

DIAGRAMA DE CONSTELACIONES, QAM Y PSK

Hollman Leonardo Pinto Zapata, Ivanna Torres Perez

I. INTRODUCCIÓN

Dentro del desarrollo de las comunicaciones digitales, se destacan dos técnicas de modulación ampliamente utilizadas en la actualidad, las cuales son: QAM y PSK, similares a sus homologas en comunicaciones analogicas AM y FM aunque con diferencias notables, que hacen a unas u otras especiales para ciertos tipos de aplicaciones, por ejemplo existen esquemas de modulación de amplitud en cuadratura (QAM) que varían el número de niveles de modulación en concordancia con el alcance de los móviles.[1] En cuanto a PSK una de sus aplicaciones podría ser por ejemplo un sistema de comunicaciones por radio los cuales funcionan en entornos de múltiples rutas como una radio móvil o un sistema de inalámbrico de interior.[2] así de esta manera se hace necesario conocer el funcionamiento básico de estos sistemas de comunicación.

II. PROCEDIMIENTO

2.1 QAM (Quadrature Amplitude Modulation) :Para la implementación de QAM en diagrama de constelaciones se debe tener en cuenta que varía tanto en amplitud como en fase y está representada en un plano complejo para cada uno de los símbolos.

Al encontrar el vector que representa cada una de las posiciones de las constelaciones, se genera de forma aleatoria la cantidad de veces que va a ser utilizado cada símbolo esto se realiza .

```
data = randi([0, M - 1], K, 1);
```

donde M representaría la longitud del vector de constelaciones y K representaría en número total de símbolos que se están utilizando en la señal.

```
modData = genqammod(data, c);
```

En este caso los valores aleatorios generados se le aplican a cada uno de los puntos del vector aleatoriamente.

```
rxSig = awgn
```

La función AWGN(x,SNR) donde x representa el vector de cada una de las posiciones de las constelaciones, funciona para agregarle ruido a este vector ahora el comando utilizado es lo mismo, excepto que AWGN mide la potencia de x antes de agregar ruido.

```
h = scatterplot(rxSig);
```

```
hold
```

```
scatterplot(c, [], [], 'r', h)
```

grid

Se graficaría el diagrama de constelaciones en el plano complejo para ver cómo sería la modulación QAM.

```
z = genqamdemod(y, const)
```

Demodula la envoltura compleja de la Señal transmitida en este caso $y = rxSig$ de una señal modulada en amplitud de cuadratura. Para Const especifica el mapeo de la señal en este caso se basa en el vector de las posiciones de las constelaciones

```
[numError, ser] = symerr(data, z)
```

Determina el número de errores de símbolos y la relación de errores de símbolos

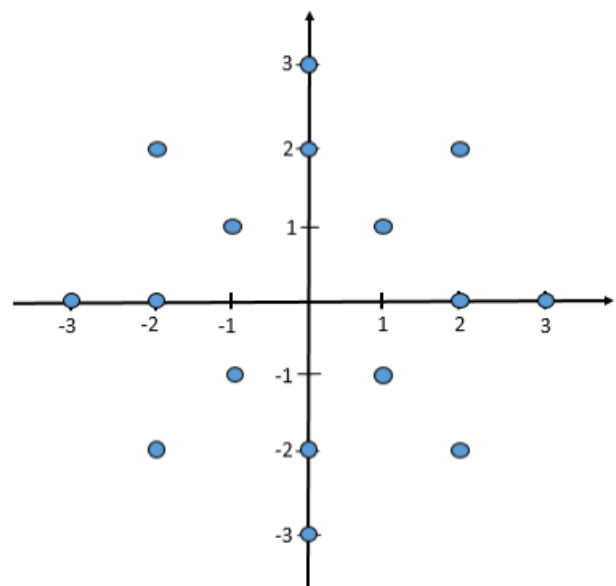


Fig. 1. Diagrama de constelaciones basado en estándar para modems de línea telefónica V.29

