



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

João Paulo Lopes Agostinho

Otimização e Compressão de Páginas Web para Sistemas Embebidos e desenvolvimento de Equipamentos IOT

Relatório de Estágio

Orientado por:

Renato Eduardo da Silva Panda, Instituto Politécnico de Tomar

Júri (caso seja conhecido) + Instituição

Relatório de Estágio
apresentada ao Instituto Politécnico de Tomar
para cumprimento dos requisitos necessários
à obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Informática – Internet das Coisas

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer à minha família e amigos, pelo apoio dado pelos bons e maus momentos não só durante a vida académica, mas durante a toda a minha vida.

Aos meus colegas de curso e professores pelos bons tempos que foram passados nas aulas deste Mestrado.

Quero agradecer igualmente ao meu orientador, o professor Renato Panda por ser meu orientador e estar sempre disponível para ajudar nesta última fase do Mestrado.

À empresa Captemp pela possibilidade de realizar o estágio para conclusão de mais uma etapa da minha vida.

RESUMO

Palavras chave:

ABSTRACT

Key words:

"Persistence is the shortest path to success"

— Charles Chaplin

ÍNDICE

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract	vii
Acrónimos	xiii
Índice de Figuras	xiii
Índice de Tabelas	xv
1 Introdução	1
1.1 Contextualização	1
1.2 A Empresa	1
1.3 Motivação e Objetivos	4
1.3.1 Nidus	4
1.3.2 NB-Iot	4
1.3.3 Kea Tracker	4
1.4 Organização do relatório	5
2 Estado da Arte	6
2.1 Introdução	6
2.2 Coletor de Dados - Nidus	6
2.2.1 Páginas do Coletor de Dados Nidus	7
2.3 NB-Iot & Digi XBee 3	8
2.3.1 MicroPython	9
2.3.2 NB-Iot / LTE-M	10
2.4 Kea Tracker	11
2.4.1 Beacons BLE	11
2.4.2 Ruuvi Beacons	12

2.4.3 Apps Smartphones	12
2.5 Soluções e Tecnologias Disponíveis	13
3 Conclusões	14
Bibliografia	14
Apêndice	16

ACRÓNIMOS

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1	CapTemp SQL	2
1.2	Coletor de Dados Nidus-C	2
1.3	Universo Nidus	3
1.4	TH3 e Airo	3
1.5	Portal Senslive	3
2.1	Layout página da Nidus IT no início do estágio	8
2.2	Módulo XBee 3 e placa de expansão	8
2.3	Gráfico com relação Distancia vs Largura de Banda[1]	11
2.4	BLE Broadcast packet[2]	12

ÍNDICE DE TABELAS

2.1 Especificações do Módulo RCM6760	7
2.2 Especificações do Módulo Xbee 3	9

Capítulo 1

Introdução

1.1 Contextualização

Atualmente a sociedade vive rodeada de tecnologias indispensáveis e de ambientes que se intitulam Smart, mas nem sempre foi assim.

Desde cedo, mesmo antes de existir tecnologia, o homem tendeu a procurar e encontrar coisas que melhorassem a sua vida e bem-estar pessoal e da sociedade, mas para chegar a humanidade está hoje é necessário recuar na história algum tempo para marcos importantes da tecnologia.

Um dos marcos muito importantes para o desenvolvimento dos sistemas embebidos e de sistemas de monotorização foi a invenção dos processadores. Com o surgimento dos processadores começaram a surgir os primeiros sistemas embebidos e sistemas de monotorização. Com o passar dos anos até aos dias de hoje a tecnologia tem vindo a evoluir e por consequência os sistemas também se adaptaram para os padrões de atualmente.

Uma das partes mais importantes num sistema embebido é a sua interface disponível para o utilizador, as principais e mais usadas nos dias de hoje são a linha de comandos e a WEB, comuns para configurações á distância e as interfaces dos próprios equipamentos como os ecrãs com software proprietário.

