**PRESENTACION ALLEGRO**

**Slide 1: Título y Objetivo del Proyecto**

**Explicación oral:** Este proyecto se centra en desarrollar sensores CMOS con píxeles interconectables, optimizados para aplicaciones industriales que requieran medición de posición y vibración en superficies rugosas. La clave de estos sensores es su capacidad para analizar patrones de luz como el *speckle*, que se produce cuando una superficie rugosa es iluminada con luz coherente. Esto permite registrar movimientos sin necesidad de marcas adicionales en la pieza.

**Slide 2: ¿Qué es el Speckle y su Importancia?**

**Explicación oral:** El speckle es un patrón de interferencia óptica que se genera cuando una superficie rugosa se ilumina con luz coherente, como un láser. Este patrón cambia con cualquier movimiento de la superficie, capturando así detalles de su desplazamiento o vibración. Nuestro sensor aprovechará este fenómeno para medir, en tiempo real, la posición o velocidad de partes en movimiento, algo útil en sistemas industriales, como motores o piezas mecánicas.

**Slide 3: Aplicaciones de los Sensores de Speckle**

**Explicación oral:** Estos sensores tienen diversas aplicaciones: la detección de vibraciones en pruebas no destructivas, el monitoreo de la velocidad de ejes de motores, y la detección de desplazamientos angulares en maquinaria industrial. Usar estos sensores permite registrar las variaciones de speckle sin necesidad de procesamiento digital, logrando así mediciones mucho más rápidas y eficientes en consumo energético.

**Slide 4: Objetivo General**

**Explicación oral:** El objetivo general del proyecto es diseñar, simular y fabricar un sensor de correlación de patrones en tiempo real. Este sensor permitirá monitorear piezas mecánicas sin contacto físico, mejorando la precisión de las mediciones. Además, nos enfocamos en lograr una salida analógica que capture vibraciones de alta frecuencia, como las que ocurren en superficies industriales rugosas.

**Slide 5: Objetivos Específicos**

**Explicación oral:** Para cumplir con el objetivo general, se han planteado estos objetivos específicos:

1. Establecer especificaciones de diseño en base a sensores comerciales.
2. Realizar pruebas experimentales con sensores previos para optimización.
3. Diseñar y simular un circuito de píxeles interconectables que maximice la respuesta en tiempo real.
4. Finalmente, enviar el diseño para fabricación y evaluación de desempeño.

**Slide 6: Antecedentes y Estado del Arte**

**Explicación oral:** Este proyecto se apoya en investigaciones previas en sensores CMOS, particularmente en aquellos con píxeles interconectables. Aunque existen sensores que ofrecen salidas continuas o correlacionan patrones, suelen estar limitados a aplicaciones específicas como el ultrasonido en superficies rugosas. Aquí buscamos un dispositivo más versátil que pueda adaptarse a diferentes aplicaciones industriales.

**Slide 7: Desarrollo del Proyecto**

**Explicación oral:** Este sensor busca medir la posición angular y velocidad de rotación en piezas de maquinaria, eliminando limitaciones de sensores ópticos tradicionales, que requieren contacto físico o son sensibles a condiciones ambientales adversas. La técnica de correlación de speckle en tiempo real ofrece precisión y es inmune a interferencias electromagnéticas, destacándose como una solución ideal para entornos industriales exigentes.

**Slide 8: Alcance y Conclusión**

**Explicación oral:** El sensor desarrollado medirá la posición angular y velocidad de piezas en rotación con una respuesta en frecuencia que alcanza el MHz, ideal para aplicaciones que requieran alta precisión. Esta fase del proyecto culminará con el diseño y simulación del sensor, quedando la caracterización y pruebas aplicadas para futuras etapas. Este enfoque permitirá crear un sensor óptico versátil y de bajo consumo, ideal para la industria.

**1. Introducción y objetivos del proyecto**  
El proyecto tiene como objetivo diseñar, caracterizar y controlar un sensor fotodetector CMOS de píxeles interconectables, enfocado en la medición de la correlación de patrones de luz, particularmente el speckle, en tiempo real. Este tipo de patrones surge al iluminar superficies rugosas con luz coherente (como un láser), generando un patrón de interferencia que varía en respuesta a movimientos, vibraciones o desplazamientos de la superficie. Con estas variaciones, podemos obtener información detallada sobre la velocidad, posición o vibración de la superficie analizada, que es clave en aplicaciones industriales.

A diferencia de sensores comerciales que procesan imágenes sucesivas digitalmente, nuestro diseño innovador permite la correlación continua entre el patrón de luz actual y uno grabado inicialmente, sin requerir procesamiento externo. Esto permite una captura en tiempo real, que es ideal para medir desplazamientos rápidos y vibraciones de alta frecuencia.

