

SISTEMA EXPERIMENTAL PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL MER



Autor:

MSc. Rodney Martínez Alonso.

Ing. Ernesto Fontes Pupo.

Ing. Reinier Díaz Hernández

Dr. Glauco Guillen Nieto.

RAZÓN DE ERROR DE MODULACIÓN (MER)

Brinda información sobre la degradación de las señales debidas a múltiples causas:

- Las que afectan a la **relación señal ruido**.
- Las provocadas por el **ruido de fase de los osciladores**.
- La perturbación causada por los **ecos**.
- **Errores** en la conformación de la I (In Phase) y la Q (Quadrature)

OBJETIVO

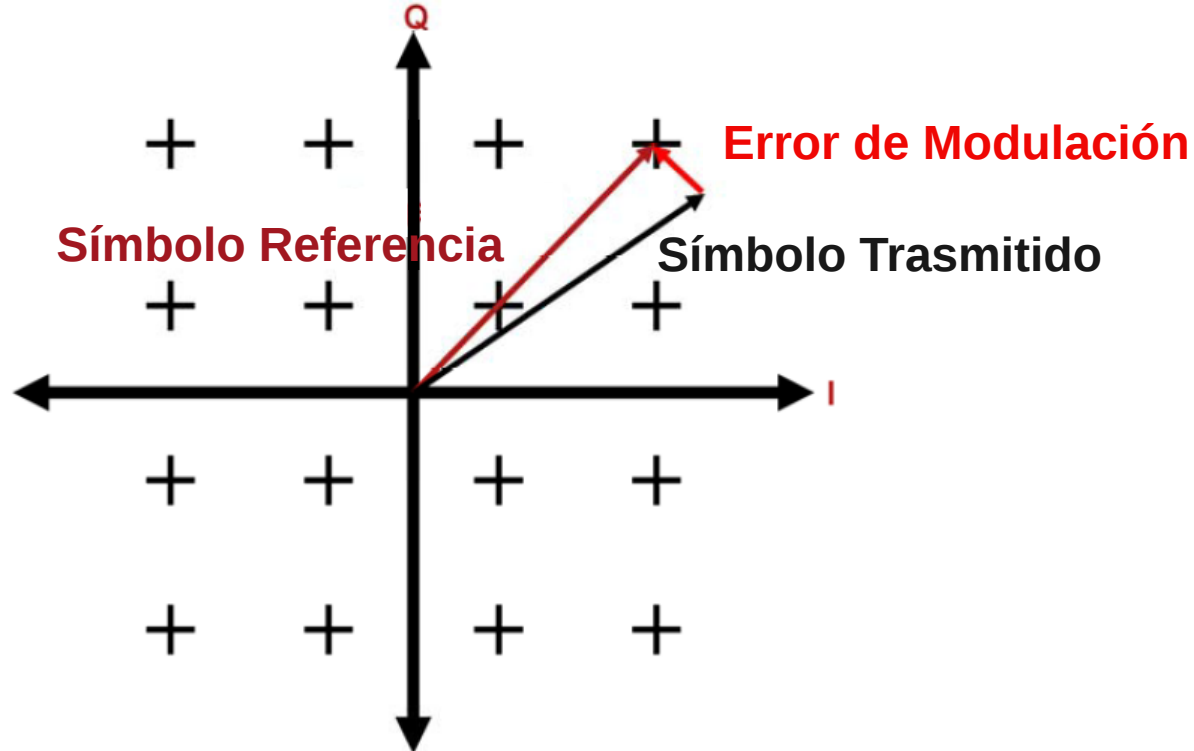
- Implementar un sistema que posibilite caracterizar de manera controlada algunos de los errores de diseño en un transmisor digital que afectan el MER.

¿QUÉ ES EL MER?

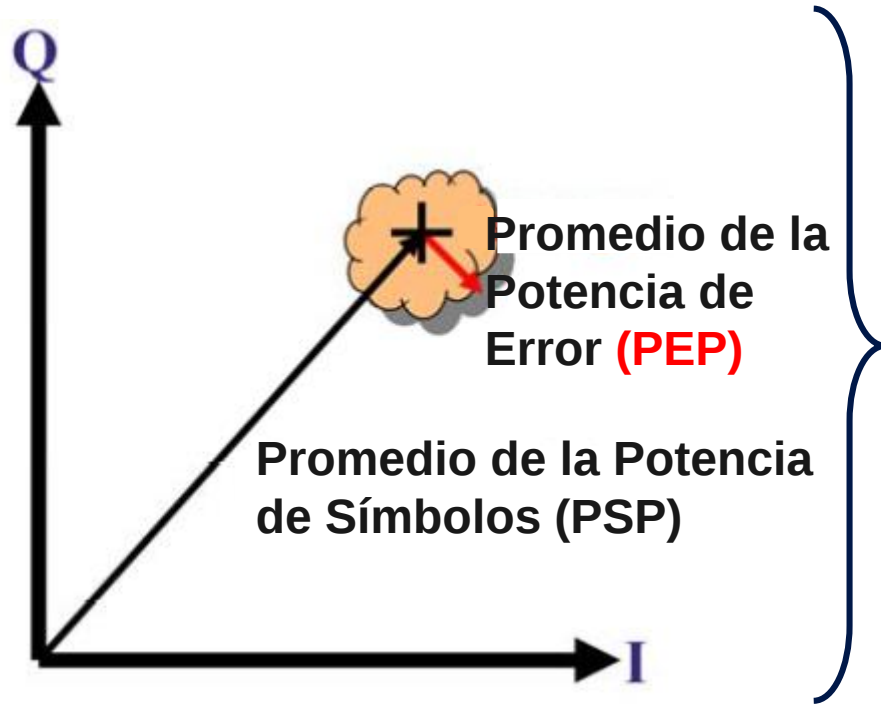


ERROR DE MODULACIÓN

$$\text{Error de Modulación} = \text{Símbolo Transmitido} - \text{Símbolo Referencia}$$