1.2 A Empresa

A empresa CapTemp, Lda localizada em Pombal, Leiria é uma empresa, focada em desenvolvimento de soluções de monotorização, controlo, supervisão e de soluções á medida consoante os requisitos do cliente. Para criar um sistema de monotorização é necessário o sistema possuir sensores, atuadores, coletores de dados e software para analisar os dados provenientes dos sensores de modo a possuir capacidade de atuar com base nesses valores. A Captemp é responsável pelo desenvolvimento de todos estes componentes passando pelos sensores até ao software responsável por analisar e armazenar os dados.

1.2. A EMPRESA

Uma das subáreas da empresa é a disponibilização de um Registador de temperatura e respetivo Software certificado para Meteorologia Legal. Faz parte deste conjunto o Software “CapTemp SQL” responsável por guardar os dados provenientes dos sensores ligados ao registador.

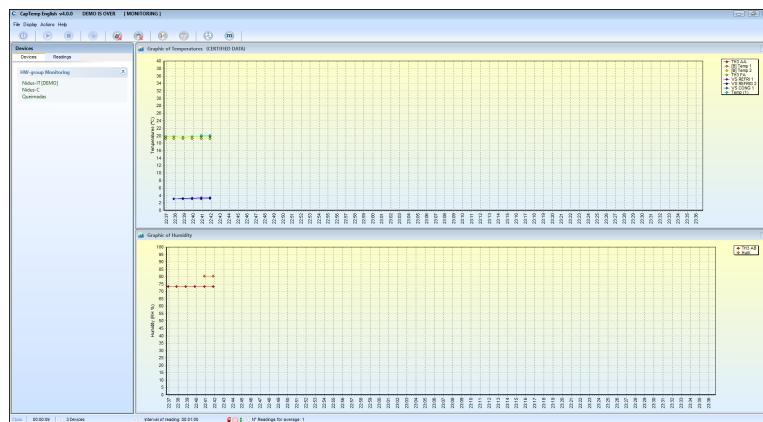


Figura 1.1: CapTemp SQL

O registador desenvolvido pela Captemp denomina-se por Nidus-C, um registador que suporta até 32 sensores.

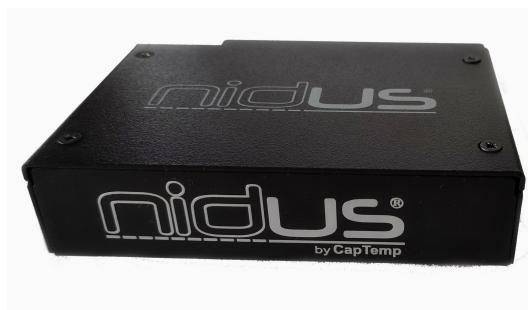


Figura 1.2: Coletor de Dados Nidus-C

Com a necessidade de mais funcionalidades, a Captemp criou várias variantes da Nidus-C para aplicar em outras áreas para além da Meteorologia Legal. Das quais surgiram a Nidus-C+, similar á Nidus-C acrescentando a possibilidade de adicionar sensores Wireless. A Nidus-IT e Nidus-IT+ duas versões com as funcionalidades da Nidus-C e Nidus-C+ respetivamente, acrescentando Inputs e Outputs ao sistema de monotorização. Para soluções exclusivamente Wireless nasce a Nidus-W suportando apenas sensores Wireless. Por ultimo é desenvolvido a Nidus-R, baseada na Nidus-IT especialmente desenhada a pensar em ambientes IT com suporte para montagem em bastidores.

No setor dos sensores foi desenvolvido o TH3 um conversor RS485 permitindo às diversas Nidus, ligar por RS485 a sensores 1Wire além dos dois inputs possuídos no



Figura 1.3: Universo Nidus

TH3. Nos sensores wireless, foi desenvolvido o Airo á semelhança do TH3 possui dois inputs, um ecrã e possibilita a ligação de sensores. Permite ainda a leitura de todos os Airo adicionados á Nidus ao mesmo tempo, tecnologia desenvolvida pela Captemp denominada por Captemp AST [3].



Figura 1.4: TH3 e Airo

Em desenvolvimento encontram-se sensores com recurso a tecnologias NB-Iot, Beacon's BLE e Lora.

