

TÉCNICAS DE BLINDAJE PARA LA MEDICIÓN DE SENSORES CAPACITIVOS FLOTANTES REMOTOS

Catacora, Valentín Andrés¹, Spinelli, Enrique Mario¹ y Reverter, Ferran².

¹Instituto de Investigaciones en Electrónica, Control y Procesamiento de Señales LEICI (CONICET-UNLP), La Plata, Buenos Aires, Argentina

²Departamento de Ingeniería Electrónica, Universitat Politècnica de Catalunya, Castelldefels, Barcelona, España

Medición de sensores capacitivos flotantes remotos

Los sensores capacitivos son dispositivos que miden magnitudes físicas o químicas a través de variaciones en su capacitancia eléctrica. En particular, los sensores capacitivos flotantes (*Floating Capacitive Sensors*, FCSs) tienen ambos terminales sin conexión a un potencial fijo y, por lo tanto, se encuentran disponibles para el sistema de medición. Cuando el FCS se encuentra a cierta distancia del circuito de medida, como pueden ser varios metros, se lo considera un sensor remoto. La capacitancia incógnita (C_x) de un FCS remoto puede medirse mediante un amplificador de transimpedancia. El principal desafío en esta medición es evitar el

acoplamiento de interferencia electromagnética (EMI) en la entrada del amplificador. Para mitigarla, los FCSs remotos suelen utilizar un cable de interconexión con una malla conectada a tierra. Esta técnica, conocida como blindaje pasivo, resulta efectiva contra la EMI, pero introduce una capacitancia parásita (C_p) proporcional a la longitud del cable (≈ 100 pF/m). En conjunto con la ganancia de lazo abierto finita (A_{ol}) y las impedancias de entrada (C_{md} y C_{mc}) del amplificador operacional (AO), esta capacitancia puede generar errores considerables en la medición. El uso de blindaje activo puede reducir significativamente estos errores.

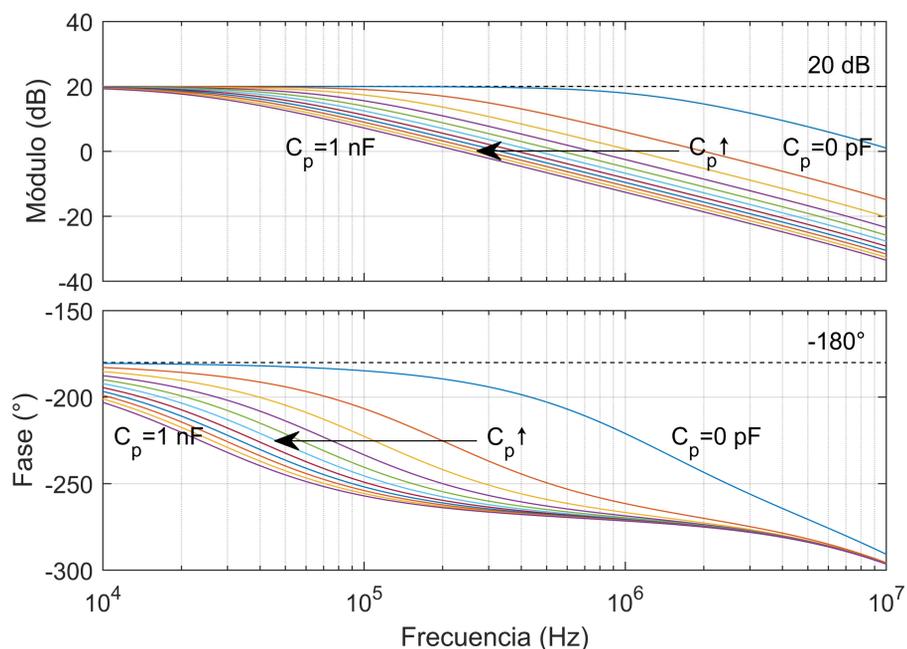
Técnica de blindaje pasivo aplicada a la medición de FCSs remotos