DEFINICIÓN MATEMÁTICA



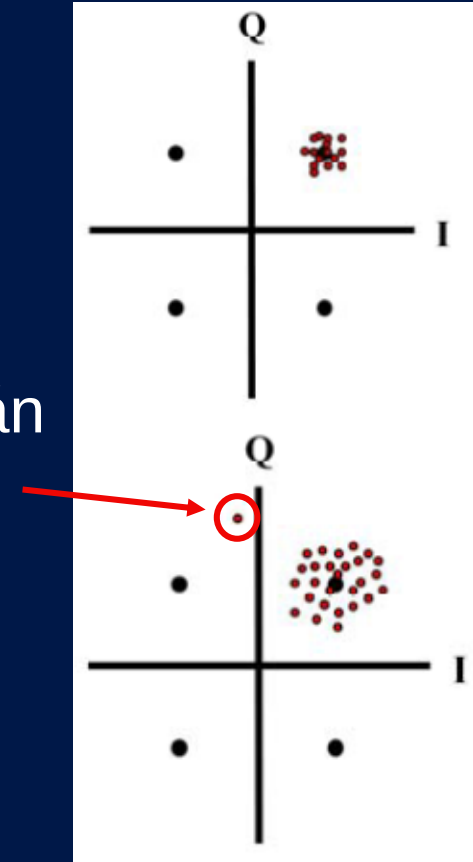
- $MER = 10 \log_{10} \left\{ \frac{\sum_{j=1}^n (I_j^2 + Q_j^2)}{\sum_{j=1}^n (\delta I_j^2 + \delta Q_j^2)} \right\} dB$



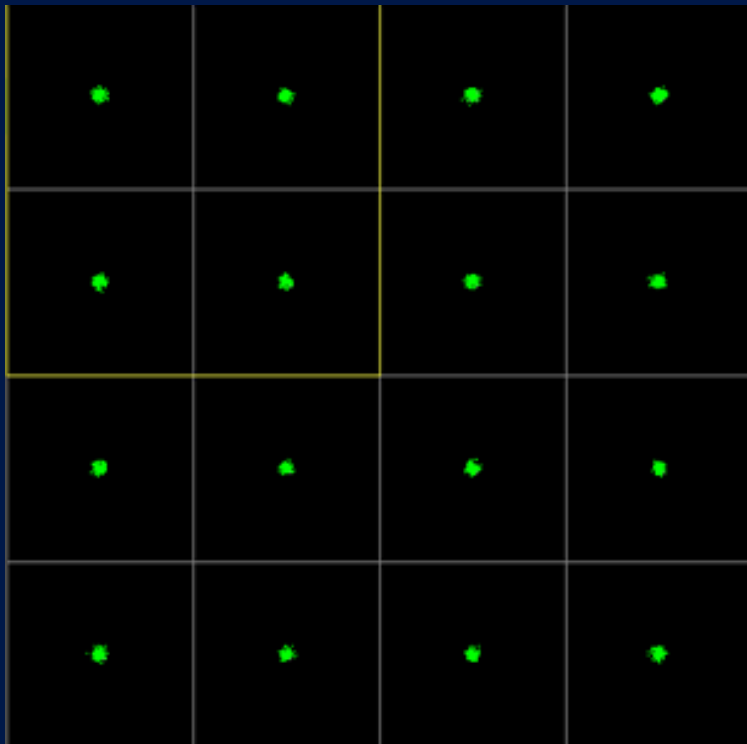
- $MER = 10 \log_{10} \left\{ \frac{PSP}{PEP} \right\} dB$

DEFINICIÓN DEL MER

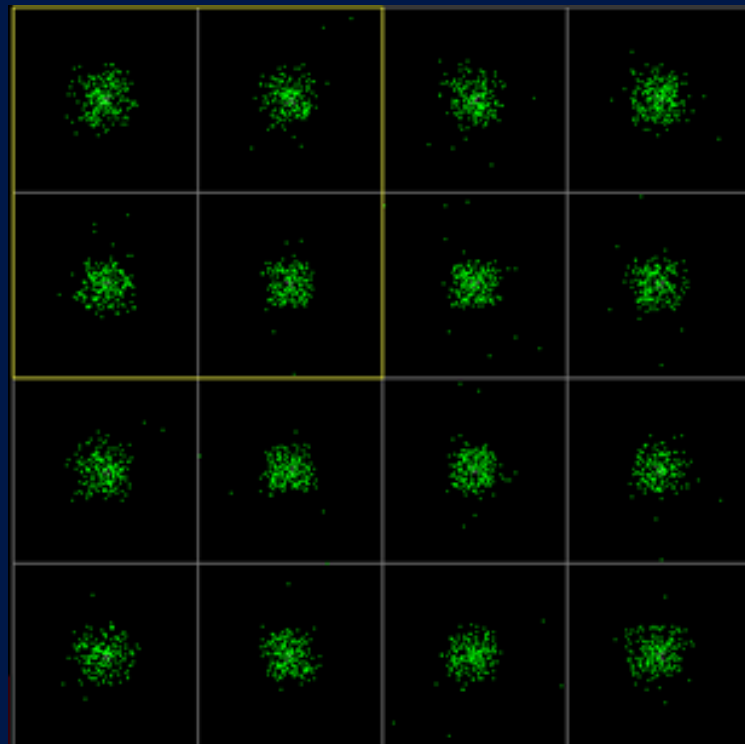
- Es una medición de **cuán dispersos** se encuentran los símbolos dentro de la constelación de una determinada modulación digital.
- Los símbolos **ocasionalmente dispersos** tendrán un **impacto muy bajo o ningún** dentro de la medición del MER.
- Se puede tener un **buen MER**, incluso en **presencia de degradación de la Razón de Bits Erróneos (BER)**