**2. Metodología y desarrollo del sensor**  
El proyecto incluye varias etapas:

* **Especificación y diseño del sensor**: Primero, se investigan las limitaciones de sensores comerciales y se definen los requisitos específicos de nuestro sensor, orientado a la detección precisa en aplicaciones industriales.
* **Simulación y pruebas experimentales**: En esta fase, se realizan simulaciones pre y post-layout para optimizar el diseño del sensor CMOS, tomando en cuenta las especificaciones de sensibilidad y precisión requeridas. Además, se realizarán pruebas experimentales con un prototipo inicial para identificar mejoras y optimizaciones.
* **Fabricación del sensor**: Una vez validado el diseño, se enviará para fabricación un circuito optimizado que integra píxeles interconectables y puede ajustarse para diferentes aplicaciones industriales.

**3. Antecedentes tecnológicos y diferenciación del proyecto**  
Este proyecto se basa en avances recientes en sensores CMOS de luz, donde los píxeles pueden conectarse de manera programable, permitiendo detectar patrones de luz sin procesar cada píxel individualmente. Esta técnica, usada en Active Pixel Sensors (APS), permite que el sensor obtenga una salida continua sin depender de complejos algoritmos de procesamiento de imágenes.

Nuestro diseño de sensor CMOS tiene un enfoque distintivo: puede interconectar píxeles para crear zonas de detección configurables y con ganancia ajustable, generando una salida analógica proporcional al desplazamiento del patrón de speckle. Este diseño permite que el sensor se adapte rápidamente, detectando patrones de speckle incluso en desplazamientos de alta velocidad. Esta versatilidad en tiempo real es un valor diferencial, que no está disponible en los sensores comerciales actuales, cuyo procesamiento es digital y requiere mayor tiempo y consumo.

**4. Aplicaciones industriales y ventajas**  
Las aplicaciones principales del sensor propuesto incluyen:

* **Industria automotriz**: Detección de la velocidad de rotación y posición de piezas mecánicas, como ejes de motor o partes de dirección, sin necesidad de marcar las superficies con elementos adicionales. Esto simplifica el proceso y reduce costos.
* **Robótica y automatización**: Monitoreo de ángulos y desplazamientos en articulaciones y piezas en movimiento, con alta resolución y respuesta rápida.
* **Detección de vibraciones**: Medición precisa de vibraciones en estructuras o piezas mecánicas, lo cual es útil para monitorear el estado de maquinaria y prevenir fallas. La capacidad del sensor para trabajar con frecuencias de vibración superiores al MHz es crucial para su aplicación en estos entornos.

**5. Impacto y alcance del proyecto**  
El desarrollo de este sensor podría representar una solución de alto rendimiento y bajo costo para aplicaciones industriales que requieren una medición óptica precisa, rápida y de bajo consumo. Además de ofrecer ventajas en resolución y consumo, la capacidad del sensor de adaptarse a condiciones ambientales complejas hace que este diseño sea competitivo frente a sensores magnéticos o inductivos, que son sensibles a interferencias o requieren componentes adicionales en las superficies.

**6. Conclusión**  
Este proyecto plantea una mejora significativa en la detección óptica industrial, ya que el sensor CMOS con píxeles interconectables permitirá una correlación de patrones en tiempo real y un ajuste versátil a diferentes entornos industriales. Su implementación puede abrir la puerta a nuevas aplicaciones en instrumentación avanzada, optimizando los procesos industriales con una medición rápida, precisa y eficiente.

*Posibles preguntas*

 **¿Qué son los patrones de speckle y cómo ayudan en la medición?**  
Los patrones de speckle se generan al iluminar superficies rugosas; cuando la superficie se mueve o vibra, el patrón cambia. Estos cambios permiten medir desplazamientos y vibraciones de manera precisa.

 **¿Qué ventajas aportan los píxeles interconectables en este sensor?**  
Los píxeles interconectables permiten medir en tiempo real sin procesamiento digital, ahorrando tiempo y reduciendo el consumo de energía, lo cual es clave para aplicaciones de alta velocidad.

 **¿De qué factores depende la precisión de la medición?**  
La precisión depende de la resolución espacial del sensor, la estabilidad de la fuente de luz, y la calidad de interconexión de los píxeles.

 **¿Qué desafíos de diseño enfrentaron para medir a altas frecuencias?**  
Fue un reto optimizar el diseño para que el sensor respondiera de manera estable a frecuencias elevadas, manteniendo precisión y confiabilidad en el seguimiento de vibraciones rápidas.

 **¿Cómo se compara este método con otros sensores de movimiento o vibración?**  
A diferencia de métodos de contacto, que pueden desgastarse y tener menos precisión en alta frecuencia, este sensor permite mediciones sin contacto, evitando desgaste y manteniendo alta precisión.

 **¿Cómo se podría proteger el sensor en condiciones ambientales extremas?**  
En ambientes hostiles, el sensor puede encapsularse o adaptarse para resistir polvo y altas temperaturas, especialmente en aplicaciones automotrices.

 **¿Qué implica tener un alcance en el rango de MHz para este tipo de sensor?**  
Permite detectar vibraciones rápidas y cambios de posición con alta precisión, algo necesario en maquinarias industriales de alta velocidad.