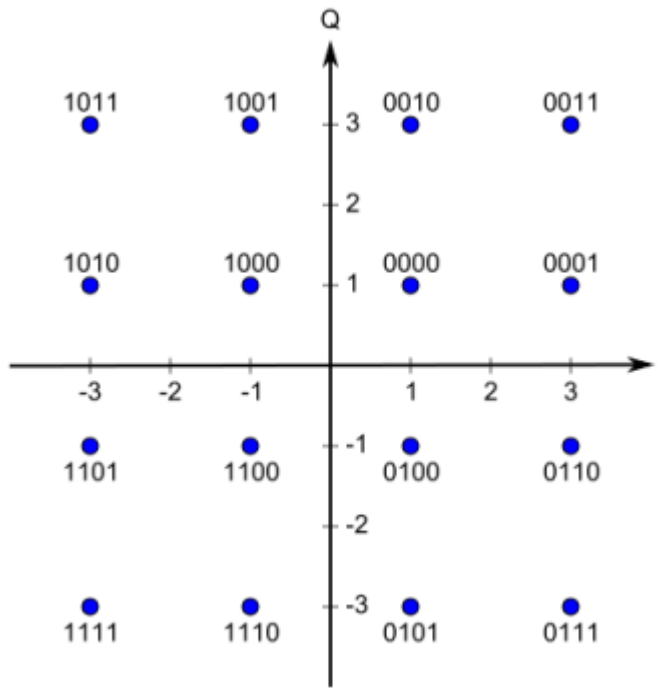


Fig. 2. Diagrama de constelaciones 16-QAM.

Para las dos graficas anteriores se debe tomar un vector de posición y aplicar la modulación y demodulación utilizando el código anterior en MATLAB. Se requiere hacer la comparación para los casos en los que la relación señal a ruido 1,5,10,20,50

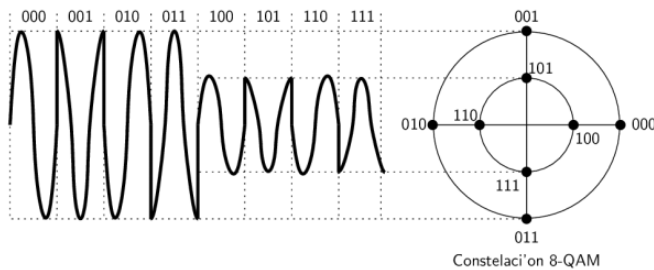


Fig. 3. Diagrama de Modulación QAM y onda generada.

Para modulación 8-QAM mostrada en la gráfica anterior generar en tiempo la Onda generada para la secuencia: 110101001010110001010100101011

III. RESULTADOS

ETAPA 1:

¿Que es la relacion señal a ruido?

Se puede definir como la relación que existente entre la intensidad de una señal y la intensidad de ruido que la acompaña. Matemáticamente se encuentra especificada como el cociente de la potencia de la señal entre la potencia de ruido en un punto del sistema.

$$\frac{S}{N} = \frac{\text{PotenciaSeñal}}{\text{PotenciaRuido}}$$

o expresada en dB:

$$(s/N)_{dB} = 10 \log\left(\frac{S}{N}\right) \quad (1)$$

La ecuación 1 está en unidades logarítmica, lo que significa que un incremento de un dB en la relación, indica un aumento también logarítmico de la calidad. Una relación señal/ruido de 3 dB indica que la señal es nueve veces más intensa que el ruido.

¿Que es AWGN?

Por sus siglas en inglés se denota como Additive White Gaussian Noise (AWGN) al ruido gaussiano blanco aditivo, que es un modelo de ruido básico utilizado en la teoría de la información que imita varios procesos aleatorios vistos en la naturaleza.

¿Que es el SER?