MEDICIÓN DEL MER

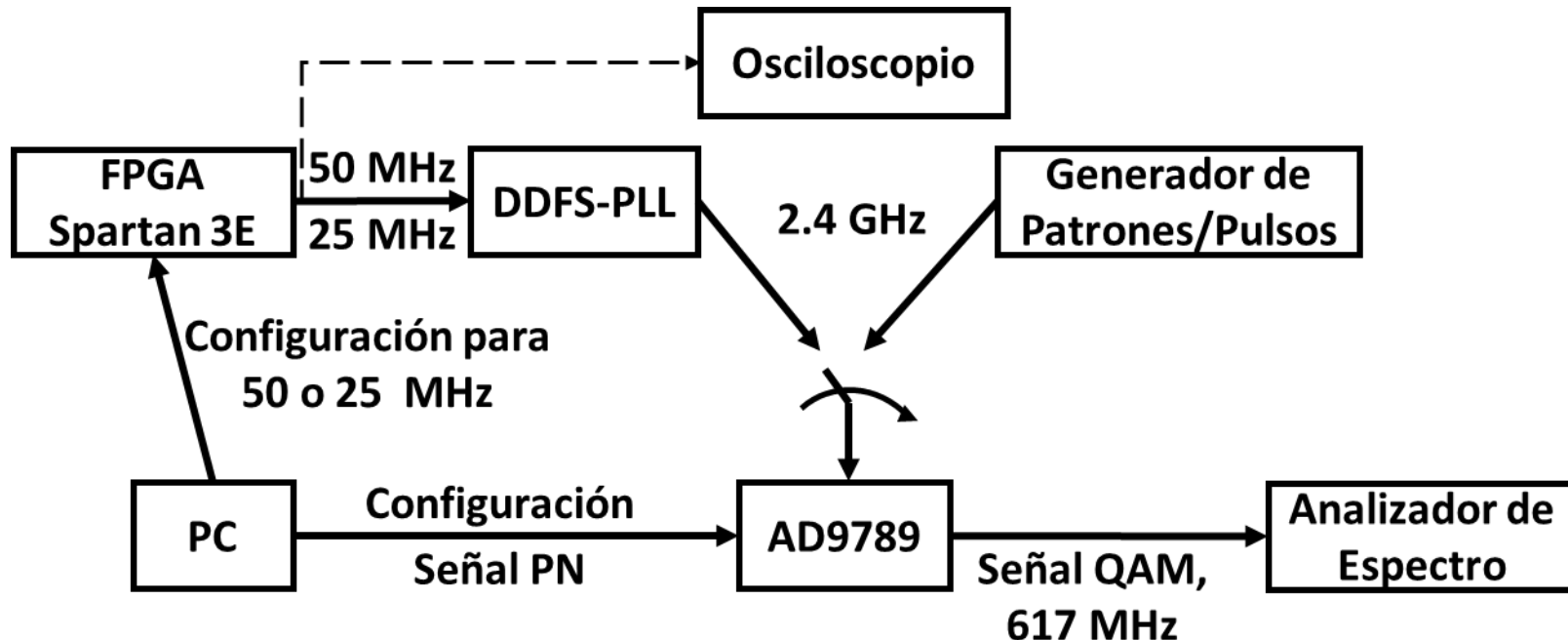


MER = 37dB



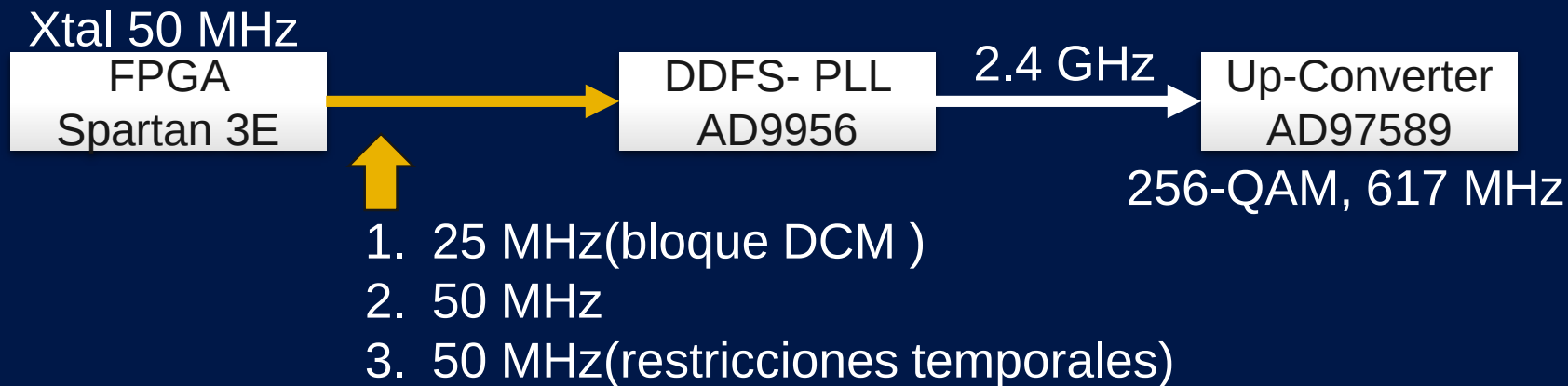
MER = 23.2dB

DISEÑO PROPUESTO

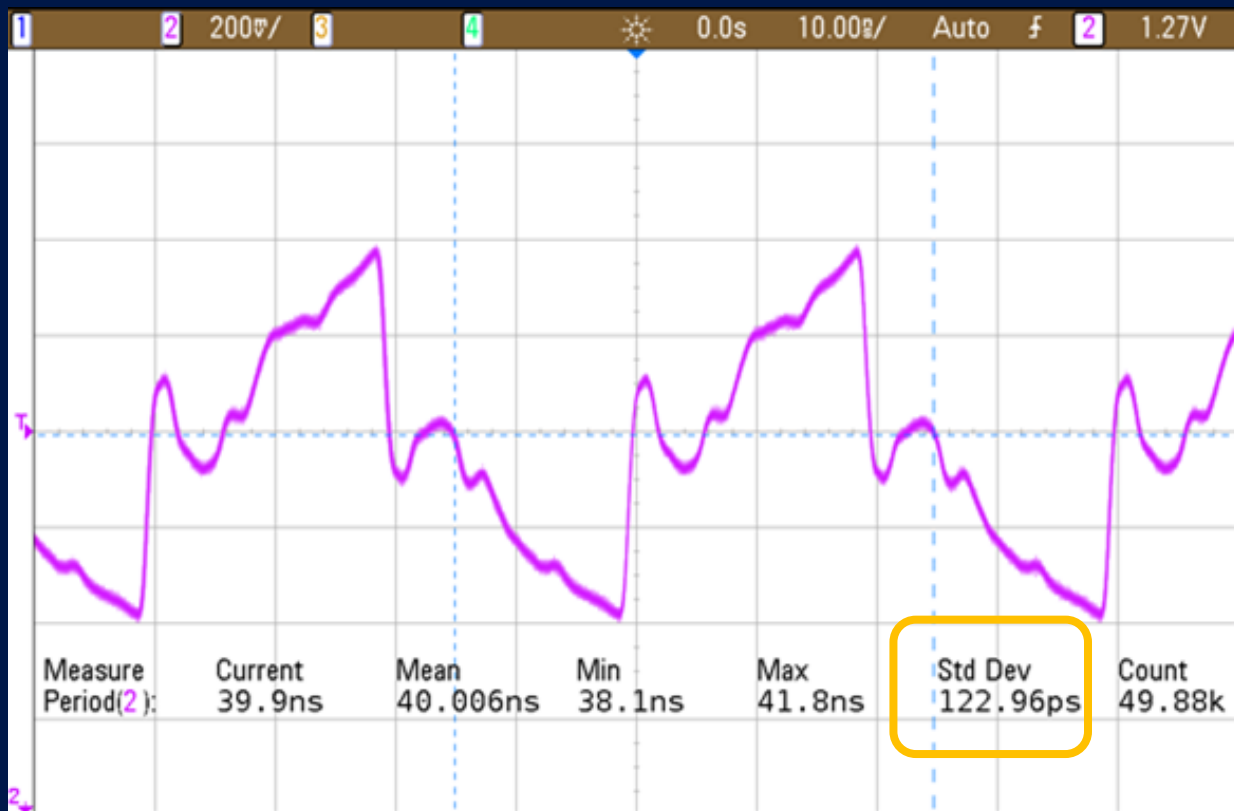


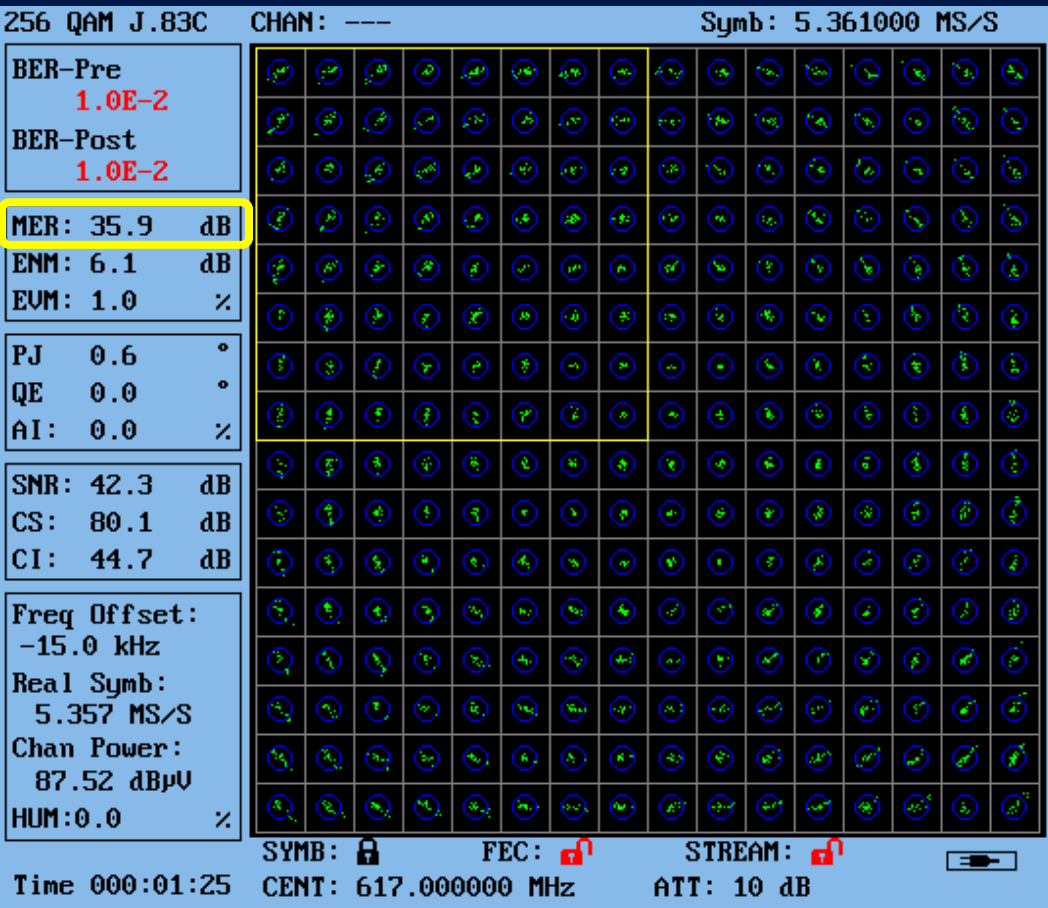
EXPERIMENTOS # 1

- Variabilidad temporal de la señal del reloj de referencia (**JITTER**) del AD9956. Producirá una variación aleatoria en los símbolos a la salida del sistema de modulación