A Captemp desenvolve igualmente um portal Cloud denominado Senslive que possibilita a centralização dos sistemas de monitorização numa plataforma Cloud.

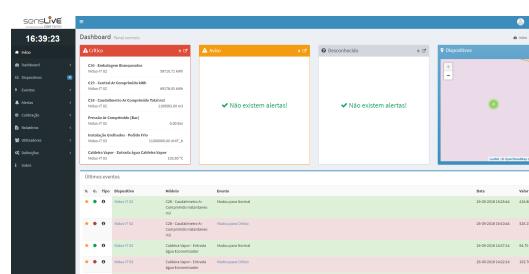


Figura 1.5: Portal Senslive

1.3 Motivação e Objetivos

O estágio é uma forma do estudante colocar numa situação de contexto profissional os conceitos adquiridos em contexto académico. A realização de um estágio é também uma mais valia pois possibilita o adquirir de experiência profissional que não é possível obter em contexto escolar.

Ao longo do estágio, serão aplicados vários conhecimentos adquiridos durante o percurso académico de modo a melhorar a interface para o utilizador, técnicas de otimização de código, compressão de ficheiros, manipulação de imagens de modo a ocupar o mínimo de espaço permitindo futuros desenvolvimento e melhorias, dando continuidade ao suporte do projeto Nidus, igualmente serão criados dois novos projetos de desenvolvimento de novos equipamentos que tiram partido de novas tecnologias como o NB-Iot e Beacon's BLE.

1.3.1 Nidus

O projeto "Nidus" tem como objetivo dar suporte ao Front-end das Nidus já existentes para correções de bugs encontrados em versões anteriores, otimização de código, de modo a ocupar o mínimo espaço, possibilitando deixar memória livre para desenvolvimentos futuros, desenvolver versões customizadas com layouts a pedido do cliente com funcionalidades específicas, ou simplesmente melhorar a página seguindo a tendência de equipamentos concorrentes.

1.3.2 NB-Iot

Com o surgimento da nova tecnologia NB-Iot surgiu a necessidade de serem criados equipamentos que tirem partido dessa tecnologia e as suas vantagens. Para tal durante o estágio será desenvolvido um dos equipamentos que tira partido da tecnologia. Este projeto tem como por objetivo criar uma versão de raiz, simplificada e mais barata de um outro equipamento de NB-Iot em desenvolvimento pela Captemp, através do módulo Xbee da DIGI e da sua programação em Micropython. Durante o projeto será necessário garantir a correta gestão de memória, gestão de Logs internos, comunicação com os sensores físicos, comunicação bidirecional e encriptação com o portal Senslive.

1.3.3 Kea Tracker

O "Kea Tracker" é um projeto de Beacon's BLE que comunicam com o smartphone, onde é possível definir alertas locais no smartphone e envio dos dados obtidos dos sensores das beacon's e envio para a plataforma Senslive. Tal como o projeto anterior será

necessário além de criar uma aplicação para smartphone, criar Firmware específico para as beacon's que na ausência de comunicação com o smartphone devem armazenar em Log as leituras dos sensores e quando este está ao alcance descargar para o smartphone.

1.4 Organização do relatório

A realizar no Fim da Estrutura completa

Capítulo 2

Estado da Arte

2.1 Introdução

Nesta secção é apresentada o estado da arte dos projetos realizados durante o estágio na empresa CapTemp. Nessa ordem é apresentado o funcionamento do sistema do Nidus desenvolvido pela empresa CapTemp e a sua página de configuração e visualização. Na secção 2.2.1 são apresentadas também as metodologias e tecnologias que o sistema implementa atualmente para a compressão das páginas que dão suporte ao sistema. Na secção 2.3 e 2.4 irá ser introduzido o plano inicial dos projetos a desenvolver e a base já existente tal como as tecnologias que estes irão utilizar. Na secção 2.5 será abordado as soluções e tecnologias existentes na comunidade científica e alguns produtos similares, já existentes para os projetos anteriormente referidos.

