

## **INTEGRACION DE SISTEMAS CMOS – ING MARIANO MOREL**

### **1ERA PARTE – TP1**

#### **1. Identificación de necesidades**

En esta etapa, debemos analizar los requerimientos de los diferentes Stakeholders involucrados en el proyecto. Vamos a desglosarlos en función de su impacto en el diseño y desarrollo del IC.

##### **Stakeholders y sus necesidades**

Stakeholder	Rol	Necesidades / Requerimientos
Cliente Automotriz	Empresa que integrará el sensor en su producto	Medición de hasta 500 Gauss con error $\leq 1\%$ . Cumplimiento de normas automotrices.
Ingenieros de Diseño	Desarrolladores del Circuito Integrado	Definición clara de especificaciones. Facilidad para validar el diseño mediante simulaciones.
Fabricante de Semiconductores	Encargado de la producción del IC	Proceso de fabricación compatible con la tecnología estándar. Consumo de energía optimizado.
Reguladores de la Industria	Organismos que establecen normas	Cumplimiento de EMC (IEC 62132-4, IEC 61967-4) y protección ESD (HBM 2 kV).
Usuarios Finales	Personas que utilizarán el vehículo con el sensor	Funcionamiento estable en temperatura automotriz. Alta confiabilidad y durabilidad.
Integradores del Sistema	Equipo que instalará el sensor en el producto final	Interfaz clara y sencilla para integración con otros componentes del sistema.

#### **2. Captura y organización de requerimientos**

Ahora organizamos los requerimientos en una estructura jerárquica y desarrollamos una Matriz de Trazabilidad.

## Organización jerárquica de los requerimientos

### 1. Requerimientos funcionales (qué debe hacer el sensor)

Medir campos magnéticos hasta 500 Gauss.

Error total menor al 1% del rango de medición.

Compensación de offset en la señal de salida.

### 2. Requerimientos no funcionales (condiciones que debe cumplir)

Alimentación de 3V, minimizando el consumo de energía.

Cumplimiento de normativas IEC 62132-4 e IEC 61967-4.

Robustez contra descargas electrostáticas (2 kV HBM).

### 3. Requerimientos de diseño y manufactura

Implementación de Current Spinning para minimizar errores.

Circuito de polarización y acondicionamiento de señal.

Integración con otros bloques funcionales en futuros TPs.

## Matriz de Trazabilidad

ID	Requerimiento	Fuente	Verificación
RQ-01	Medición de hasta 500 Gauss	Cliente	Simulación del transductor Hall con diferentes campos magnéticos.
RQ-02	Error total $\leq 1\%$ del rango completo	Cliente	Análisis de sensibilidad ante temperatura y proceso.
RQ-03	3V de alimentación	Especificaciones del TP	Simulación de consumo de energía.
RQ-04	Implementación de Current Spinning para compensación de offset	Buenas prácticas en sensores Hall	Simulación de reducción de offset en la señal Hall.
RQ-05	Robustez ante 2 kV HBM (protección ESD)	Normativas automotrices	Simulación de descarga electrostática en los pines del IC.
RQ-06	Compatibilidad	Normativas	Simulación de emisiones e

	EMC (IEC 62132-4, IEC 61967-4)	automotrices	inmunidad electromagnética.
RQ-07	Inmunidad conducida (IEC 62132-4) en alimentación (24 dBm)	Normativas automotrices	Simulación de inmunidad en pines de alimentación.
RQ-08	Inmunidad conducida (IEC 62132-4) en I/O (18 dBm)	Normativas automotrices	Simulación de inmunidad en pines de entrada/salida.
RQ-09	Emisiones conducidas (IEC 61967-4) en alimentación (12-M $\Omega$ )	Normativas automotrices	Simulación de emisiones en pines de alimentación.
RQ-10	Emisiones conducidas (IEC 61967-4) en I/O (10-K $\Omega$ )	Normativas automotrices	Simulación de emisiones en pines de entrada/salida.
RQ-11	Optimización del consumo de energía	Cliente / Diseño del IC	Simulación de consumo en estado activo e inactivo.
RQ-12	Estabilidad del offset y la sensibilidad ante variaciones de temperatura y proceso	Cliente	Simulación de variaciones de temperatura y proceso (Monte Carlo, corners).
RQ-13	Amplificación de la señal Hall con bajo	Diseño del IC	Simulación del amplificador de instrumentación.

	ruido		
RQ-14	Filtrado de ruido en la señal de salida	Diseño del IC	Simulación del filtro pasa bajos.
RQ-15	Interfaz de salida analógica/digital	Cliente	Validación del formato de salida según requerimientos.
RQ-16	Integración con otros bloques funcionales	Trabajo práctico futuro	Revisión del esquema de integración.