JITTER DEL RELOJ DE 25 MHz



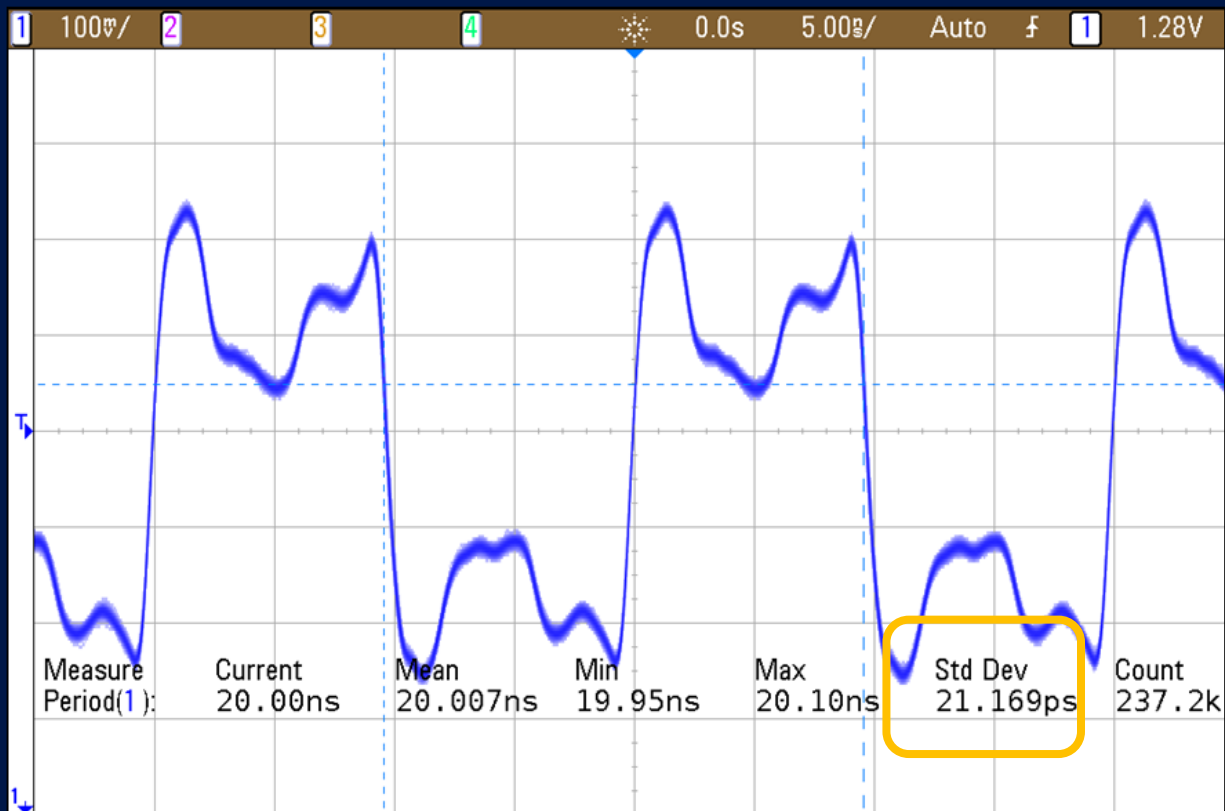


MER DEL SISTEMA,
25 MHz de Referencia
del AD9956



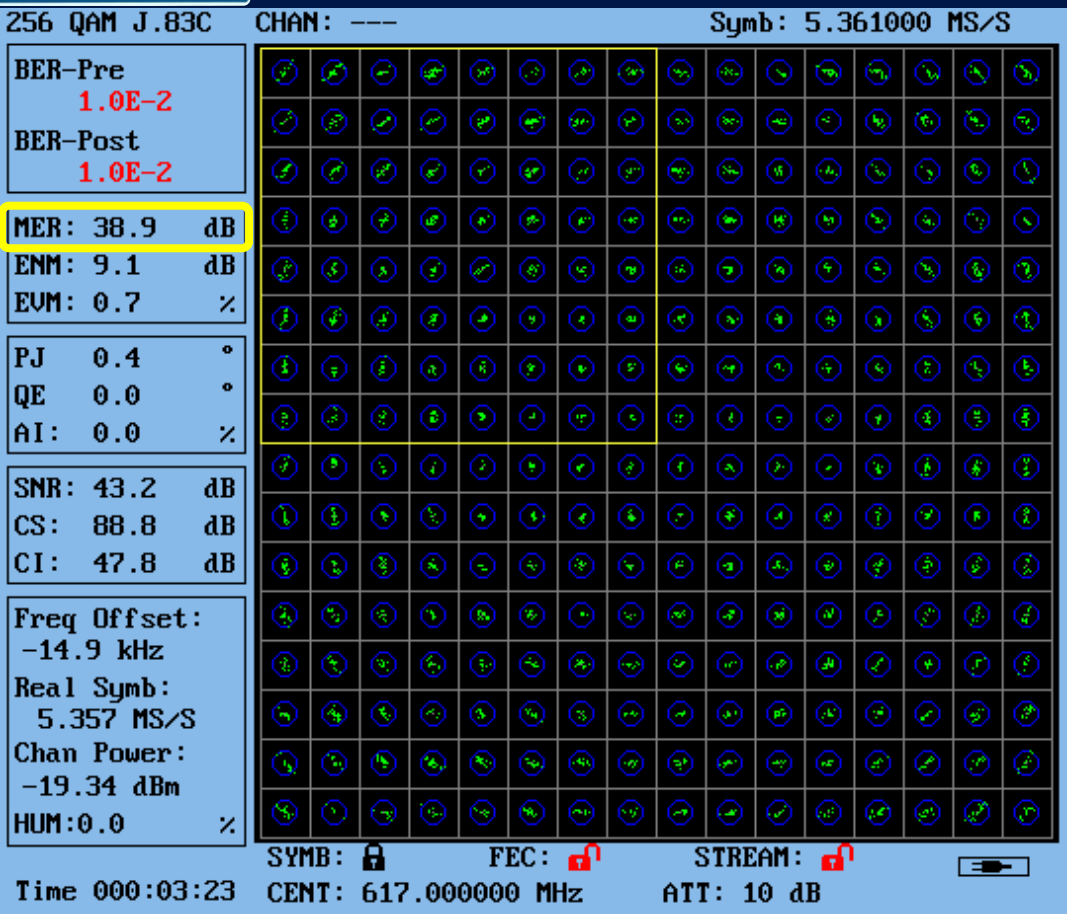
MER = 35.9 dB

JITTER DEL RELOJ DE 50 MHz