2.2 Coletor de Dados - Nidus

O sistema Nidus, apesar das suas diversas versões de hardware partilha entre todas as versões o mesmo centro de processamento o módulo RCM6760 da Rabbit. O sistema Nidus é composto por dois módulos principais, o Back-end que gere toda a parte de leitura de sensores, de atuação e envio de alertas, log entre as demais funcionalidades e o Front-end, duas páginas WEB Single-Application de modo a não sobrecarregar o módulo com a interface e mover o processamento da interface para o browser do cliente. Na primeira página é possível visualizar os valores obtidos pelo Back-end com atualização em tempo real. Na segunda página é possível carregar as configurações para realizar alterações nas mesmas. A comunicação entre os dois componentes é feita através de XML. Para consultar os valores na primeira página o Front-end acede ao ficheiro values.xml gerado no momento pelo Back-end onde contém todos os valores necessários. Na página de configurações à semelhança da primeira página os valores são carregados por um ficheiro XML o ficheiro setup.xml, incluindo a particularidade de aceitar pedidos POST de modo a alterar as configurações do equipamento.

A Nidus dispõe de base para o utilizador variadas funcionalidades tais como, leitura

de sensores TH3 e Airo, INPUTS digitais, OUTPUTS digitais e analógico, leitura de sensores SNMP e MODBUS, envio de alertas via GSM e E-mail, programação de eventos, envio automático para um portal Cloud e Log Interno. Outras funcionalidades estão disponíveis mediante o pedido do cliente tais como sensores específicos, leitura de sensores por RS232 ou protocolos de comunicação específicos. Na tabela 2.1 são apresentadas as principais características do módulo RCM6760 da Rabbit.

Tabela 2.1: Especificações do Módulo RCM6760

Microprocessor	Rabbit 6000
Frequencia do Microprocessor	200 MHz
Flash Memory	4 MB (Código e Sistema de Ficheiros)
SRAM	1 MB
Power	260 mA 3.3V - Ethernet ON

2.2.1 Páginas do Coletor de Dados Nidus

O código desenvolvido de modo a chegar á fase de produção é comprimido e compilado de modo a que ocupe o mínimo espaço e possa ser armazenado na memória do módulo e coabitar com o Firmware de Back-end, segue os seguintes passos de desenvolvimento:

1. Desenvolvimento/ alteração do código JavaScript necessário;
2. Compressão das Imagens necessárias e posterior conversão em Base64 para incluir no JavaScript a imagem e o mesmo poder fazer a gestão da apresentação
3. Compilação/compressão do JavaScript num ficheiro único com recurso ao Google Clousure Platform, nesta etapa para cada versão de hardware é compilado consoante os ficheiros a incluir, poupando o espaço não necessário como o código referente aos Inputs e Outputs na Nidus C, C+ e W, ou o código referente ao módulo wireless nas versões não Wireless.
4. Geração do minificado do código HTML
5. Compressão de cada ficheiro para o seu respetivo GZIP

Após estes passos fica disponível uma nova versão da página pronta a ser carregada na Nidus. Na imagem 2.1 é apresentado o estado e layout de uma página da Nidus IT no momento do inicio do estágio.

