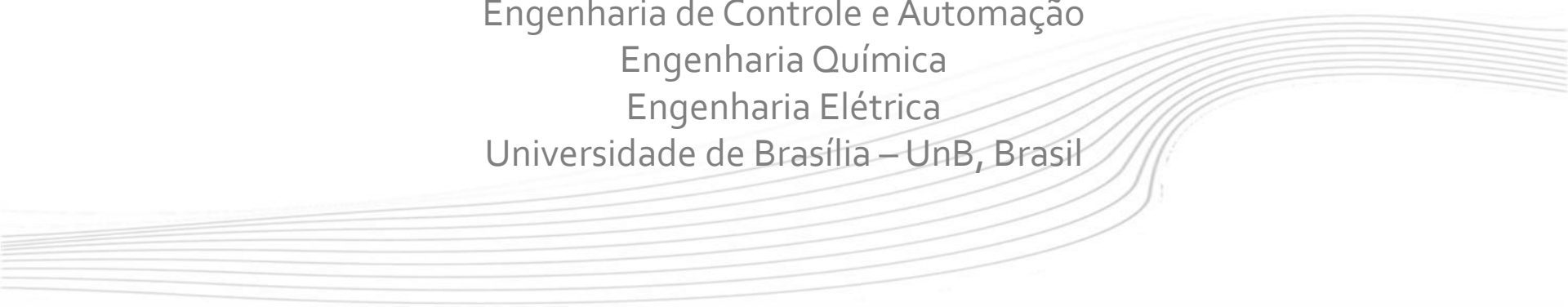


Controle de Processos Industriais

Prof. Eduardo Stockler Tognetti
estognetti@ene.unb.br

Engenharia de Controle e Automação
Engenharia Química
Engenharia Elétrica
Universidade de Brasília – UnB, Brasil



Prof. Eduardo Stockler Tognetti

Formação

- Engo. Eletricista (Ênfase em Controle) – USP/EESC (2002)
- Mestre em Controle e Automação – USP/EESC (2006)
- Doutorado em Controle e Automação – UNICAMP/FEEC (2011)
- Pós-Doutorado – UNICAMP (2012); University of Kaiserslautern (2014)

Experiência Profissional

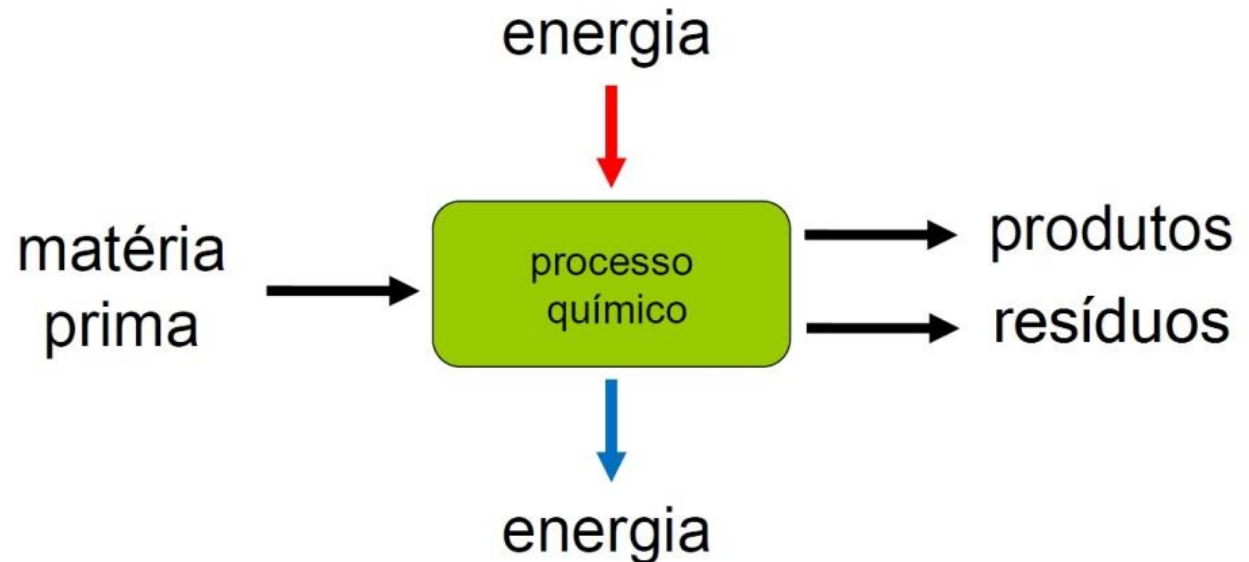
- Engo. de Automação e Controle de Processos – Votorantim Celulose e Papel/ Fibria S.A – (2002 - 2011)
 - Gerenciamento PIMS; start-up e acompanhamento de novos projetos; responsável técnico das área de automação industrial e controle dos processos industriais; líder de equipes técnicas.