**LACATEL**

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE TELECOMUNICACIONES

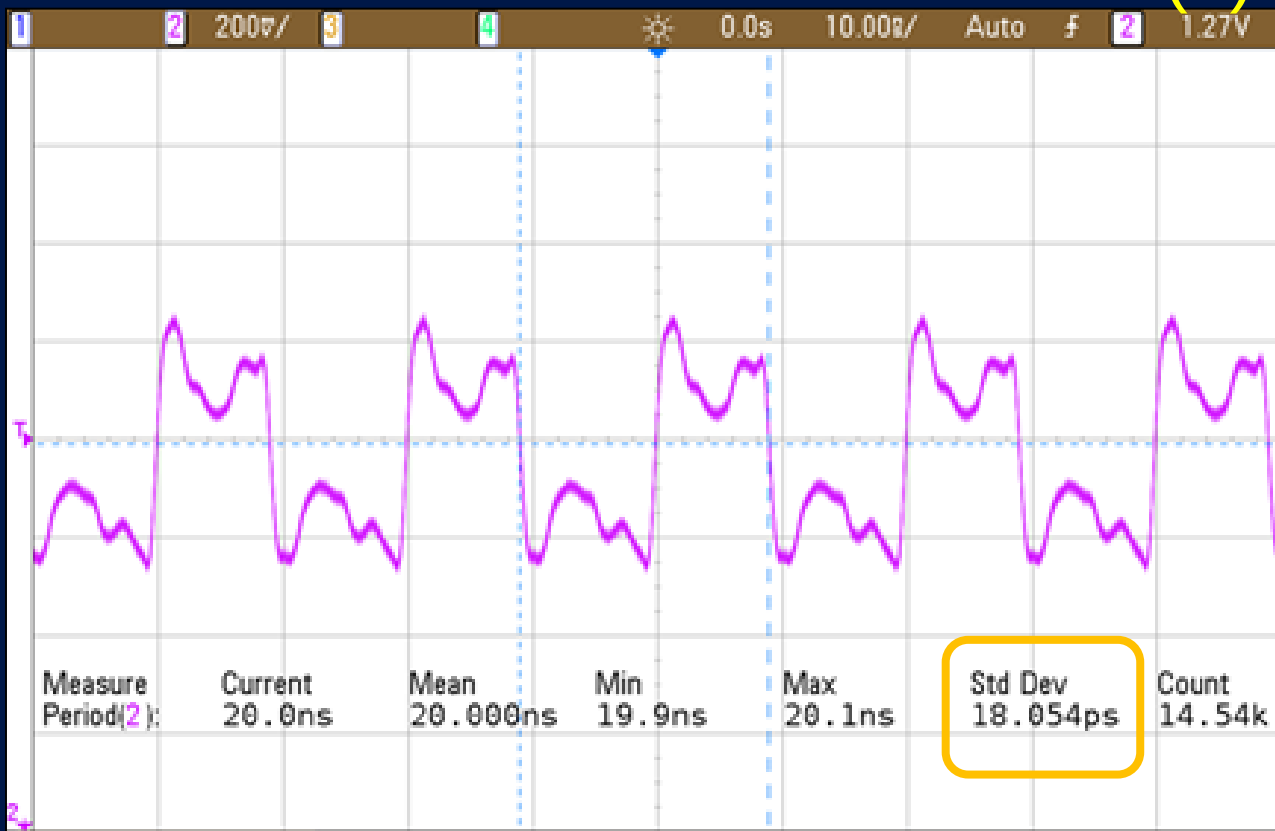


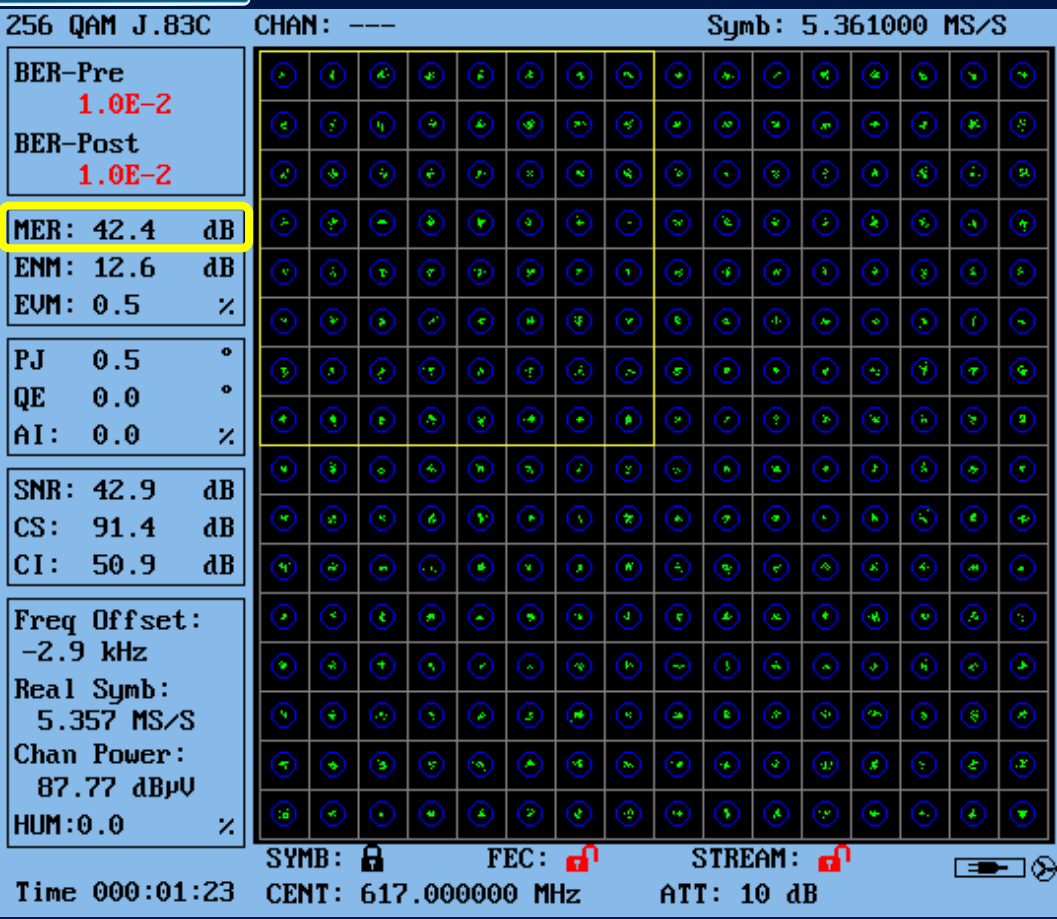
MER DEL SISTEMA,
50 MHz de Referencia
del AD9956



MER = 38.9 dB

JITTER DEL RELOJ DE 50 MHz (2)