Es el número de bits recibidos de forma incorrecta respecto al total de bits enviados durante un intervalo especificado de tiempo. Se calcula de la siguiente forma:

$$SER = \frac{\#simbolosError}{\#simbolosTransmitidos}$$

¿Que es el BER?

Es el número de bits recibidos de forma incorrecta respecto al total de bits enviados durante un intervalo especificado de tiempo. Se calcula de la siguiente forma:

$$BER = \frac{\#bitsError}{\#totalBitsTransmitidos}$$

¿Que es un simbolo?

Número de bits que determina cada una de las variables de la modulación. En Telecomunicaciones, se denomina símbolo a cada uno de los eventos de señalización transmitidos.

¿Que es Eb/No?

(Eb), es la energia de un bit y (No) es la densidad espectral de potencia de ruido, el una forma de relacion señal-ruido. la energia por bit, Eb se puede determinar dividiendo la potencia de la ortadora por la tasa de bits. Como medida de energia, Eb tiene la unidad de Joules. no esta en potencia, por lo que Eb/No es un termino adimensional o simplemente una relacion numerica. [3].

¿Que es la velocidad de Transmision?

La señal digital esta formada por pulsos digitales binarios, es decir, cada pulso puede asumir uno de solo dos posibles valores, uno es el 1 y el otro es 0. por esta razon, a cada pulso se le llama bit. el numero de bits por segundo que contiene la señal digital es su cantidad o velocidad de informacion; tambien se llama velocidad de transmision.

en una señal digital, la cantidad de informacion es un parametro explicito y, por lo tanto, facil de obtener, pero en una señal analogica este parametro no es tan obvio.[4]

ETAPA 2: QAM

Se realiza la implementacion de un diagrama de constelaciones para un transmisor 16-QAM y se realiza la variacion del SNR tomando los siguientes valores, 1,5,10,20,50.

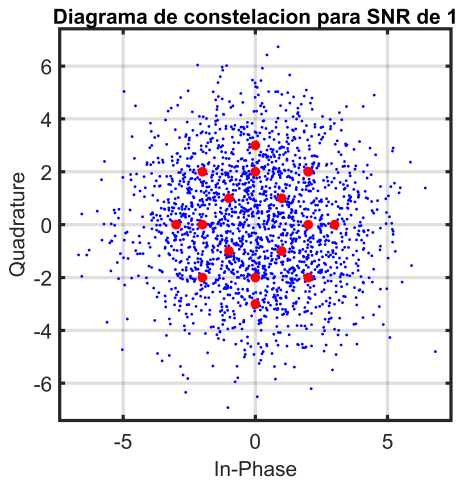


Fig. 4. Diagrama de constelación para SNR de 1

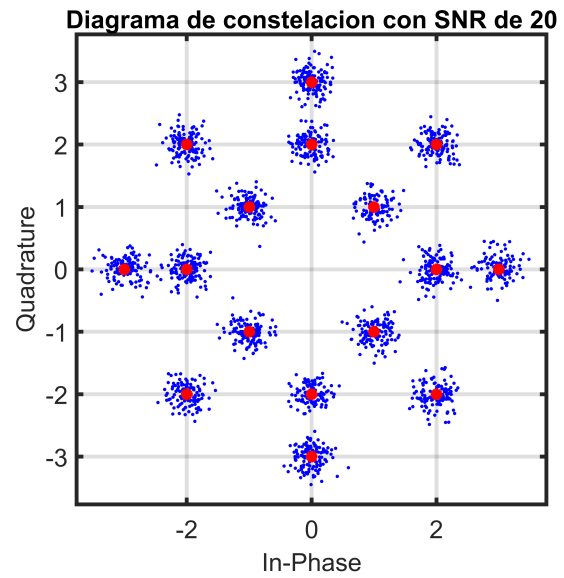


Fig. 7. Diagrama de constelación para SNR de 20.