UnB

- Depto. Enga. Elétrica, Laboratório de Automação e Robótica (LARA), 2012 - atual
- Programa de Pós-graduação do ENE (PGEA): *controle moderno*

Processo

- Transformar matéria prima em produtos, através de operações físicas e químicas
- Exemplos
 - refinaria de petróleo
 - usina de açúcar e álcool
 - amônia
 - ...



Processos Industriais



Desafios na Indústria de Papel e Celulose

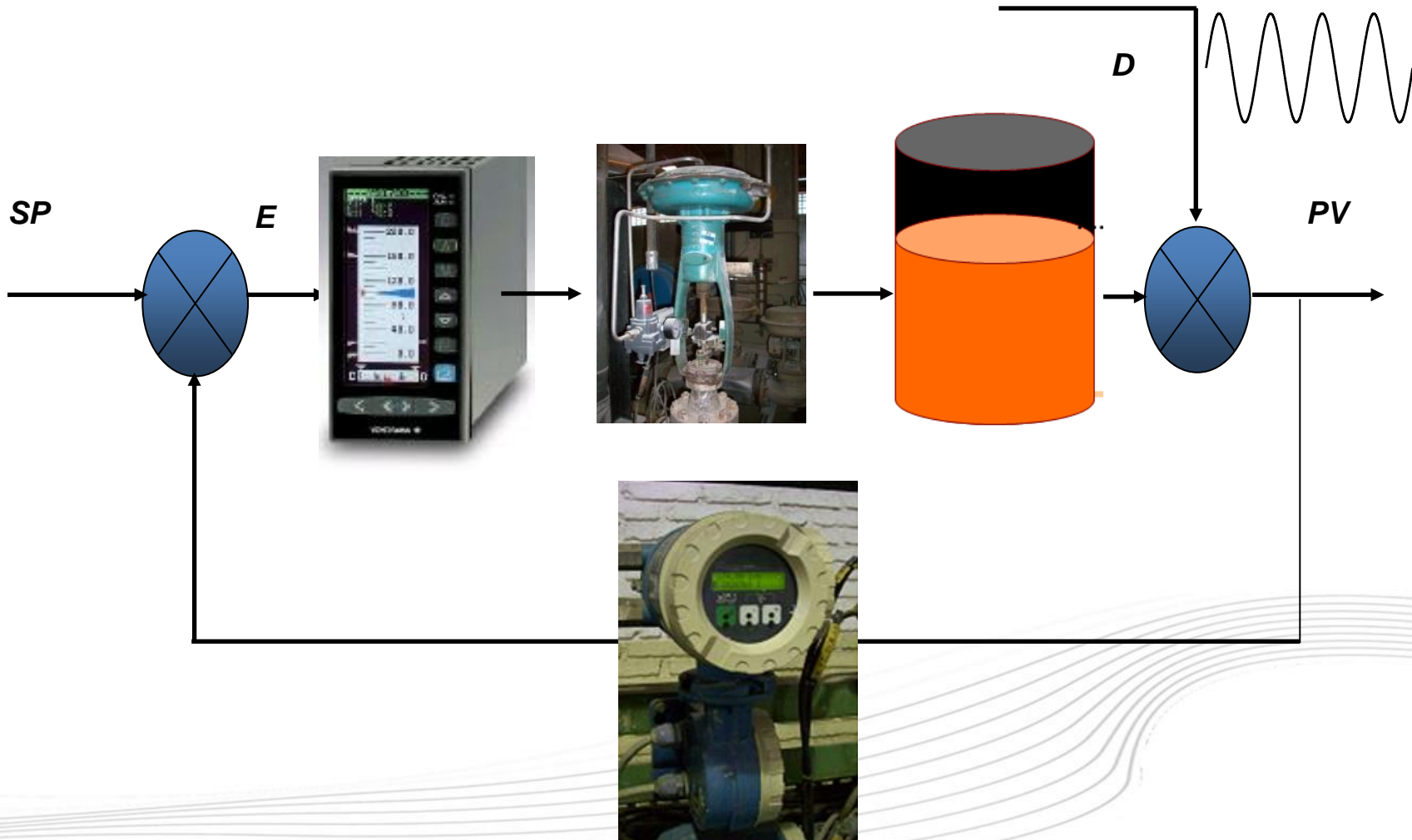
- Redução de consumo específico de matéria-prima, energia, insumos químicos e água;
- Redução dos desperdícios;
- Garantia da qualidade e das especificações do produto;
- Maximizar tempo de vida de equipamentos;
- Redução de custos de produção;
- Atender normas ambientais;
- Realizar operações com segurança.

