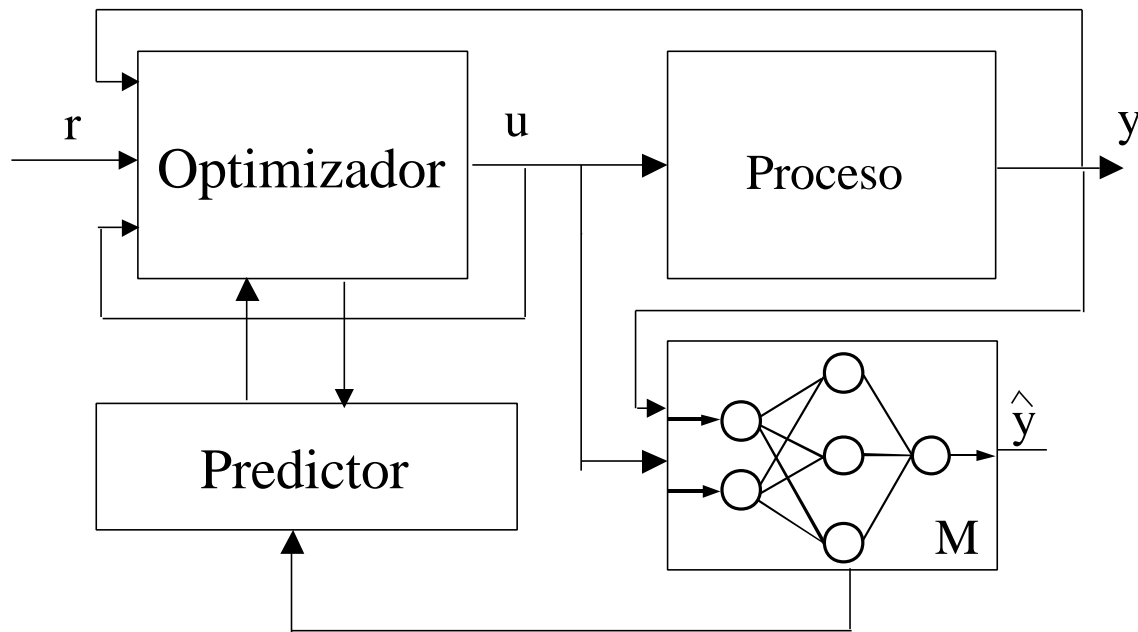


CONTROL PREDICTIVO BASADO EN REDES NEURONALES

En general, los controladores predictivos basado en redes neuronales presentan el siguiente esquema básico:

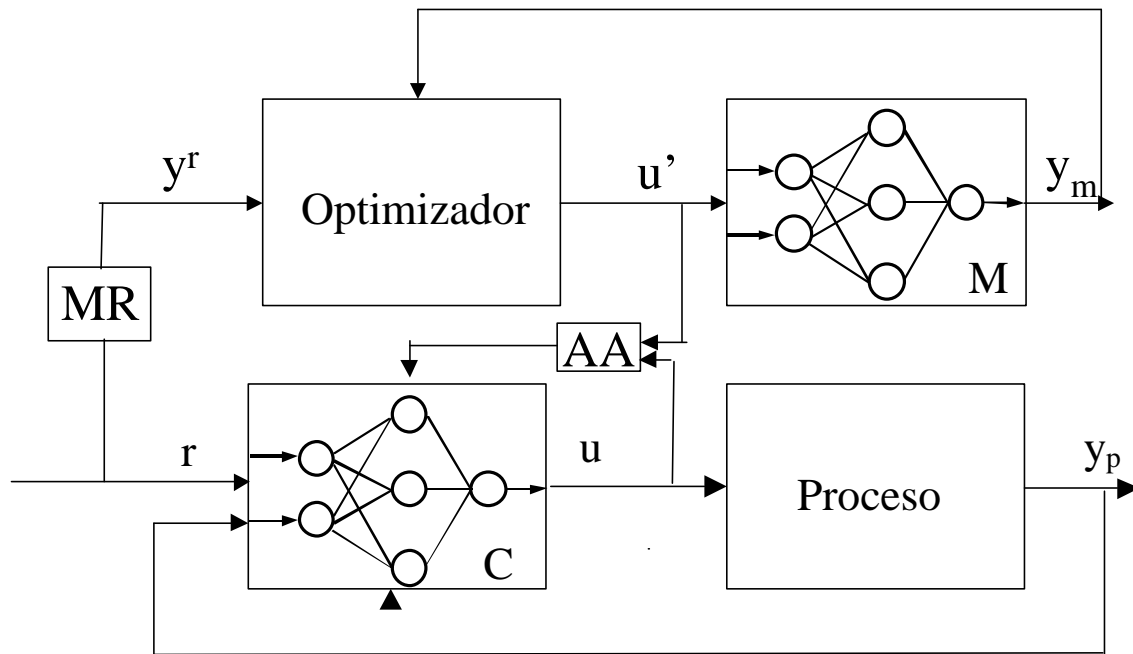


En este esquema, la obtención de la ley de control con redes neuronales puede considerarse:

- 1.- Determinar el modelo del sistema con una red neuronal. El modelo es usado para predecir las salidas futuras de la planta. Esto permite tratar con procesos no lineales.
- 2.- Entrenar una red neuronal para que realice la misma tarea que un controlador predictivo. El entrenamiento se realiza por simulación fuera de línea. De este modo, se obtiene un controlador más rápido.
- 3.- Entrenar una red neuronal de forma que optimice un criterio. El modelo es evaluado tan solo en la fase de entrenamiento del controlador.

A continuación, se presentan algunas estrategias de control predictivo basado en redes neuronales

Hunt (1992)



En este caso, una red neuronal predice las respuestas futuras de la planta sobre un horizonte de tiempo.

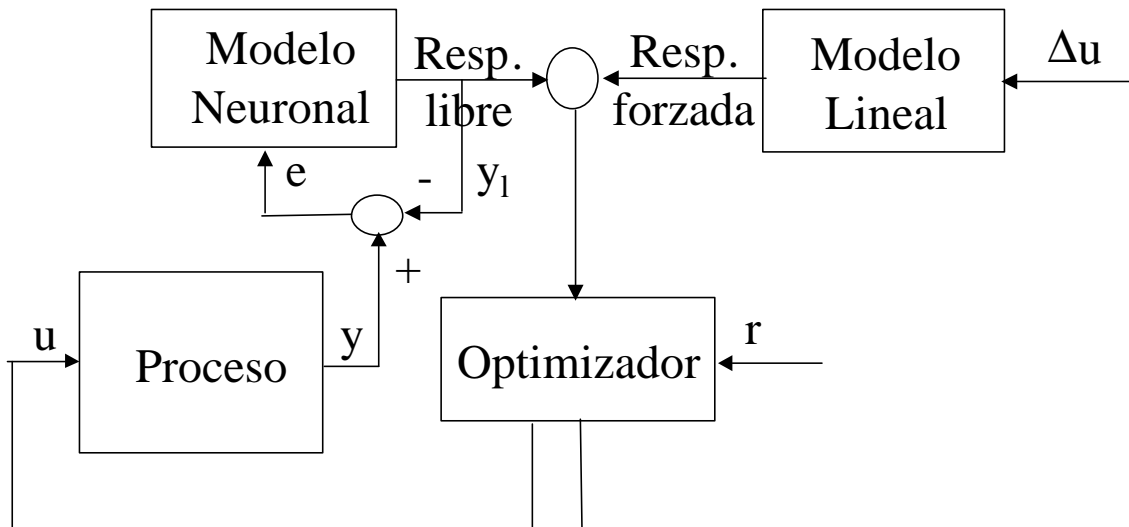
Las predicciones alimentan al optimizador de manera de optimizar el siguiente criterio:

$$J = \sum_{j=N_1}^{N_2} \delta(j) [y^r(t+j) - y_m(t+j/t)]^2 + \sum_{i=1}^{N_u} \lambda(i) [\Delta u'(t+i-1)]^2$$

Una alternativa es entrenar una red neuronal C de manera de imitar la acción de control u' .

Arahal (1997)

GPC basado en respuesta libre (red neuronal) y respuesta forzada.