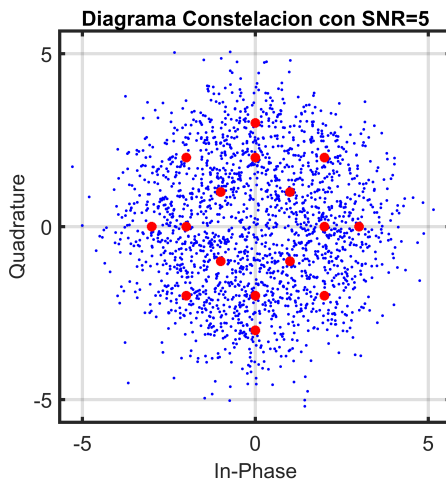


Fig. 5. Diagrama de constelación para SNR de 5

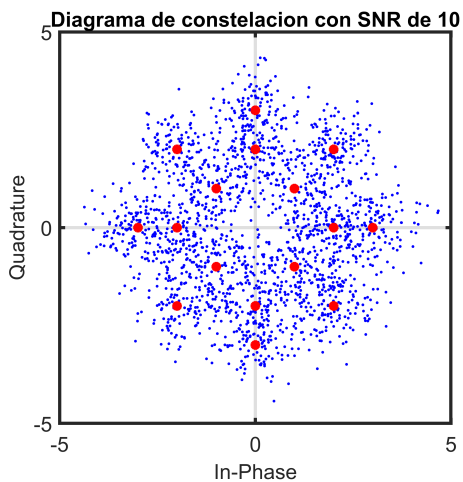


Fig. 6. Diagrama de constelación para SNR de 10

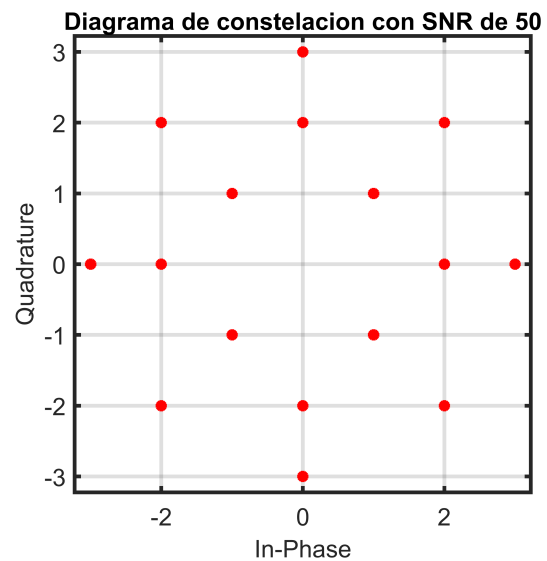


Fig. 8. Diagrama de constelación para SNR de 50.

16 QAM RECTANGULAR:

Se realiza la implementación de un diagrama de constelaciones para un transmisor 16-QAM RECTAGULAR y se realiza la variación del SNR tomando los siguientes valores, 1,5,10,20,50.

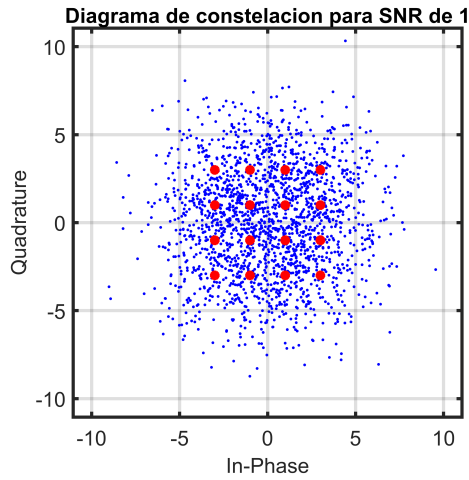


Fig. 9. Diagrama de constelacion para SNR rectangular de 1.

