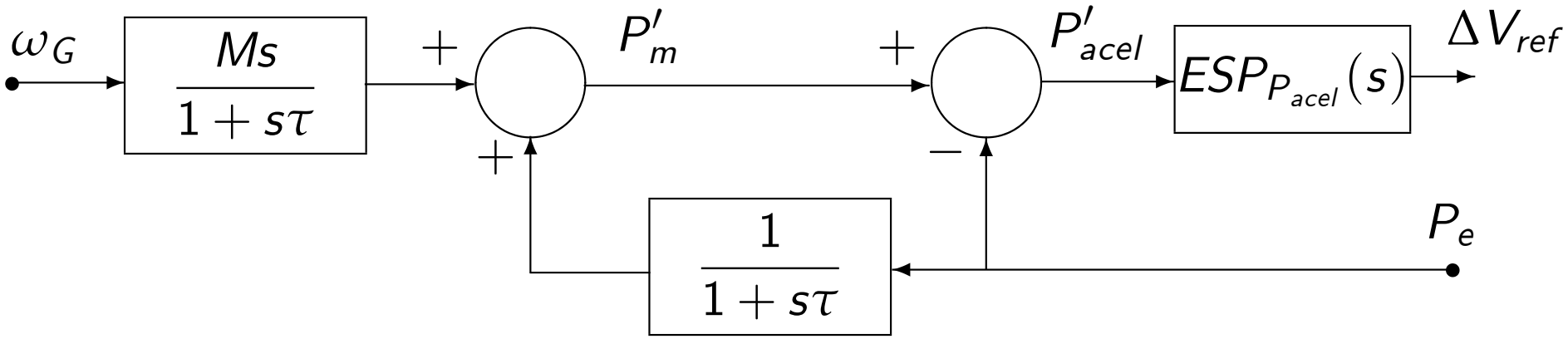
$$P'_m(s) = \frac{Ms}{1+s\tau}\omega_G(s) + \frac{1}{1+s\tau}P_e(s)$$

- Síntese a partir dos sinais ω_G e P_e :



Esquema para Síntese da Potência Acelerante (V)

Robustez face à perda do sinal de velocidade

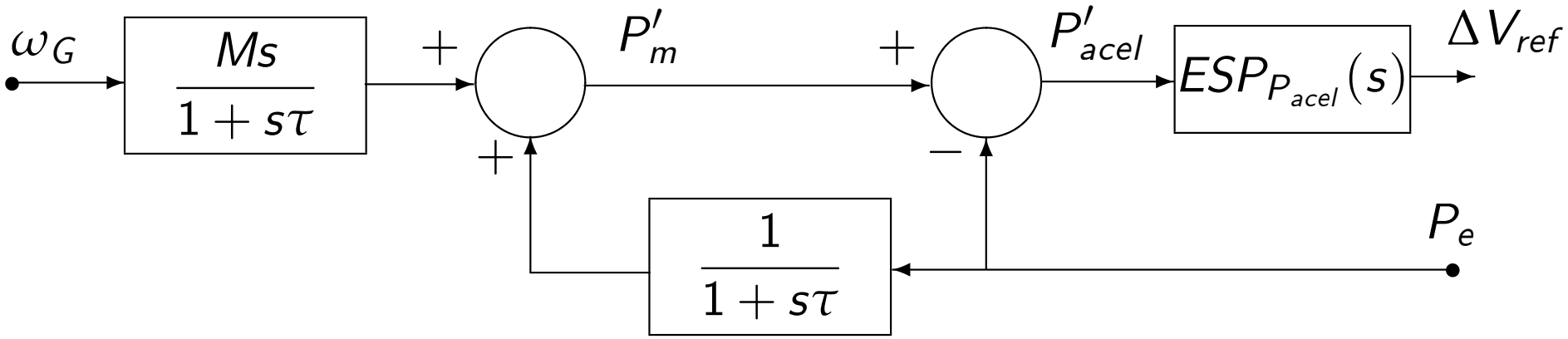


- Caso o sinal derivado de ω_G seja perdido, vê-se da figura que:

$$\begin{aligned}\Delta V_{ref}(s) &= \left(\tfrac{1}{1+s\tau}-1\right)\times ESP_{P_{acel}}(s)\times P_e(s)\\ &= \tfrac{s\tau}{1+s\tau}\times ESP_{P_{acel}}(s)\times(-P_e(s))\end{aligned}$$

Esquema para Síntese da Potência Acelerante (V)

Robustez face à perda do sinal de velocidade



- Caso o sinal derivado de ω_G seja perdido, vê-se da figura que:

$$\begin{aligned}\Delta V_{ref}(s) &= \left(\tfrac{1}{1+s\tau}-1\right)\times ESP_{P_{acel}}(s)\times P_e(s)\\ &= \tfrac{s\tau}{1+s\tau}\times ESP_{P_{acel}}(s)\times(-P_e(s))\end{aligned}$$

- Este resultado corresponde a um sinal convencional derivado de $(-P_e)$ processado através de um bloco *washout.*

Vantagens do esquema proposto

- Como a medida de ω pode ser obtida eletricamente, os efeitos de P_m podem ser simulados a partir de grandezas puramente elétricas;

Vantagens do esquema proposto

- Como a medida de ω pode ser obtida eletricamente, os efeitos de P_m podem ser simulados a partir de grandezas puramente elétricas;
- A taxa de variação da velocidade, $s\omega_G$, não necessita ter a precisão a altas frequências exigida quando ω é usada como sinal estabilizador;

Vantagens do esquema proposto

- Como a medida de ω pode ser obtida eletricamente, os efeitos de P_m podem ser simulados a partir de grandezas puramente elétricas;
- A taxa de variação da velocidade, $s\omega_G$, não necessita ter a precisão a altas frequências exigida quando ω é usada como sinal estabilizador;
- Não há necessidade de se usar funções do tipo *washout* para anular o sinal estabilizador em regime permanente.