Se propone dividir la respuesta del sistema en libre y forzada. La respuesta forzada es debido a la señal de control, el resto se considera respuesta libre.

Para predecir la respuesta forzada se usará un modelo lineal.

La predicción de la respuesta libre se hará en base a un modelo neuronal, válido para todo rango de operación.

El proceso de optimización puede resolverse analíticamente puesto que el modelo dependiente de la señal de mando es lineal.

A fin de obtener mejores resultados, el modelo usado para calcular la respuesta forzada se cambia con el punto de operación.

Draeger (1995)

DMC basado en redes neuronales

Se considera un modelo lineal respuesta al escalón

$$\hat{y} = G\Delta u + f + d$$

con G es la matriz con coeficientes de la respuesta al escalón, f es agrupa los términos conocidos hasta t (respuesta libre) y d es un vector de perturbaciones.

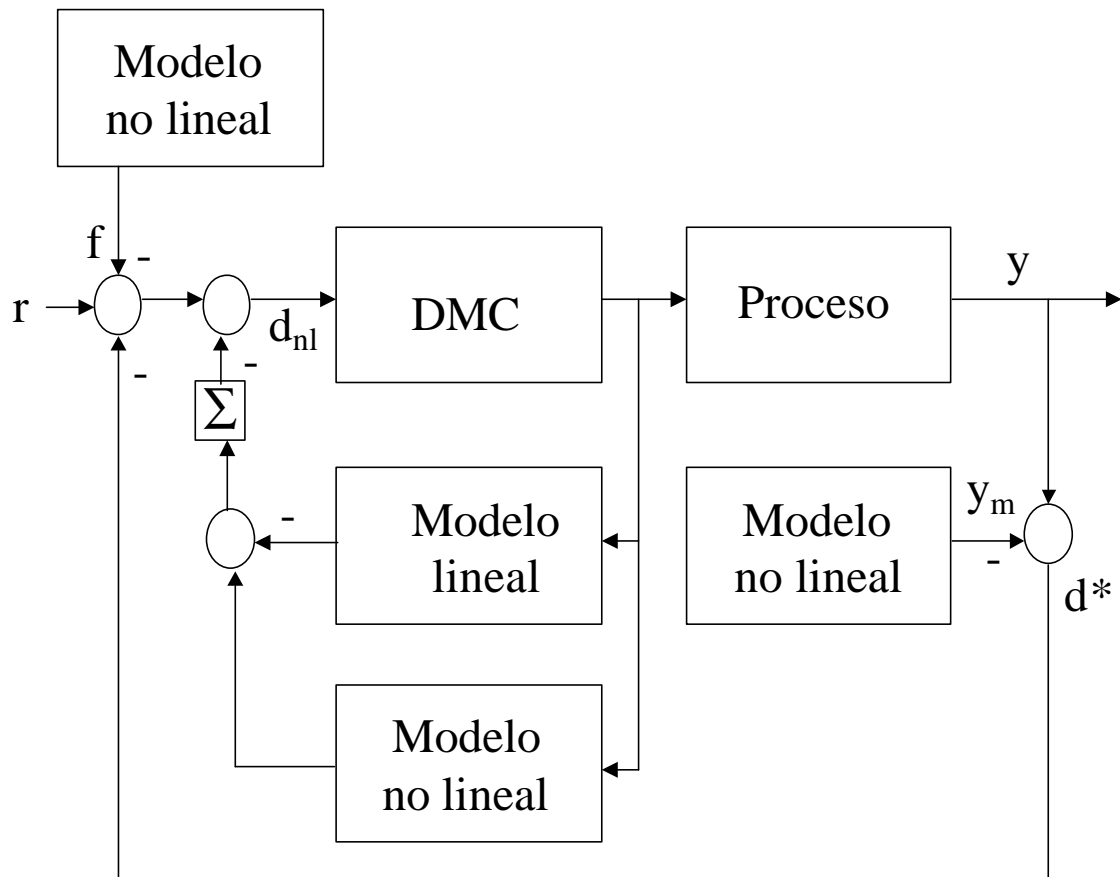
El vector de perturbaciones será tal que una parte representará la no linealidad del proceso y la otra parte considera las influencias desconocidas.