Trasferencia ideal del circuito para $f \gg f_c = 1/(2\pi R_f C_f)$

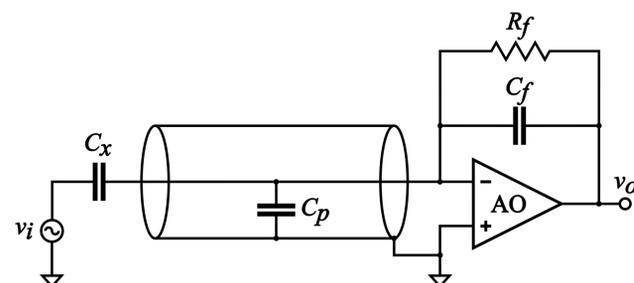
$$T_{Ideal}(s) \cong -C_x/C_f$$

Trasferencia del circuito con blindaje pasivo para $f \gg f_c$

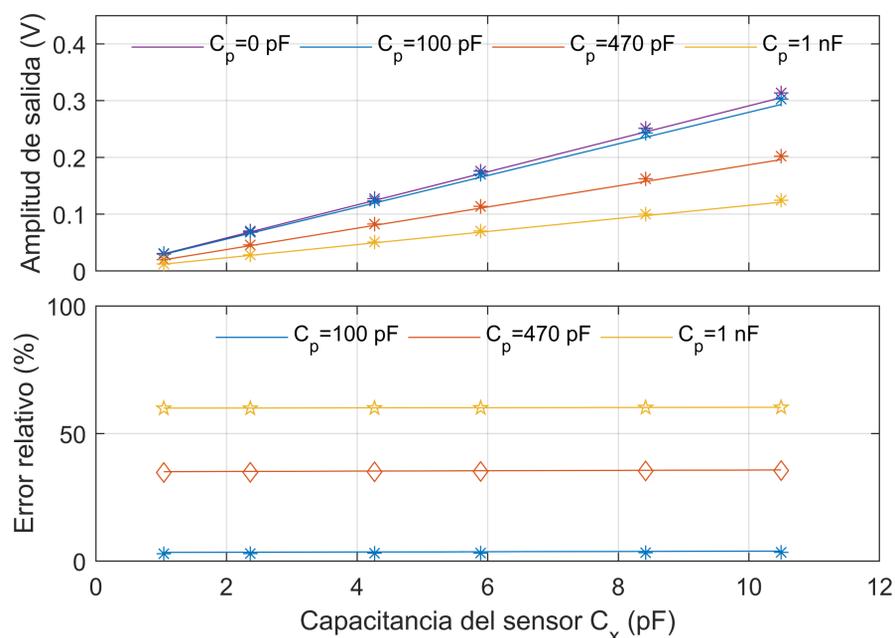
$$T_{BP}(s) \cong \frac{-C_x/C_f}{1 + (C_p + C_x + C_f + C_{md} + C_{mc})/(A_{ol}(s)C_f)}$$



Transferencia del circuito con blindaje pasivo para distintos valores de C_p . Componentes del circuito: $C_x = 10$ pF, $C_f = 1$ pF, $R_f = 500$ M Ω , AO: OPA320.



Esquema del circuito para medir un FCS remoto con blindaje pasivo.