MER DEL SISTEMA,
50 MHz de Referencia
(con restricciones
temporales) del
AD9956



MER = 42.4 dB

EXPERIMENTOS # 2

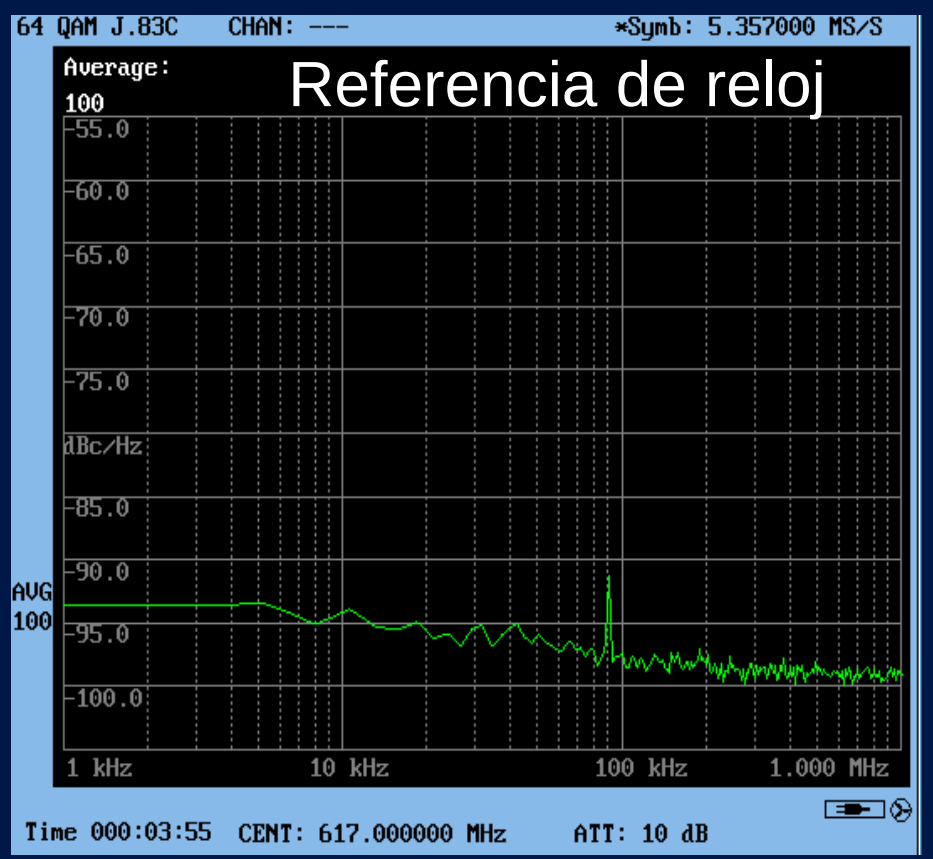
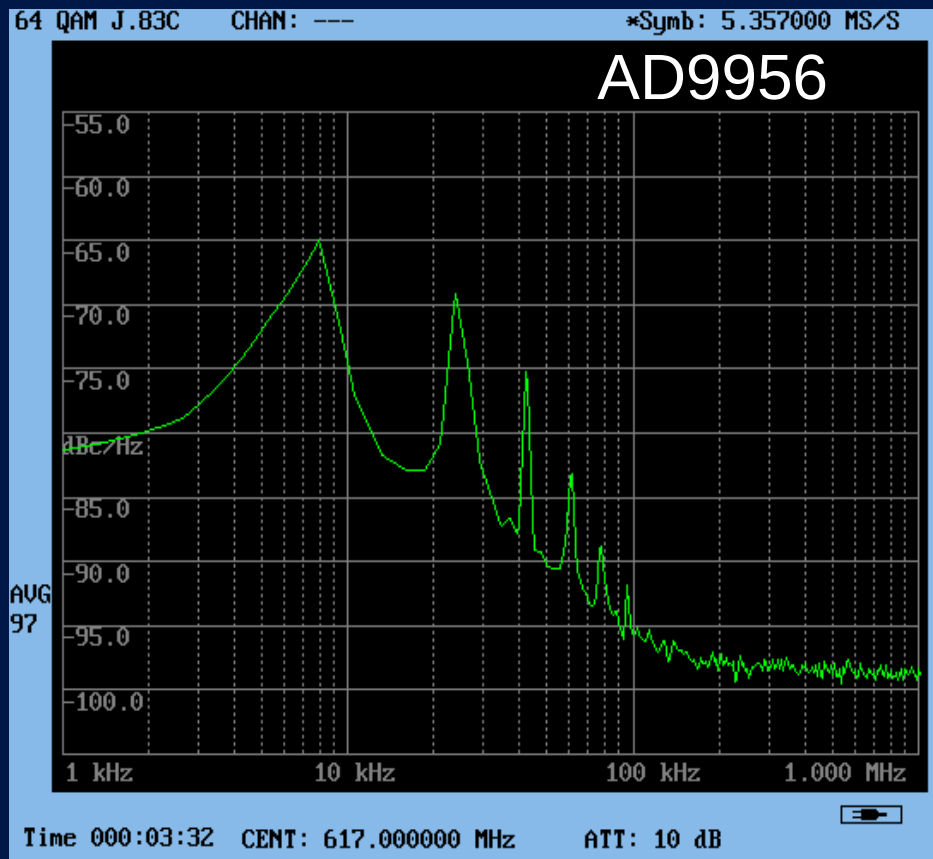
- **RUIDO DE FASE** en la referencia de **reloj del AD9789**.
Provoca que la constelación refleje un patrón circular, casi como si la pantalla estuviera rotando.