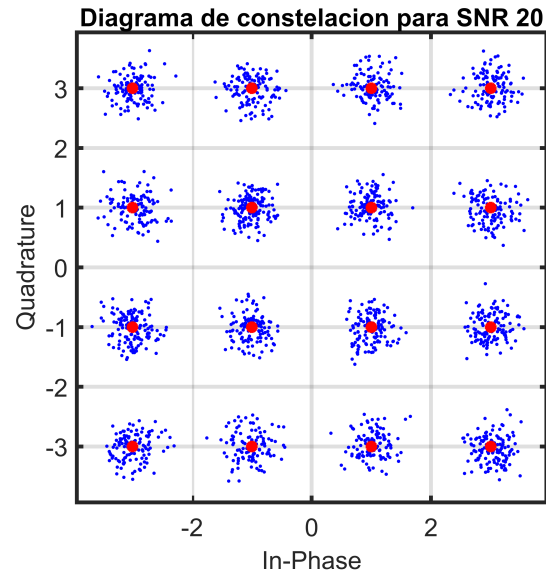


Fig. 12. Diagrama de constelacion para SNR rectangular de 20.

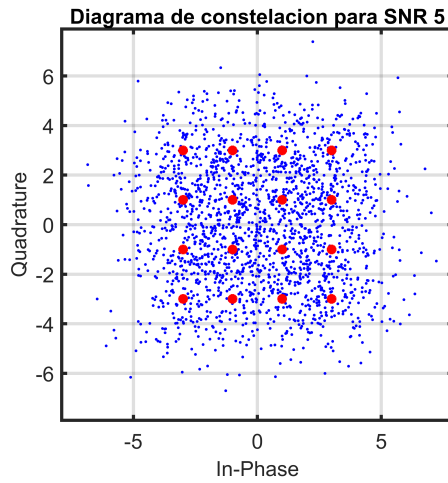


Fig. 10. Diagrama de constelacion para SNR rectangular de 5.

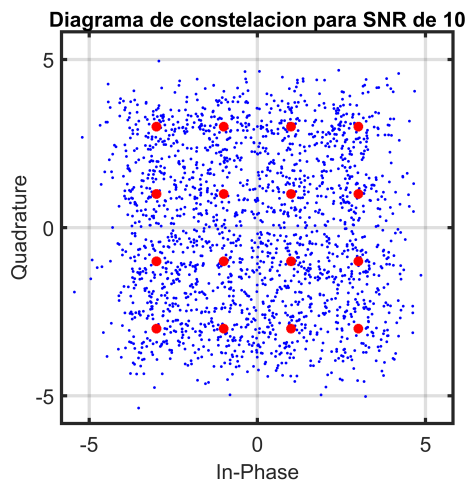


Fig. 11. Diagrama de constelacion para SNR rectangular de 10.

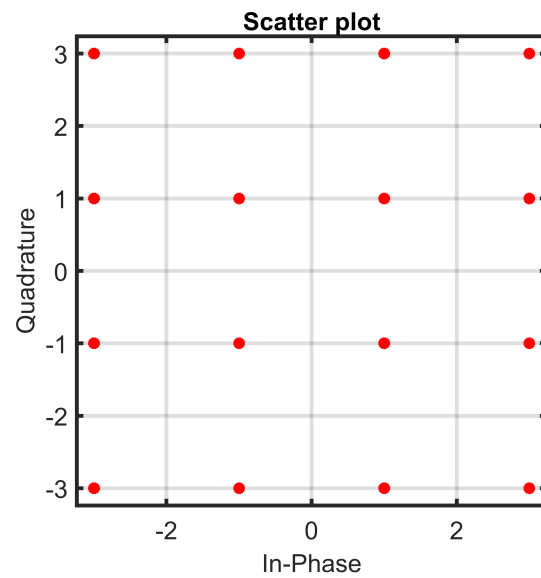


Fig. 13. Diagrama de constelacion para SNR rectangular de 50.

utilizando el diagrama propuesto en la Fig.3 y la cadena de bits inmediatamente contigua, se procede a generar la onda senoidal que corresponde a cada secuencia de bits.