Exemplos de Controle de Processos Industriais

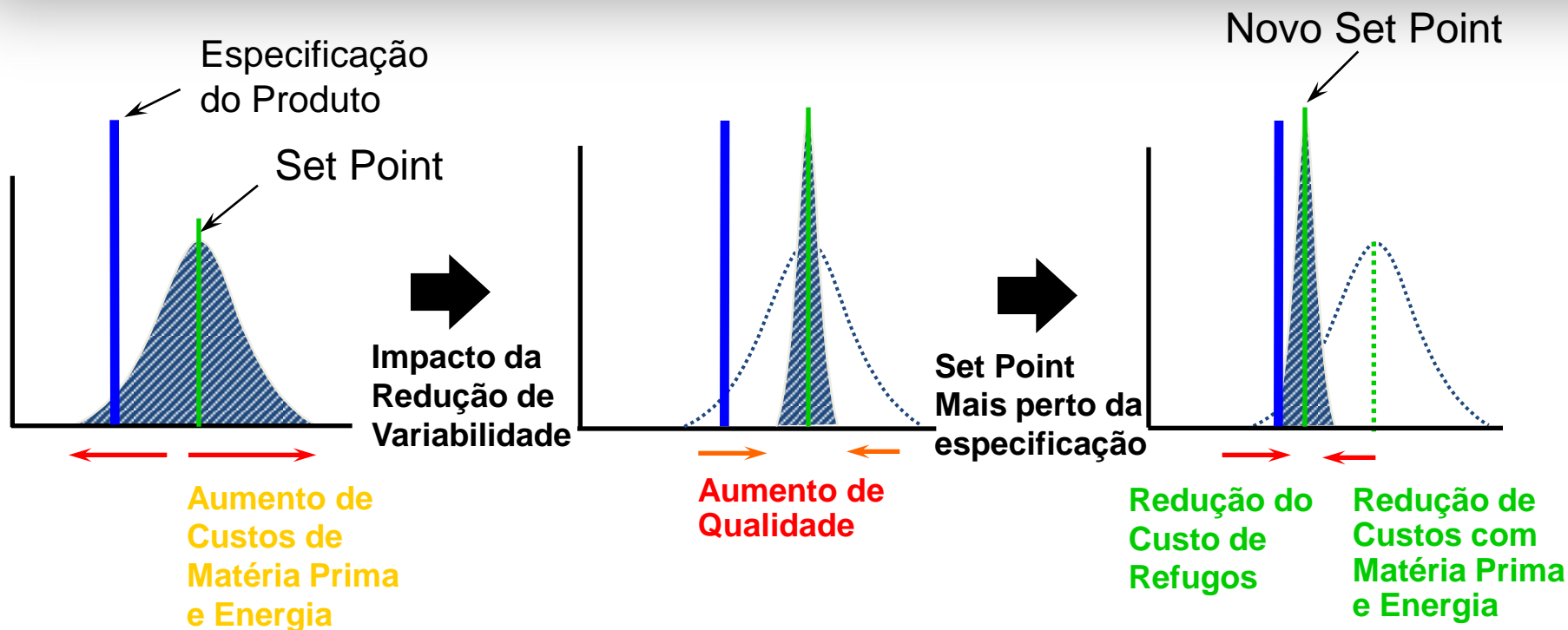


Estratégia de Controle

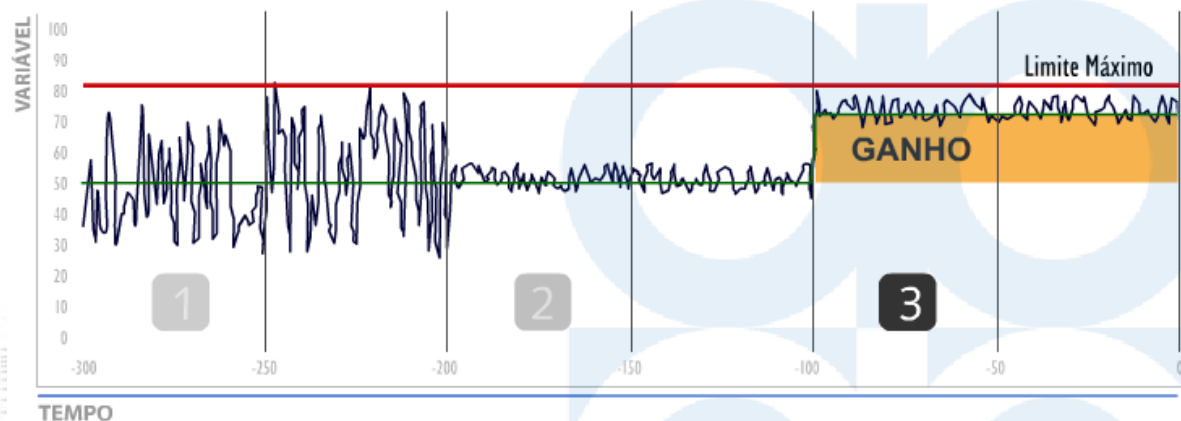
Perturbação com Frequência e Amplitude Variáveis



