**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 ≤ 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.

1. 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).

1. 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 ≤ 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 EMC (IEC 62132-4, IEC 61967-4) | Normativas automotrices | Simulación de emisiones e 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 Ω) | Normativas automotrices | Simulación de emisiones en pines de alimentación. |
| RQ-10 | Emisiones conducidas (IEC 61967-4) en I/O (10-K Ω) | 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 ruido | Diseño del IC | Simulación del amplificador de instrumentación. |
| 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.

1. **Transductor Hall**

Convierte el campo magnético en una señal de voltaje diferencial.

1. **Circuito de compensación de offset (Current Spinning)**

Reduce errores debidos a variaciones de temperatura y proceso.

1. **Acondicionamiento de señal (Amplificación y filtrado)**

Amplifica la señal Hall y filtra ruido.

1. **Conversión a señal digital (opcional)**

Si se requiere salida digital, se incorpora un ADC.

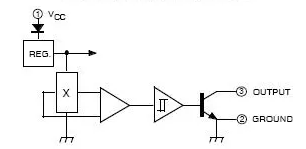
1. **Interfaz de salida**

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:

