# AGRADECIMIENTOS

En mi primer lugar, me gustaría agradecer a mis tutores de proyecto Jorge Portilla y Gabriel Mujica. Agradecer su colaboración y su experiencia en redes de sensores inalámbricas.

Dar las gracias también a mi familia por su constante apoyo y ánimo en épocas difíciles.

# RESUMEN

El mundo tiende a compartir cada vez más información, a estar cada vez más interconectado. Cada vez existe un mayor número de dispositivos conectados entre ellos y con Internet de múltiples maneras. De todo esto surge lo que se conoce, en inglés, como **Internet of Things** o **IoT**, o en español, Internet de las cosas.

Este concepto consiste en redes de sensores capaces de monitorizar su entorno, reaccionando ante posibles cambios.

# INDICE

[AGRADECIMIENTOS 3](#_Toc37613903)

[RESUMEN 4](#_Toc37613904)

[INDICE 5](#_Toc37613905)

[ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS 6](#_Toc37613906)

[ILUSTRACIONES 7](#_Toc37613907)

[ECUACIONES 8](#_Toc37613908)

[TABLAS 9](#_Toc37613909)

[CÓDIGOS 10](#_Toc37613910)

[1. INTRODUCCIÓN 11](#_Toc37613911)

[2. ESTADO DEL ARTE 12](#_Toc37613912)

[2.1. Internet of Things (IoT) 12](#_Toc37613913)

[2.2. Low Power – Wide Area Networks (LPWAN) 12](#_Toc37613914)

[2.3. Narrow-Band IoT (NB-IoT) 12](#_Toc37613915)

[2.3.1. Introducción 12](#_Toc37613916)

[2.3.2. Características NB-IoT 13](#_Toc37613917)

[3. OBJETIVOS 13](#_Toc37613918)

[4. MÉTODOS Y EQUIPO 14](#_Toc37613919)

[5. EXPERIMENTOS 15](#_Toc37613920)

[6. RESULTADOS Y ANÁLISIS 16](#_Toc37613921)

[7. CONCLUSIONES 17](#_Toc37613922)

[8. LINEAS FUTURAS 18](#_Toc37613923)

[9. PLANIFICACIÓN TEMPORAL Y PRESUPUESTO 19](#_Toc37613924)

[10. BIBLIOGRAFÍA 20](#_Toc37613925)

# ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

IoT

LTE

# ILUSTRACIONES

[Ilustración 1 Modos De Operación NB-IoT [1/NB-IoT] 13](#_Toc37613972)

# ECUACIONES

# TABLAS

# CÓDIGOS

# INTRODUCCIÓN

# ESTADO DEL ARTE

En los últimos años, se han ido desarrollando cada vez más las tecnologías para Internet of Things, IoT. Entre estas tecnologías están las tecnologías de comunicaciones inalámbricas tanto a redes de áreas pequeñas como de áreas extensas. Estas últimas, conocidas como WAN (wide área network), son usadas como base para la gran mayoría de arquitecturas en proyectos IoT.

En este estudio nos centraremos en las características de una de ellas: Narrowband IoT (NB-IoT). Para esto conviene conocer mínimamente las tecnologías IoT, y en concreto, el modelo de la tipología red WAN sobre la que mejor se aplica IoT en casos de conexiones inalámbricas: LPWAN.

## Internet of Things (IoT)

En el IoT, un gran número de tecnologías inalámbricas, como el WiFi, el Bluetooth, LoRa, NB-IoT, 2G/3G/4G, etc., han sido usadas en diversas aplicaciones, conectando entre si a millones de dispositivos de manera inalámbrica. 3G y 4G son muy usados en IoT, pero no están totalmente optimizados para aplicaciones de este tipo. A pesar de esto, el 4G ha mejorado bastante algunas de las capacidades de las redes móviles, dando a los dispositivos IoT acceso a Internet. Dentro de la conectividad 4G hay varios tipos de tecnologías como BLE, WiMaxb, LTE, Zigbee, LoRa, NB-IoT, etc. [1/IoT]

## Low Power – Wide Area Networks (LPWAN)

## Narrow-Band IoT (NB-IoT)

### Introducción

Narrow-band IoT (NB-IoT) es una tecnología de redes LPWA introducida en la especificación 3GPP Release 13, como una evolución del LTE Cat-M1. Se espera que NB-IoT facilite despliegues masivos de dispositivos IoT permitiendo a operadores existentes introducir NB-IoT en una porción del espectro de sus redes.

NB-IoT, o LTE Cat-NB1, está diseñado para una coexistencia de tecnologías de GSM, GPRS y LTE, operando con ancho de banda de 180 kHz tanto para bajada como para subida de datos. Debido a esto, un operador de GSM puede cambiar su señal carrier o portadora GSM por una señal portadora GSM de 200 kHz con una aplicación de NB-IoT. Con LTE se puede realizar lo mismo, dando un bloque de recursos de 180 kHz a Cat-NB1.

Para cuando NB-IoT está desplegado dentro de una señal portadora de LTE y el rendimiento de ambas no se vea comprometida, se ha optimizado bastante la interfaz aérea del NB-IoT o LTE Cat-NB1, asegurando así una buena coexistencia entre NB-IoT y LTE. [1/NB-IoT]

### Características NB-IoT

A la hora de desplegar NB-IoT, hay tres diferentes modos de operación:

1. **Stand-Alone:** Se reutilizan las bandas de frecuencias de señales portadoras GSM
2. **In-band:** Usando bloques de recursos dentro de la señal portadora de LTE.
3. **Guard band**: Se usarían bloques de recursos sin utilizar en las bandas de trasporte de LTE. Esta banda sin usar es la banda de los 180 kHz.

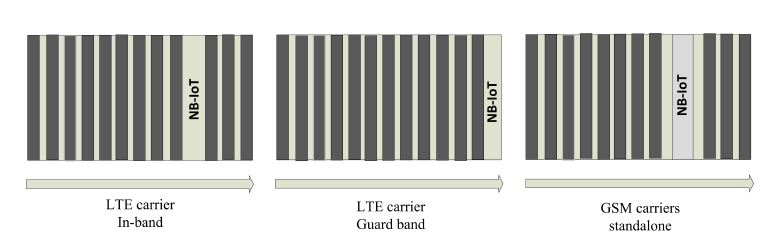


Ilustración Modos De Operación NB-IoT [1/NB-IoT]

# OBJETIVOS

# MÉTODOS Y EQUIPO

# EXPERIMENTOS

# RESULTADOS Y ANÁLISIS

# CONCLUSIONES

# LINEAS FUTURAS

# PLANIFICACIÓN TEMPORAL Y PRESUPUESTO

# BIBLIOGRAFÍA