

Tabla de Contenido

Introducción	1
1. Problema	3
1.1. Contexto	3
1.2. Planteamiento	3
2. Marco teórico	6
2.1. Conceptos técnicos	6
2.1.1. LPWAN	6
2.1.2. LoRa	6
2.1.3. LoRaWAN	6
2.1.4. Comunicación secuencial	7
2.1.5. SPI	7
2.1.6. I2C	8
2.1.7. UART	8
2.2. Estudio bibliográfico	9
3. Solución	11
3.1. Arquitectura lógica del sistema	11
3.2. Arquitectura física del sistema	12
3.2.1. Componentes electrónicos utilizados	12
3.2.2. Definición de responsabilidades	15
3.2.3. Diagrama de circuitos	15
3.2.4. Diagrama de red del sistema	16
3.3. Desarrollo del software del sistema	17
3.3.1. Primera iteración	17
3.3.2. Segunda iteración	22
3.3.3. Tercera iteración	36
3.4. Estrategias de reducción consumo	44
3.4.1. Aspectos generales de las codificaciones	45
3.4.2. Codificación Base	45
3.4.3. Codificación Repetición	47
3.4.4. Codificación Diferencial	50
4. Experimentos	54
4.1. Pruebas de Conectividad	54

4.1.1. Prueba de conexión a distancia	54
4.1.2. Prueba de conexión puertas adentro	56
4.2. Evaluación energética	56
4.2.1. Instrumento de medición	56
4.2.2. Medición de consumo de Bloque Sensor	58
4.2.3. Medición de consumo Bloque Transmisor	63
Conclusiones	69
Bibliografía	71