

Tarea 4

Control predictivo distribuido (DMPC) secundario de micro-redes DC

Profesor: Alex Navas Fonseca

Auxiliares: Matías Alegría, Benjamín Moreno.

En esta tarea se solicita diseñar e implementar el esquema de control predictivo distribuido basado en modelos, o DMPC por sus siglas en inglés, para una micro-red DC. El esquema de control general de dicho controlador se presenta en la figura 1. Dado que *PLECS* está fuertemente enfocado en electrónica de potencia, por sobre esquemas de control más complejos, se les solicitará realizar la implementación del esquema de control mediante el mix *PLECS-MATLAB*, a través del blockset de *PLECS* que existe para *MATLAB/Simulink*.

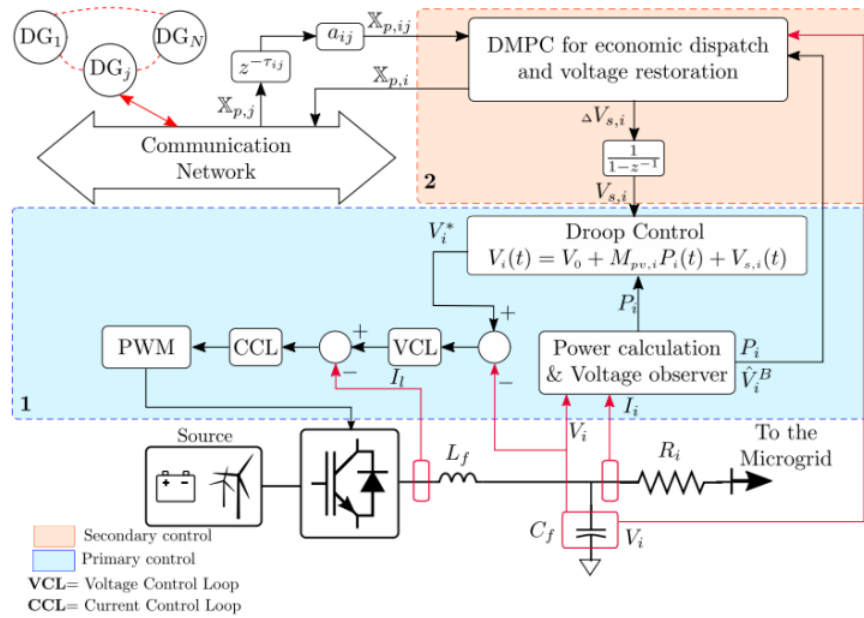


Figura 1: Esquema de control del DMPC.

El blockset para *MATLAB* de *PLECS* se puede descargar directamente del enlace <https://www.plexim.com/download/blockset>. Para su instalación deben seguir un proceso similar al que realizaron para *PLECS STANDALONE*. En caso de que los problemas persistan, se les pide que contacten al cuerpo docente, para encontrar una solución oportuna.

Dado que trabajar mezclando los softwares *PLECS* y *MATLAB* es algo nuevo en el curso, se les compartirá un archivo *.sxl* con el esquema de control primario DC prediseñado, un archivo *.m* con los parámetros para inicializar el Simulink y un archivo *.plecs* con la micro-red DC objetivo implementada, para que puedan enfocar su tiempo en el desarrollo del DMPC.

Implementación de controlador DMPC en micro-redes DC (60 %)

- Utilizando las ecuaciones (1) a la (10), escritas al final de la pregunta, escriba las matrices H_n , F_n , A , b , A_{eq} , b_{eq} de la formulación QP (problema cuadrático) e impleméntelas en *MATLAB*/*-Simulink*.
- Utilizando, inicialmente, un horizonte de predicción y de control de 5 instantes a futuro, y pesos a elección, pruebe el correcto funcionamiento del control predictivo elaborado frente a una carga a elección.
- Estudie el funcionamiento del controlador ante cambios en los pesos y horizontes de control y predicción. Analice las variables más relevantes.

Ecuaciones para la dinámica: nótese que las ecuaciones ya vienen linealizadas y discretizadas.

$$V_i(k+m) = V_i(k) + M_{P,i}[P_i(k+m) - P_i(k+m-1)] + \Delta V_{sec,i}(k+m-1) \quad (1)$$

$$P_i(k+m) = P_i(k) + G_i[2V_i(k) - V_i^R(k)][V_i(k+m) - V_i(k)] \quad (2)$$

$$\bar{V}_i(k+m) = \frac{V_i(k+m) + \sum_{j \in P} a_{ij}(k+m)V_j(k+m-\tau)}{1 + \sum_{j \in P} a_{ij}(k+m)} \quad (3)$$

$$\eta_i(k+m) = a_i P_i(k+m) + b_i \quad (4)$$

$$(5)$$

Función objetivo: nótese que las ecuaciones ya vienen discretizadas. Para esta tarea, los 3 objetivos de control son: realizar seguimiento de referencia, penalizar la acción de control secundario y realizar despacho económico a nivel secundario.

$$\begin{aligned} \min J_{dc,i}(k) = & \sum_{m=1}^{N_y} \lambda_{1i} (\bar{V}_i(k+m) - V_0)^2 \\ & + \sum_{m=1}^{N_u} \lambda_{2i} (\Delta V_{sec,i}(k+m))^2 \\ & + \sum_{j \in P_{dc}} \sum_{m=1}^{N_y} \lambda_{3i} a_{ij}(k) [(\eta_i(k+m) - \eta_j(k+m-\tau))]^2 \end{aligned} \quad (6)$$

Restricciones de operación: nótese que las ecuaciones ya vienen discretizadas y separadas.

$$-P_i(k+m) \leq P_{min,i} \quad (7)$$

$$P_i(k+m) \leq P_{max,i} \quad (8)$$

$$-V_i(k+m) \leq V_{min,i} \quad (9)$$

$$V_i(k+m) \leq V_{max,i} \quad (10)$$

Escenarios de interés (40 %)

A continuación se estudiarán los escenarios más comunes ante los cuales se debe enfrentar el control de una micro-red.

Tabla 1: Términos para calcular el costo incremental.

Unidad	a	b
1	0.444	0.111
2	0.264	0.067
3	0.5	0.125

- a) Comenzando la simulación con todas las unidades de generación DC encendidas y comunicadas, estudie el efecto del impacto de carga sobre el controlador, al conectar una a una las cargas del sistema y después desconectarlas hasta sacarlas todas. Analice los resultados.
- b) Repita el escenario de P3 a), añadiendo un retardo comunicacional entre los nodos de control de 1, 5, 10 y 20 veces el tiempo de muestreo del control secundario y analice su efecto sobre el control de la micro-red.
- c) Repita el escenario de P3 a), cortando de uno en uno los canales de comunicación entre unidades de generación DC, con tal de emular fallas de comunicación, y analice su efecto sobre el control de la micro-red.
- d) Repita el escenario de P3 a), desconectando una unidad de generación de la micro-red, con tal emular una falla en la unidad de generación o una desconexión programada. Luego analice el efecto de la desconexión sobre el control de la micro-red. Finalmente, reconecte la unidad de generación al sistema y analice como afecta al control de la micro-red.
- e) Deshabilite las restricciones de desigualdad, (7)-(10), conecte una distribución de carga que obligue a que una de las unidades de generación entregue más potencia de su capacidad nominal. Posteriormente habilite las restricciones de desigualdad y repita el experimento para la misma carga. Compare estos dos escenarios.
- f) Repita el escenario de P3 a), pero elimine el objetivo de control que se encarga de realizar el seguimiento de la tensión. Analice los resultados obtenidos, ¿Cómo se comportan las variables más relevantes?
- g) Repita el escenario de P3 a), pero elimine el objetivo de control que se encarga de penalizar la acción de control del secundario. ¿Cómo es la respuesta del sistema ante este cambio?
- h) Repita el escenario de P3 a), pero elimine el objetivo de control que se encarga de realizar el despacho económico de las unidades. Analice los resultados obtenidos, ¿Cómo actúan las unidades DG ante tal cambio?

Entrega

Para la entrega de la tarea se solicita hacer entrega de un archivo *.zip* que contenga los siguientes documentos:

- Una simulación PLECS funcional para cada una de las preguntas.
- Breve reporte ejecutivo abordando lo solicitado en la tarea, de máximo 20 páginas, **no se necesita introducción ni metodología**.

La **Fecha de entrega** de la tarea es el 24 de noviembre y sus **presentaciones** respectivas se realizarán el lunes 25 de noviembre. Dicha presentación seguirá la misma estructura de la presentación realizada en la tarea 3.