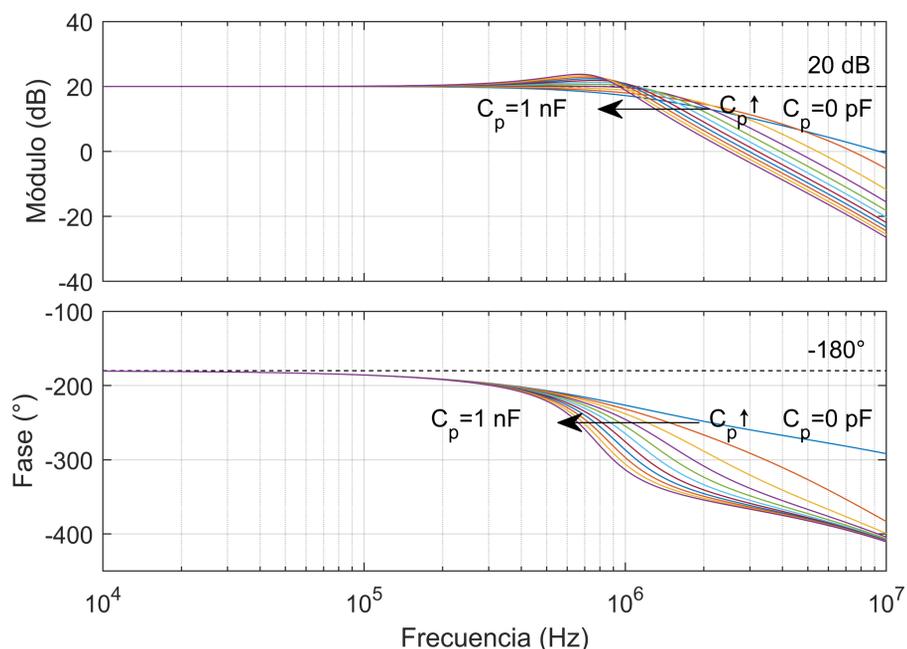


Resultados esperados (línea continua) y experimentales (asteriscos) para la medición de C_x a una frecuencia de operación de 100 kHz utilizando blindaje pasivo.

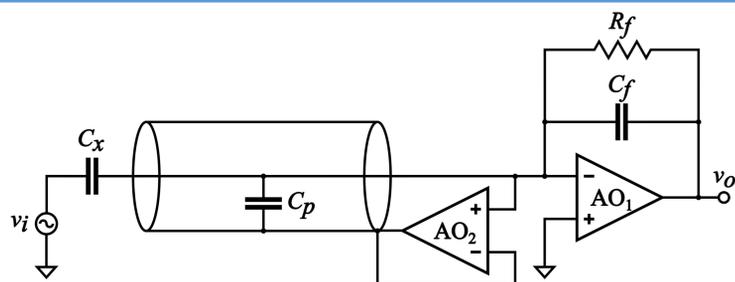
Técnica de blindaje activo aplicada a la medición de FCSs remotos

Trasferencia del circuito con blindaje activo para $f \gg f_c$

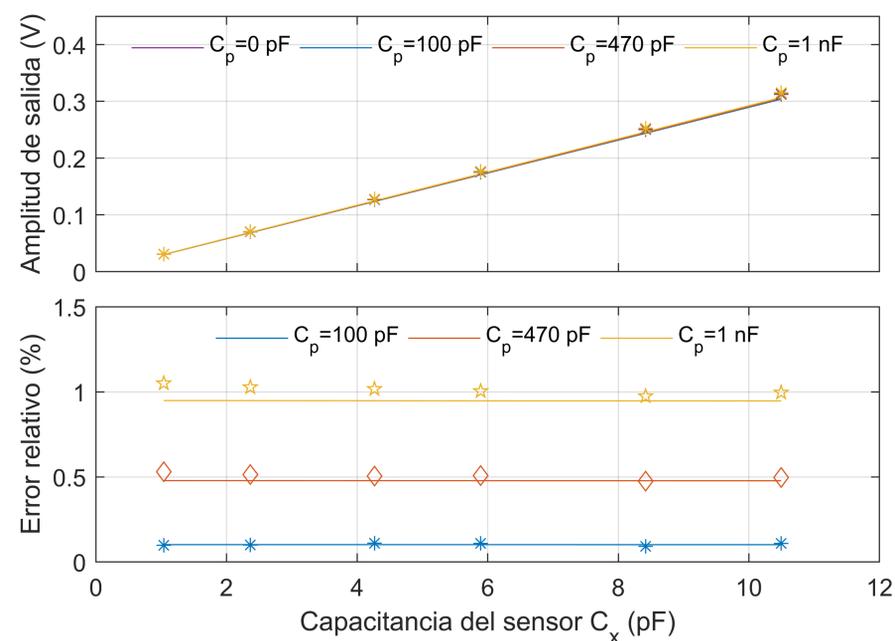
$$T_{BA}(s) \cong \frac{-C_x/C_f}{1 + (C_p/A_{ol2}(s) + C_x + C_f + C_{md1} + C_{mc1} + C_{mc2})/(A_{ol1}(s)C_f)}$$



Transferencia del circuito con blindaje activo para distintos valores de C_p . Componentes del circuito: $C_x = 10$ pF, $C_f = 1$ pF, $R_f = 500$ M Ω , AO_{1,2}: OPA320.



Esquema del circuito para medir un FCS remoto con blindaje activo.



Resultados esperados (línea continua) y experimentales (asteriscos) para la medición de C_x a una frecuencia de operación de 100 kHz utilizando blindaje activo.