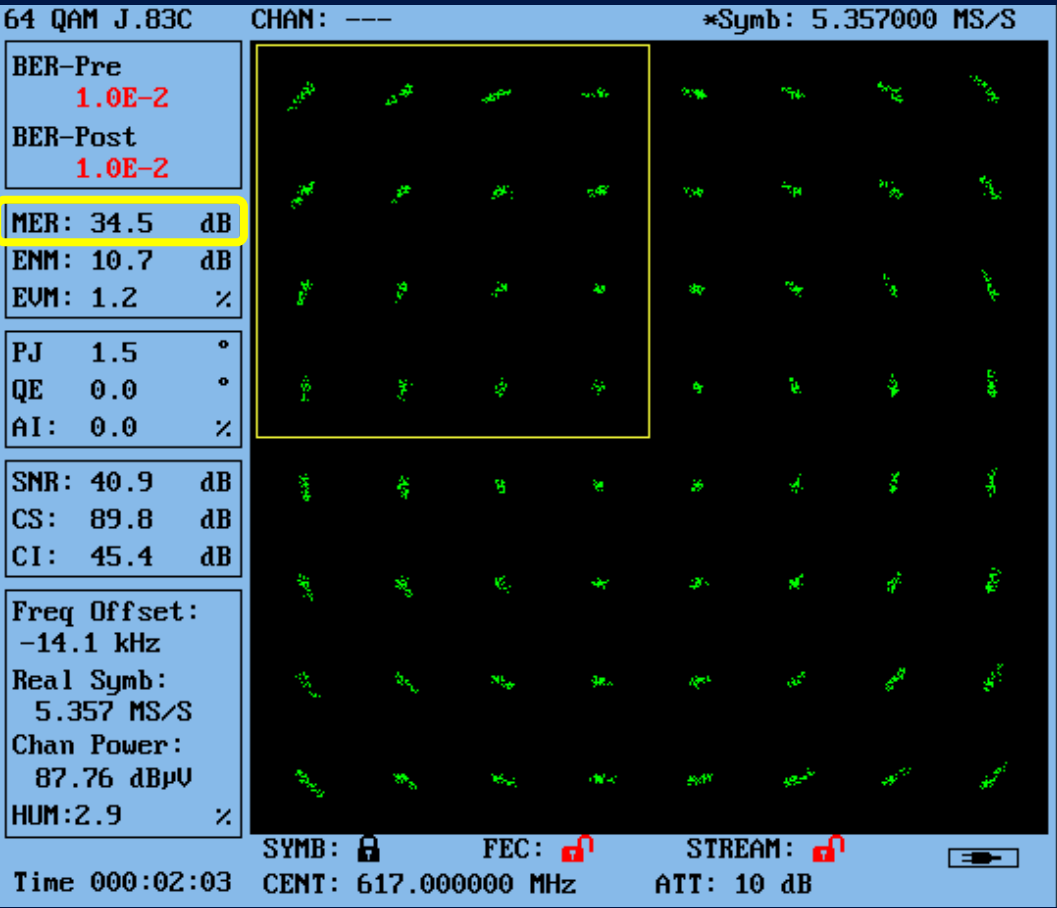




INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE TELECOMUNICACIONES

MEDICIÓN DEL RUIDO DE FASE

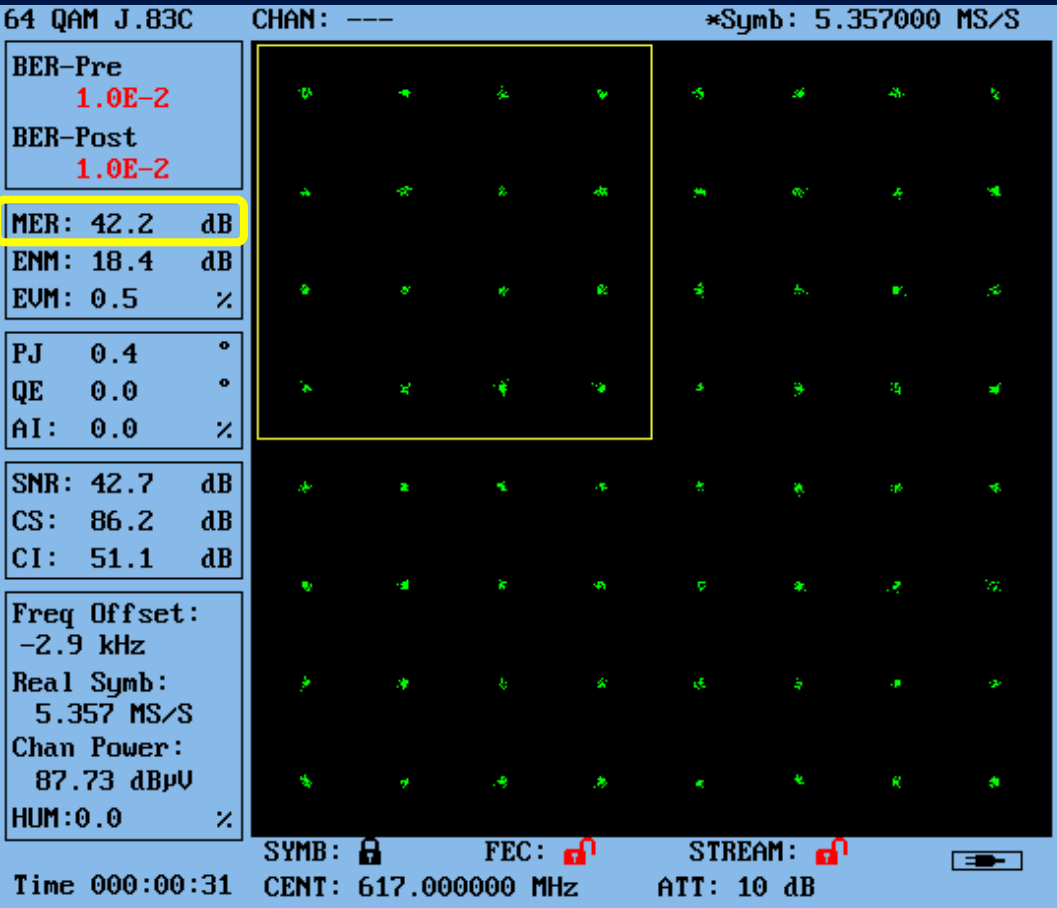




**CONSTELACIÓN CON
RUIDO DE FASE,**
Referencia de 2,4 GHz
generada por el
AD9956



MER = 34.5 dB



CONSTELACIÓN, SIN RUIDO DE FASE

Referencia de 2,4 GHz
generada por la
referencia de reloj



MER = 42.2 dB

CONCLUSIONES (1 de 2)

- Se implementó sistema que permite caracterizar de manera controlada algunos de los errores de diseño de un transmisor digital que afectan el MER.
- Resulta significativo en la variación del MER la calidad de la señal del reloj. Aun empleando un Up-converter (AD9789) de banda base a radiofrecuencia.
- Variaciones de 100 ps, respecto al valor máximo de jitter que permite lograr el óptimo desempeño del AD9789, puede disminuir hasta en 6dB el MER.

CONCLUSIONES(2 de 2)

- El Ruido de Fase en el reloj del sistema es otro parámetro que debe ser cuidadosamente controlado dado que sus consecuencias en el MER son significativas.
- Los experimentos demostraron que el reloj del Spartan 3E (50 MHz) debe ser sustituido por uno mucho más preciso, garantizando llegar de la mejor forma posible a los 42 dB de MER que es capaz de entregar el AD9789.

DIGITAL TELEVISION LABORATORY



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE TELECOMUNICACIONES



www.lacetel.cu