Redução da Variabilidade

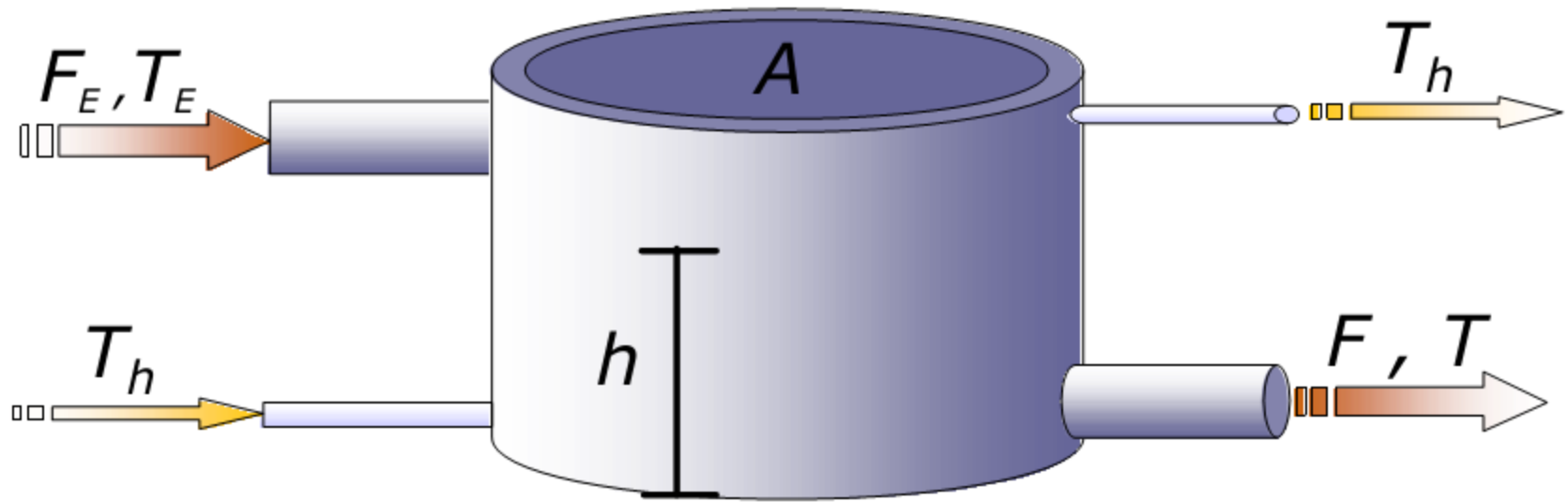


PROCESSO DE OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE CONTROLE



- ↓ Refugo e Matéria Prima
- ↑ Produtividade \$\$\$
- ↑ Qualidade do Produto

Representação matemática



$$\frac{dh(t)}{dt} = \frac{1}{A}(F_e(t) - C_v \sqrt{h(t)})$$

$$\frac{dC_R(t)}{dt} = \frac{F_e(t)}{Ah(t)}(C_{R_e}(t) - C_R(t)) - r_R(t)$$

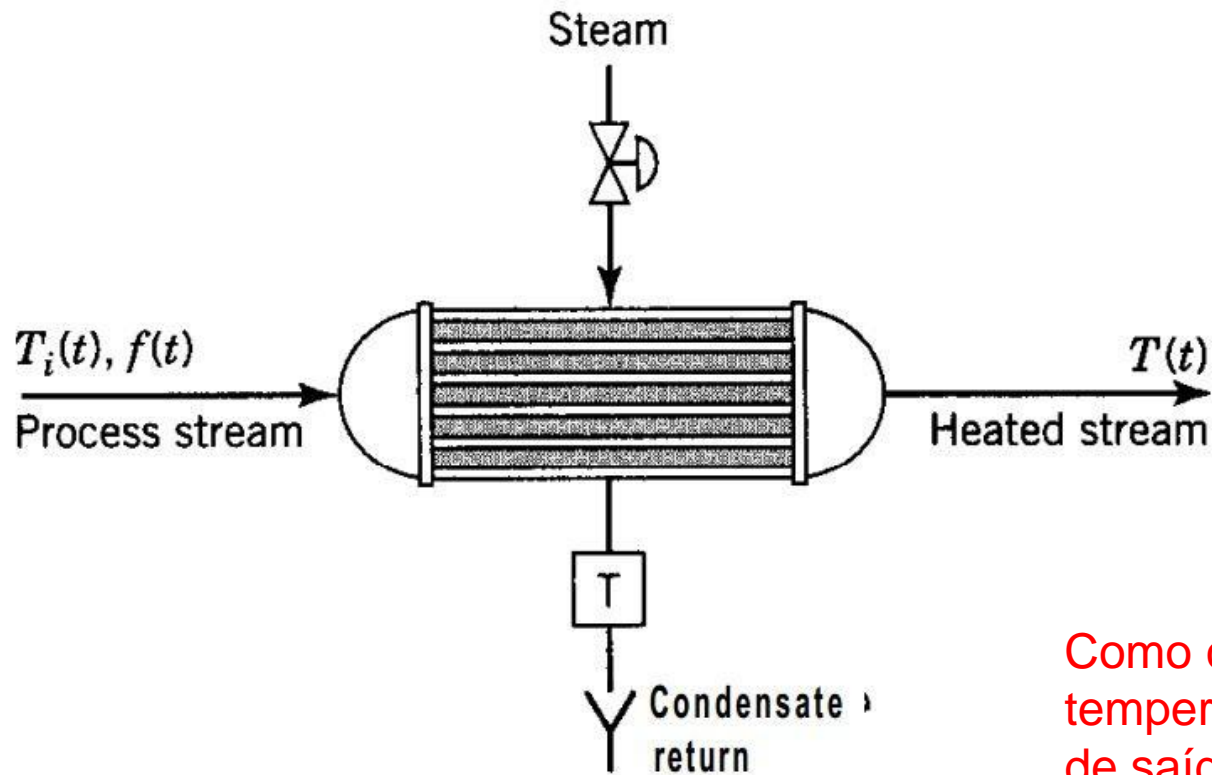
$$\frac{dT(t)}{dt} = \frac{F_e(t)}{Ah(t)}(T_E(t) - T(t)) - \frac{UA_c}{Ah(t)\rho C_p}(T(t) - T_h(t)) - \frac{\Delta H_r}{\rho C_p}r_R(t)$$

com $r_R(t) = k_0 e^{-E/RT(t)} C_R^2(t)$

(balanço de massa)

(balanço de energia)

Exemplo de Projeto de Estratégia de Controle



Heat exchanger

Como controlar a temperatura da corrente de saída $T(t)$?



Prof. Eduardo Stockler Tognetti

estognetti@ene.unb.br

Depto. Enga. Elétrica

Laboratório de Automação e Controle

<http://www.ene.unb.br/estognetti>