$$d = d_{nl} + d^*$$

con $d^* = y - y_m$

Entonces, la acción de control está dada por:

$$\Delta u = (G^T G + \lambda I)^{-1} G^T (r - f - d)$$



Referencias

- Arahal, M., Berenguel, M., Camacho, E. (1997). Nonlinear neural model-based predictive control of a solar plant. European Control Conference, July 1-4, Brussels, Belgium, TH-E I2, paper 264.
- Babuska, R., Sousa, J., Verbruggen, H. (1999). Predictive control of nonlinear systems based on fuzzy and neural models. Proceedings of the European Control Conference, ECC'99, August 31- September 3, Karlsruhe, Germany, pp. 667.
- Babuska, R. (1998). Fuzzy modeling for control. International series in intelligent technologies, Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, United States of America.
- Bosley, J., Edgar, T., Patwardhan, A., Wright, G. (1993). Model - based control: a survey. AIChE Journal of Process Systems Engineering, Vol. 39, N° 2, pp. 138-147.
- Chow, C., Kuznetsov, A., Clarke, D. (1995). Using multiple models in predictive control. Proceedings of the 3rd European Control Conference, September 5-8, Rome, Italy, pp. 1732-1737.
- Cipriano, A., Ramos, M. (1995). A fuzzy model based predictive controller and its application to a mineral flotation plant. Journal A: Benelux Quarterly Journal on Automatic Control, Vol. 36, N° 2, pp. 29-36.
- Cipriano, D. Sáez. (1996). Fuzzy generalized predictive control and its application to an inverted pendulum. Proceedings of the 22nd Annual International Conference on Industrial Electronics, Control and Instrumentation, IECON'96, Taipei, Taiwan, August 5-10, pp. 1966-1971.
- Di Marco, R., Semino, D., Brambilla, A. (1997). From linear to nonlinear model predictive control: comparison of different algorithms. Industrial Engineering Chemistry Research, Vol. 36, pp. 1708-1716.
- Draeger, A., Ranke, H., Engell, S. (1994). Neural network based model predictive control of a continuous neutralization reactor. Proceedings of the third IEEE Conference on Control Applications, August 24-26, Glasgow, Great Britain, pp. 427-432.
- Espinosa, J., Vandewalle, J. (1999). Predictive control using fuzzy models. In: Roy R., Furuhashi, T., Pravir K. (eds.) Advances in Soft Computing Engineering Design and Manufacturing, Springer-Verlag, pp. 187-200.
- Espinosa, J., Hadjili, M., Wertz, V., Vandewalle, J. (1999a). Predictive control using fuzzy models – comparative study. Proceedings of the European Control Conference, ECC'99, August 31- September 3, Karlsruhe, Germany, pp. 273.
- Espinosa, J., Vandewalle, J. (1998). Predictive control using fuzzy models applied to a steam generating unit. Proceedings of the 3rd International FLINS Workshop on Fuzzy Logic and Intelligent Technologies for Nuclear Science Industrie, September 14-16, Antwerp, Belgium, pp. 151-160.
- Hadjili, M., Wertz, V. (1999). Generalized predictive control using Takagi-Sugeno fuzzy models. Proceedings of the 1999 IEEE International Symposium on Intelligent Control, Intelligent Systems & Semiotics, ISIC'99, September 15-17, Cambridge, United States of America, pp. 405-410.
- Hunt, K., Sbarbaro, D., Zbikowski, R., Gawthrop, P. (1992). Neural networks for control systems: a survey. Automatica, Vol. 28, pp. 1083-1112.
- Roubos, J., Babuska, R., Bruijn, P., Verbruggen, H. (1998). Predictive control by local linearization of a Takagi-Sugeno fuzzy model. Proceedings of IEEE International Conference on Fuzzy Systems, May 4-9, Anchorage, Alaska, United States of America, pp. 37-42.
- Van der Veen, P., Babuska, R., Verbruggen, H. (1999). Comparison of nonlinear predictive control methods for a waste-water treatment benchmark. Proceedings of the European Control Conference, ECC'99, August 31- September 3, Karlsruhe, Germany, pp. 268 (5 pages).