### 3. Modelado de la arquitectura del IC

Ahora que identificamos y organizamos los requerimientos, pasamos a definir la arquitectura del Circuito Integrado (IC). Este modelo servirá para analizar y evaluar su funcionamiento antes de la implementación.

#### ***Diagrama de bloques del sensor magnético***

El sensor basado en efecto Hall debe contar con varias etapas para garantizar precisión y estabilidad. El diseño puede dividirse en los siguientes bloques funcionales:

#### **1. Fuente de alimentación y polarización del transductor Hall**

Suministra la corriente necesaria para la operación estable del sensor.

Optimiza el consumo de energía.

#### **2. Transductor Hall**

Convierte el campo magnético en una señal de voltaje diferencial.

#### **3. Circuito de compensación de offset (Current Spinning)**

Reduce errores debidos a variaciones de temperatura y proceso.

#### **4. Acondicionamiento de señal (Amplificación y filtrado)**

Amplifica la señal Hall y filtra ruido.

#### **5. Conversión a señal digital (opcional)**

Si se requiere salida digital, se incorpora un ADC.

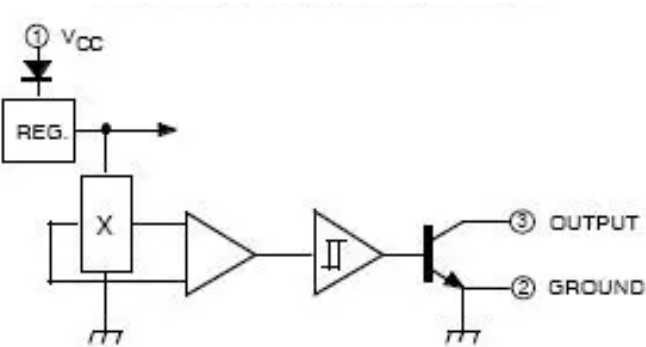
#### **6. Interfaz de salida**

Entrega la señal procesada al sistema del vehículo.

En esta etapa es clave considerar las características eléctricas, que se detallan a continuación:

Características Eléctricas a 25°C, Vcc = 3.8V a 24V						
Características	Símbolo	Condiciones de prueba	Mín.	Típ.	Máx.	Unidad
Voltaje de alimentación	Vcc	En operación	3.8	–	24	V
Voltaje de saturación de salida	Vout(sat)	Iout = 20 mA	–	150	400	mV
Corriente de fuga de salida	Ioff	Vout = 24 V	–	<1.0	10	μA
Corriente de alimentación	Icc	Vcc = 4.5V	–	4.7	8.0	mA
Tiempo de subida de salida	tr	Vcc = 12 V, RL = 820Ω, CL = 20pF	–	0.04	2.0	μs
Tiempo de bajada de salida	tf	Vcc = 12 V, RL = 820Ω, CL = 20pF	–	0.18	2.0	μs
Corriente de salida (absorber)	Iout	Vout = 0.4V	–	–	25	mA
Punto de operación del sensor	Bop	Campo magnético aplicado	–	87	500 (+1% max.)	G
Rango de temperatura operativa	Top	Funcionamiento confiable	-40	–	85	°C

El dispositivo incluye un regulador de voltaje, un generador de voltaje Hall cuadrático, un circuito de compensación de temperatura, un amplificador de señal, un disparador Schmitt y una salida de colector abierto en un solo chip de silicio. La salida se puede usar directamente con circuitos lógicos bipolares o MOS. Se muestra a continuación un diagrama en bloques:



Un bosquejo de la fuente regulada podría ser:

