



# COMPARACION DE ESTRATEGIAS DE CONTROL CONMUTADAS APLICADAS A SISTEMAS DE PÁNCREAS ARTIFICIAL

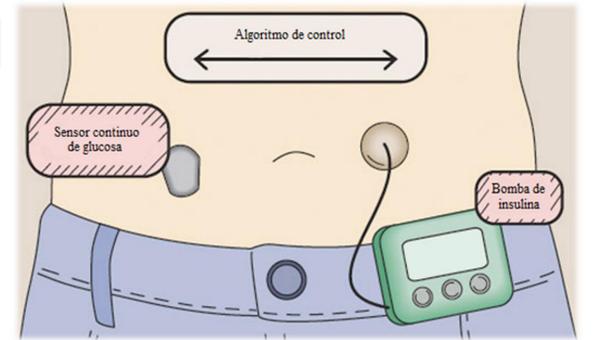
Fernando Leonel Da Rosa Jurao, Emilia Fushimi, Nicolas Rosales, Fabricio Garelli  
Grupo de Control Aplicado (GCA), Instituto LEICI (UNLP-CONICET), La Plata, Argentina



## Páncreas Artificial



El Páncreas Artificial (PA) es un dispositivo que se encarga de regular la glucemia en personas con Diabetes Mellitus Tipo 1 de forma automática. Éste consiste en un algoritmo de control, una bomba de insulina y Monitor Continuo de Glucosa (CGM). El algoritmo calcula la dosis de insulina en función de las mediciones del CGM y la bomba entrega dicha dosis, generalmente por vía subcutánea.



## Algoritmo ARG



En Argentina se desarrolló un algoritmo de PA llamado **Automatic Regulation of Glucose (ARG)** [1] (Figura 1). El ARG está formado por un controlador principal LQG conmutado (SLQG, Switched Linear Quadratic Gaussian) formado por dos controladores: uno agresivo para compensar los picos de glucemia debido a las comidas, y uno conservador para el resto del tiempo. El ARG fue evaluado en los primeros ensayos clínicos (hospitalarios y ambulatorios) [2],[3] de Latinoamérica en donde obtuvo resultados satisfactorios.

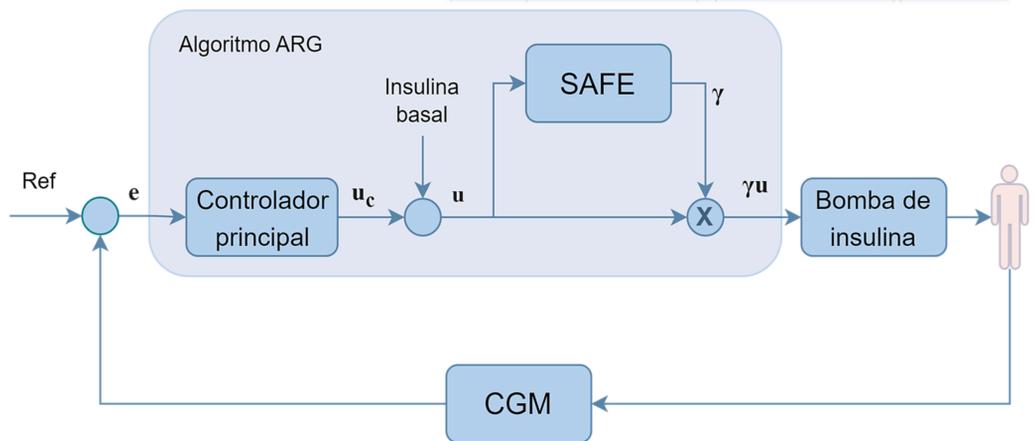


Figura 1: Diagrama de bloques del algoritmo ARG

## Motivación y objetivos



Tanto la implementación del controlador SLQG como la forma en la que éste calcula la dosis de insulina, resultan complejas. En este trabajo se propone simplificar el algoritmo reemplazando el controlador principal del ARG por una estructura **proporcional-derivativa conmutada** (SPD, Switched Proportional Derivative). Este tipo de estructuras son más sencillas de implementar y su funcionamiento resulta más intuitivo. Esto simplifica la comunicación con el personal médico y el usuario. Para evaluar el funcionamiento del nuevo algoritmo llamado **ARG-SPD**, se compara su desempeño con la versión original, la cual está validada por ensayos clínicos, en simulaciones hechas en una computadora (*in silico*). El objetivo es observar si la simplificación presenta una pérdida significativa de rendimiento o, en cambio, resulta una propuesta válida.

## Resultados y discusión

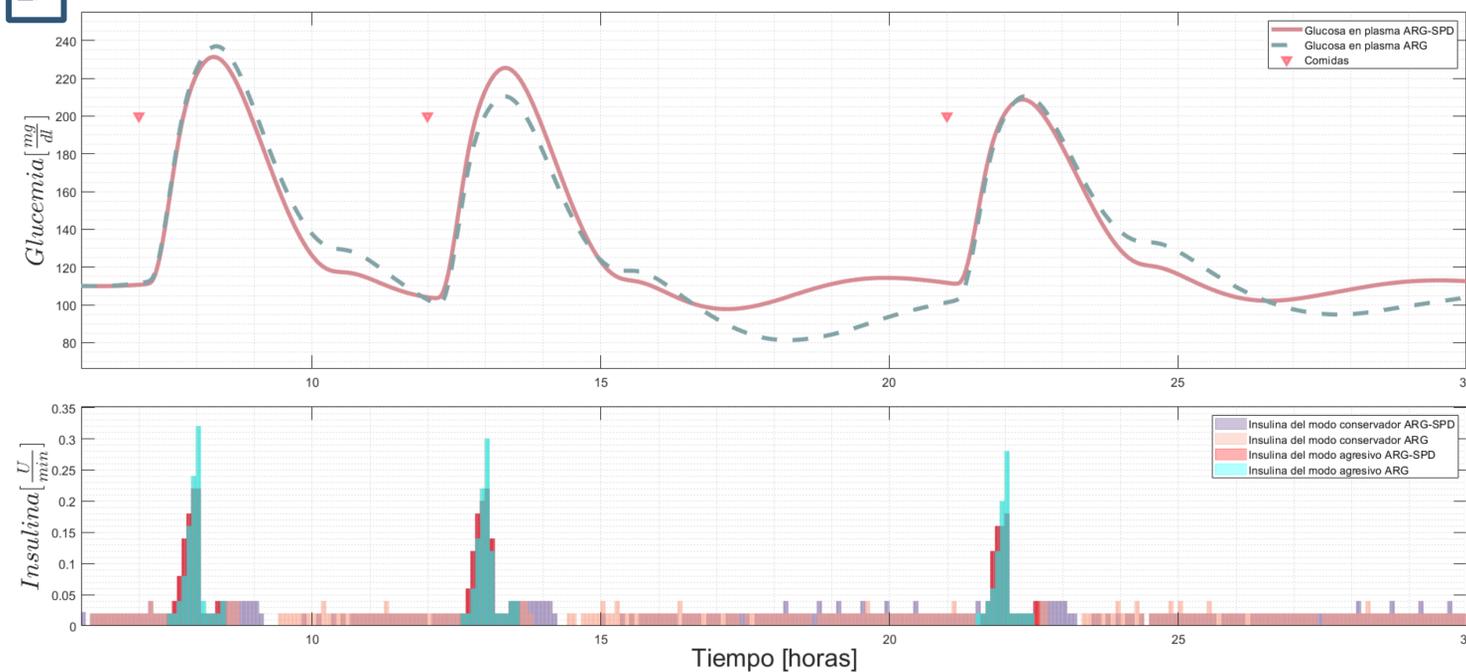


Figura 2: Resultado de simulación en un paciente virtual que consume 3 comidas en un periodo de observación de 24 horas. Se comparan los resultados obtenidos con el ARG-SPD y el ARG.

### Relación glucosa-insulina



Recordar que la insulina permite que la glucosa se convierta en energía. Por lo tanto, al aumentar la insulina en el cuerpo, la glucemia disminuye

En la Figura 2 se comparan los resultados de simulación del ARG-SPD con el original (ARG) en un paciente virtual con DMT1. El paciente consume 3 comidas en un intervalo de tiempo de 24 horas. En el gráfico se observa que ambas estrategias logran compensar con éxito los picos de glucemia producidos por las comidas. Sin embargo, ésta presenta una evolución temporal distinta para cada controlador.

## Conclusiones y trabajo futuro



El ARG-SPD muestra un desempeño aceptable con un comportamiento en la glucemia distinto al del ARG. Esta diferencia se puede aprovechar para realizar un tratamiento más personalizado, utilizando el controlador que mejor se adapte al perfil del paciente. Como trabajo futuro queda comparar el desempeño del ARG y el ARG-SPD con otras estructuras de control como podrían ser los controladores MPC.

## Bibliografía

- [1]. P. Colmegna, F. Garelli, H. De Battista, and R. Sánchez-Peña, "Automatic regulatory control in type 1 diabetes without carbohydrate counting," *Control Eng Pract*, pp. 22–32, 2018.
- [2]. R. Sánchez-Peña, P. Colmegna, F. Garelli, H. De Battista, D. García-Violini, M. Moscoso-Vásquez, N. Rosales, E. Fushimi, E. Campos-Náñez, M. Breton, V. Beruto, P. Scibona, C. Rodríguez, J. Giunta, V. Simonovich, W. H. Belloso, D. Cheriavsky, and L. Grosebacher, "Artificial pancreas: Clinical study in Latin America without premeal insulin boluses," *J Diabetes Sci Technol*, vol. 12, no. 5, pp. 914–925, 2018.
- [3]. F. Garelli, E. Fushimi, N. Rosales, D. Arambarri, C. Serafini, H. De Battista, L. Grosebacher, and R. Sánchez-Peña, "Primer ensayo clínico ambulatorio del páncreas artificial en argentina - trabajo enviado," *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 2021.