La forma de onda obtenida para la secuencia de bits ingresada que se observa en la Fig.3 es:

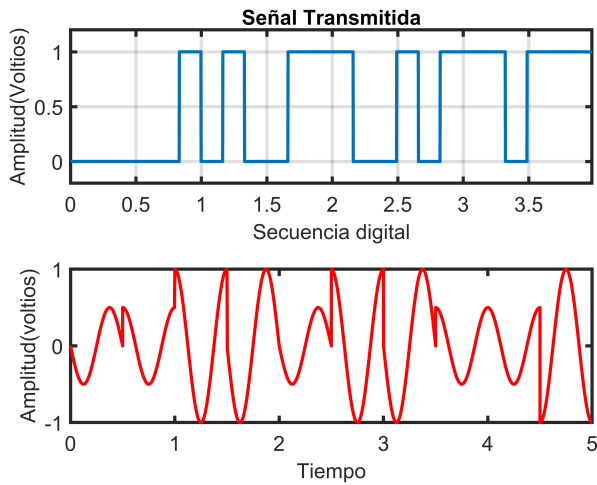


Fig. 14. Forma de onda obtenida con la cadena de caracteres de la Fig.3.

La forma de onda obtenida para la secuencia de bits «110101001010110001010100101011» es:

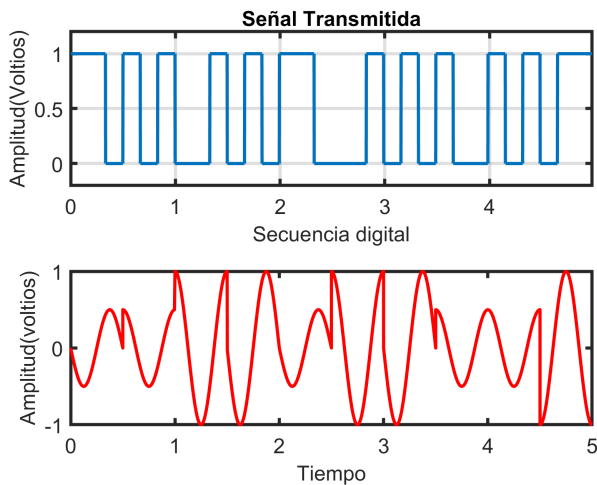


Fig. 15. Forma de onda obtenida para la secuencia de bits anterior.

IV. CONCLUSIONES

- Tal y como se observa en las Figs.4,5,6,7,8 la relación que existe entre el parámetro SNR y la posición que toman los bits en el diagrama de constelaciones es que cuando se incrementa esta, los valores esperados se acomodan en un área mucho menor, de hecho en la Fig.8 se puede observar como se superponen entre sí.
- Como se puede apreciar en la Fig.15 la onda senoidal experimenta cambios bruscos de fase que se comportan equivalentemente a el bit que está ingresando en ese momento, es decir si el valor de bit es un ALTO, se observa una señal senoidal, pero si por el contrario es un BAJO se observa una señal seno negativa o desfasada.

REFERENCES

- [1] W. Webb and R. Steele, "Variable rate qam for mobile radio," *IEEE Transactions on Communications*, vol. 43, no. 7, pp. 2223–2230, 1995.

- [2] E. Zehavi, "8-psk trellis codes for a rayleigh channel," *IEEE Transactions on Communications*, vol. 40, no. 5, pp. 873–884, 1992.
- [3] G. Breed, "Bit error rate: Fundamental concepts and measurement issues," *High Frequency Electronics*, vol. 2, no. 1, pp. 46–47, 2003.
- [4] E. H. Pérez, *Tecnologías y redes de transmisión de datos*. Editorial Limusa, 2003.