



## MODELLISTICA E CONTROLLO: laboratorio informatico

### La tematica

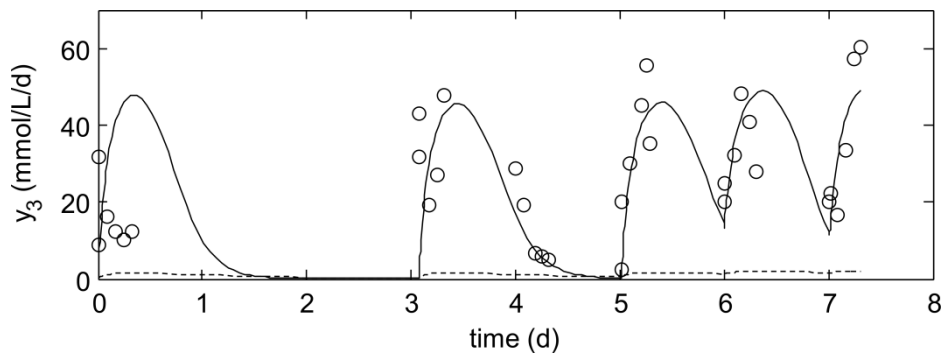
L'attività di ricerca nel campo della modellistica e del controllo del processo di produzione di biogas si indirizza lungo tre linee principali: l'utilizzo di tecniche e strumenti di modellistica e simulazione object-oriented, l'identificazione parametrica di modelli semplificati per il monitoraggio e il controllo e lo sviluppo di tecniche di Model Predictive Control (MPC) per l'ottimizzazione della produzione di biogas.

Grazie all'utilizzo del linguaggio di modellistica object-oriented Modelica, e al suo interprete Dymola, si è potuto affrontare agevolmente la modellistica di un processo assai complesso quale quello di digestione anaerobica. Si è pertanto inizialmente implementato quello che è ritenuto il modello più completo del processo di digestione anaerobica, cioè il modello ADM1 che, grazie alle caratteristiche dell'approccio di modellazione object-oriented, può essere facilmente interfacciato con una descrizione accurata degli apparati ausiliari, di misura, attuazione e controllo, dell'intero impianto di produzione di biogas.

A causa della loro complessità però, i modelli più accurati e dettagliati del processo di digestione anaerobica non possono essere utilizzati on-line per monitoraggio e controllo, per questi scopi è necessario in generale adottare modelli di ordine ridotto. In questa linea di ricerca si è quindi dapprima elaborato una modifica del ben noto modello AMOCO, al fine di ampliarne il campo di applicabilità, e successivamente se ne è derivata una formulazione di tipo lineare frazionario (LFT) mediante strumenti di manipolazione simbolica, allo scopo di effettuare in modo più accurato ed efficiente l'identificazione dei parametri incerti. L'efficacia della tecnica di identificazione LFT è stata validata con successo sia in riferimento a dati generati dal modello ADM1, sia in riferimento a dati sperimentali, ricavati da un digestore agricolo a piena scala e da un impianto di laboratorio alimentato a siero di latte ultra-filtrato.

Attualmente l'attività di ricerca si sta concentrando sullo sviluppo e l'implementazione del controllo MPC, a partire dalla stessa formulazione LFT del processo utilizzata per l'identificazione. Si tratta di un approccio assolutamente innovativo che ha già dato prova di notevole efficienza dal punto di vista numerico in casi simulati. I prossimi sviluppi prevedono l'applicazione della tecnica al controllo di digestori a scala di laboratorio, recentemente acquisiti presso il laboratorio della Fabbrica.

**Referente:** Gianni Ferretti



**Figura 1:** Esempio di simulazione della produzione di metano da siero di latte in un reattore alimentato in semi-continuo a confronto con la simulazione modellistica.

### Publicazioni

1. Della Bona A., Ferretti G., Ficara E., Malpei F. (2015). Chapter: *Parameter identification of a reduced order LFT model of anaerobic digestion*. In: Lovera M. Control-oriented modelling and identification: theory and practice. Ed. The Institution of Engineering and Technology Stevenage, UK. ISBN: 9781849196147. pp: 301-323.
2. Hassam, S., Ficara, E., Leva, A., Harmand, J. A generic and systematic procedure to derive a simplified model from the anaerobic digestion model No. 1 (ADM1) (2015) *Biochemical Engineering Journal*, 99, pp. 193-203.
3. Della Bona, A., Ferretti, G., Ficara, E., Malpei, F. LFT modelling and identification of anaerobic digestion (2015) *Control Engineering Practice*, 36, pp. 1-11.
4. Casella F., Della Bona A., Ferretti G., Ficara E., Lovera M., Malpei F. LFT formulation of an anaerobic digestion model for parameters identification (2013). Poster paper. 11th IWA Conference on Instrumentation Control and Automation, 18-20 September 2013, Narbonne, France. p. 1-4.
5. Hassam S., A. Allegrini, E. Ficara, B. Cherki and J. Harmand (2013) Modified AM2 with the hydrolysis step and the ammonium consideration. Poster paper. Proceedings of international IWA 13th World Congress on Anaerobic Digestion: "Recovering (bio) Resources for the World. Santiago de Compostela (ES) 25-28 June 2013. p. 1-4.