 **¿Cuáles son los beneficios de realizar mediciones sin contacto?**  
Esto evita el desgaste de los componentes y reduce el mantenimiento, permitiendo medir piezas en movimiento con precisión sin alterar su superficie.

 **¿Qué pasos seguirán después de la fabricación del sensor?**  
Realizaremos pruebas de caracterización en diferentes condiciones para validar su rendimiento en aplicaciones industriales, ajustando parámetros según los resultados.

 **¿Cómo puede adaptarse este sensor a diferentes industrias?**  
Con ajustes en el diseño, el sensor puede ser útil en la automotriz para medir rotación de piezas, y en robótica o aeroespacial para monitorear vibraciones esenciales en estas áreas.

**1. ¿Qué es un patrón de speckle y por qué es relevante para este sensor?**  
El patrón de speckle es un fenómeno de interferencia que ocurre cuando una superficie rugosa es iluminada con luz coherente, como la de un láser. Los puntos de luz resultantes forman un patrón que cambia cuando la superficie se mueve o vibra, lo cual es muy útil para medir desplazamientos o vibraciones. En este proyecto, utilizamos este efecto para detectar cambios en tiempo real en la posición o movimiento de superficies industriales.

**2. ¿Cuál es la principal innovación del sensor que estás desarrollando?**  
La innovación principal es que el sensor permite correlacionar patrones de speckle en tiempo real directamente en el hardware, sin requerir procesamiento externo. Esto se logra gracias a los píxeles interconectables que ajustan su configuración para adaptar el sensor a distintas aplicaciones, manteniendo la velocidad y precisión incluso en entornos industriales complejos.

**3. ¿Qué ventajas tiene este sensor frente a sensores ópticos comerciales?**  
A diferencia de los sensores comerciales que dependen del procesamiento digital de imágenes, este sensor realiza la correlación directamente a nivel de hardware, lo que permite una respuesta más rápida y con menor consumo de energía. Además, puede detectar movimientos y vibraciones de alta frecuencia, lo cual es clave en aplicaciones industriales donde los cambios son muy rápidos.

**4. ¿En qué tipo de aplicaciones industriales se puede utilizar este sensor?**  
Este sensor puede utilizarse en aplicaciones como la detección de velocidad y posición de piezas móviles en la industria automotriz, monitoreo de desplazamientos en robótica y automatización, y en la detección de vibraciones de alta frecuencia en maquinaria, lo cual ayuda a prevenir fallas y mejorar el mantenimiento predictivo.

**5. ¿Por qué es importante que el sensor funcione en tiempo real?**  
En aplicaciones industriales, los movimientos y vibraciones suelen ser rápidos, y los sistemas requieren respuestas inmediatas para prevenir errores y daños. La capacidad de operar en tiempo real permite que el sensor responda instantáneamente a cambios, lo que es esencial para monitorear el estado de las máquinas y evitar fallas.

**6. ¿Qué tipo de pruebas realizaron para validar el funcionamiento del sensor?**  
Primero, realizamos simulaciones pre y post-layout para ajustar el diseño. Luego, probamos un prototipo en laboratorio para verificar su capacidad de detectar desplazamientos y vibraciones de alta frecuencia. Estas pruebas ayudaron a ajustar el diseño y a asegurar que el sensor funcione de forma confiable en aplicaciones industriales.

**7. ¿Qué desafíos técnicos enfrentaron al desarrollar este sensor?**  
Uno de los desafíos principales fue diseñar un sistema de píxeles interconectables que pudiera adaptarse dinámicamente a distintas configuraciones de detección, sin requerir procesamiento externo. Otro reto fue garantizar que el sensor operara con alta sensibilidad y precisión en condiciones de alta velocidad y alta frecuencia, propias de los entornos industriales.

**8. ¿Cuál es el impacto potencial de este sensor en la industria?**  
Este sensor puede optimizar procesos industriales al ofrecer una solución de monitoreo precisa y de bajo consumo. Puede reemplazar o complementar sensores tradicionales, ofreciendo una opción más adaptable y menos susceptible a interferencias. Esto puede mejorar la eficiencia y el mantenimiento de máquinas en varios sectores industriales.

**9. ¿Cómo se compara este sensor con los sensores de detección magnética o inductiva?**  
A diferencia de los sensores magnéticos o inductivos, que requieren que las piezas tengan propiedades específicas, este sensor óptico puede funcionar en una variedad más amplia de superficies sin modificaciones. Además, es menos susceptible a interferencias electromagnéticas y puede realizar detecciones de alta frecuencia con mayor precisión.

**10. ¿Qué sigue para el desarrollo de este proyecto?**  
El siguiente paso será optimizar el diseño del sensor para llevarlo a producción y realizar pruebas en ambientes industriales reales. También exploraremos aplicaciones adicionales y posibles mejoras en la sensibilidad y la versatilidad del sensor para que pueda adaptarse a otras industrias.