

Desarrollo del control en lazo cerrado de corriente y tensión en cascada de un inversor trifásico con simulación analógica utilizando un microcontrolador ARM Cortex M4

Luis Daniel Medina Pérez

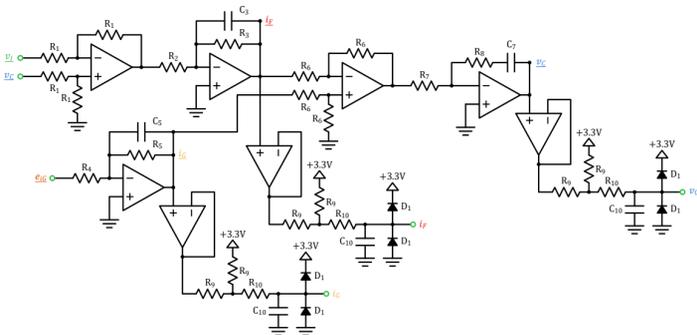
lmedinap1400@alumno.ipn.mx

Objetivo

Desarrollar el control en lazo cerrado de corriente y tensión en cascada de un inversor trifásico empleando de un circuito de simulación analógica que emula un inversor con un filtro LC y un microcontrolador que implementa el algoritmo de control.

Circuito de simulación analógica

El circuito de simulación analógica se construyó utilizando amplificadores operacionales de propósito general para simular dos de las tres fases del inversor, asumiendo que el sistema está libre de componentes de secuencia cero.

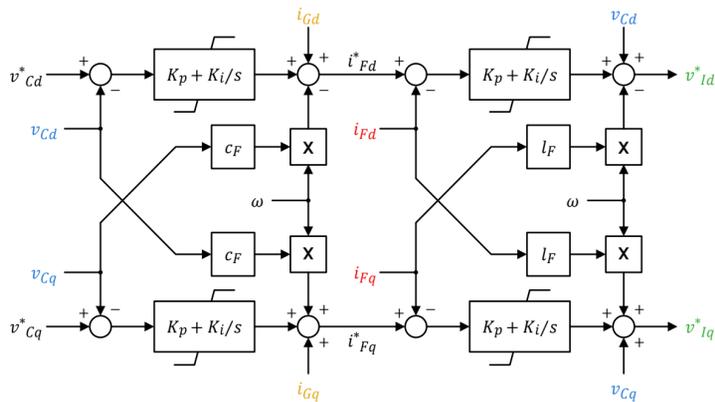


Circuito de simulación analógica de una fase del circuito del inversor.

Implementación del algoritmo de control

El control del inversor se implementa en el marco de referencia síncrono dq utilizando controladores tipo proporcional-integral para las componentes d y q de la corriente i_F y tensión v_C .

El algoritmo de control integra dos controladores operando en cascada: el control de tensión, que recibe el vector de tensión de referencia y calcula la corriente que es necesario inyectar para compensar la demanda de la carga y regular la tensión, y el controlador de corriente, que manipula la tensión generada por el inversor para regular la corriente a su respectiva referencia.



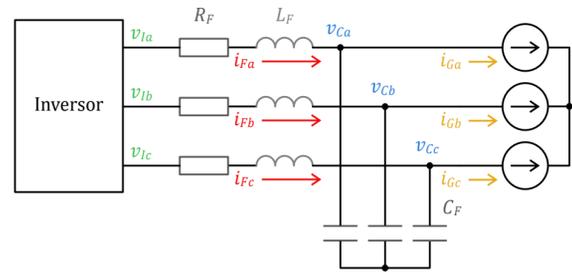
Esquema de control del inversor en el marco de referencia síncrono.

Conclusión

Este proyecto se concluye satisfactoriamente con el desarrollo de un controlador de tensión y corriente que muestra en las simulaciones analógicas una buena respuesta dinámica y en estado estacionario.

Circuito del inversor

El circuito considerado para la simulación contempla un inversor trifásico conectado a través de un filtro LC a una carga modelada como una fuente de corriente.



Circuito del inversor trifásico conectado a una carga.

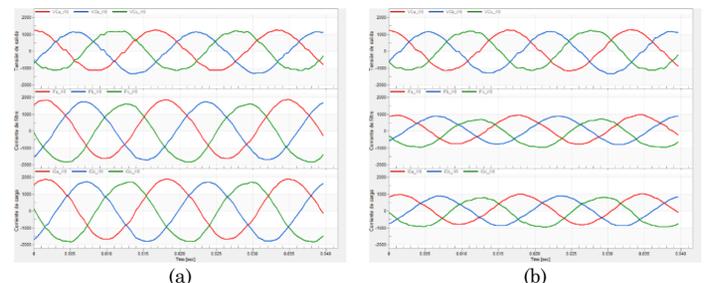
Muestreo de señales y modulación PWM

Las formas de onda de tensión del inversor trifásico se sintetizan utilizando la técnica de modulación por ancho de pulso con vectores espaciales (SVPWM) a una frecuencia de 10kHz. Los pulsos se generan de forma simétrica, alineados al centro y de forma complementaria para cada brazo del inversor con su respectivo tiempo muerto introducido después de cada conmutación.

Sincronizado a la señal portadora para la modulación SVPWM, cada 100µs el microcontrolador muestrea seis señales analógicas utilizando un convertidor con resolución de 12 bits. Estas señales corresponden a las fases A y B de la tensión v_C en el capacitor, la corriente i_F del filtro y la corriente i_G de la carga.

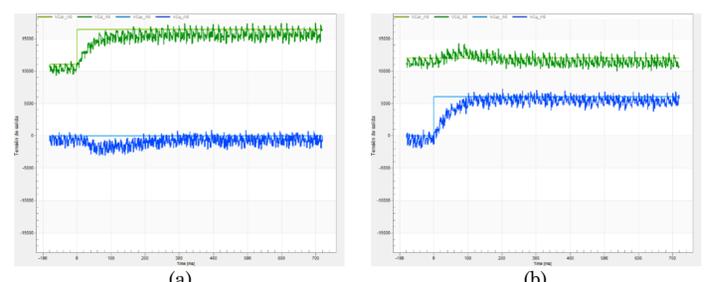
Resultados de simulación

En las simulaciones se observó que el control diseñado opera correctamente regulando la tensión de una carga que simula una admitancia con magnitud y factor de potencia variable.



Formas de onda de tensión de salida, corriente en el filtro y corriente de la carga con 100% (a) y 50% (b) de la carga nominal.

La respuesta dinámica del control observada en las simulaciones fue también satisfactoria, con un tiempo de respuesta de aproximadamente 100ms.



Respuesta de la tensión de salida a un cambio en la referencia (Señales en el marco de referencia síncrono).