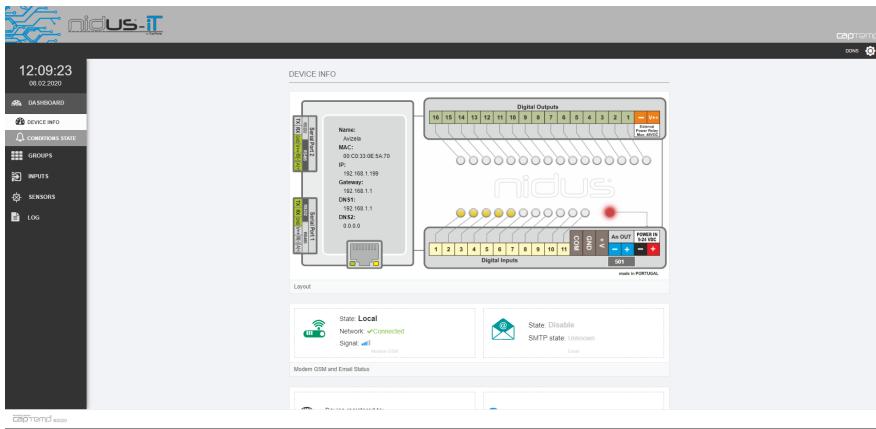


Figura 2.1: Layout página da Nidus IT no início do estágio

2.3 NB-Iot & Digi Xbee 3

Os módulos Xbee 3 da DIGI dispõe recentemente de uma versão NB-Iot/ LTE. Ideal para projetos com baixo volume de transmissão de dados e com gestão para economia da bateria. O módulo inclui também um compilador de MicroPython, contudo a versão MicroPython desenvolvida pela DIGI e incluída no módulo XBee, não inclui todas as funcionalidades do MicroPython tais como por exemplo a biblioteca de gestão de Arrays e o módulo de "_thread" pois o mesmo não tem suporte para multithread. Na tabela 2.2 são apresentadas as principais características do módulo XBee 3 da Digi[4].

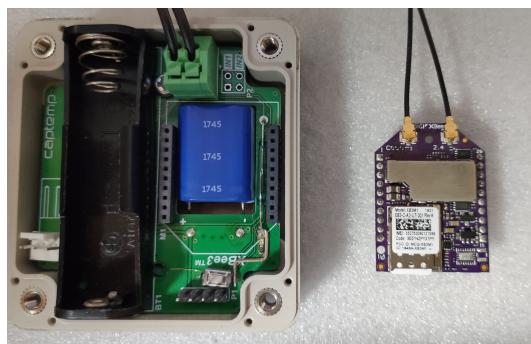


Figura 2.2: Módulo XBee 3 e placa de expansão

A captemp pretende, através da utilização deste módulo e de uma placa de expansão desenvolvida pela própria, desenvolver uma versão do seu outro equipamento de Nb-Iot, mais simples representando numa opção de menor custo para o cliente. Será necessário desenvolver todo o código referente à gestão interna de Logs, o agendamento do envio e leituras e a otimização da memória e bateria. Sempre com recurso á programação em MicroPython.

Tabela 2.2: Especificações do Módulo Xbee 3

Chipset	U-blox SARA-R410M-02B
Dimensões	24.38 mm x 32.94 mm
Temperatura de Funcionamento	-40º C to +85º C
Tipo de SIM	4FF Nano
Interfaces	UART, SPI, USB
Programação MicroPython	32 KB Flash / 32 KB RAM
I/O	4 ADC (10-bit), 13 I/O digitais, USB, I2C
Bluetooth	BLE Ready
Potencia de Transmissão	Até 23 dBm
Sensibilidade de Re却ão (LTE-M)	-105 dBm
Sensibilidade de Re却ão (NB-IoT)	-113 dBm
Velocidade Downlink/Uplink(LTE-M)	Até 375 kb/s
Velocidade Downlink/Uplink(NB-IoT)	Até 27.2 kb/s Downlink, 62.5kb/s Uplink
Alimentação	3.3-4.3VDC
Pico corrente na transmissão	550mA - Bluetooth OFF 610mA - Bluetooth ON
Corrente média de transmissão (LTE-M)	235mA
Corrente média de transmissão (NB-IoT)	190mA
Modo Power Save	20uA
Modo Deep Sleep	10uA

2.3.1 MicroPython

O MicroPython[5], lançado em 2014, é um compilador e interpretador que implementa a linguagem Python3 e otimiza o seu funcionamento em microcontroladores. Escrito em C e disponibilizado em Open-Source é possível adaptar o mesmo para os diversos equipamentos.

É suportado por diversas arquiteturas de processadores tais como:

- x86
- x86-64
- ARM
- ARM Thumb
- Xtensa

Em microcontroladores que suportem Multi-thread , não sendo o caso do módulo usado está disponível ao programador o módulo de " _thread" para criar processamento paralelo. Disponibiliza a programação de interrupções físicas, uteis em microcontroladores, tem disponível um "Garbage collector" para gerir a memória do microcontrolador e bibliotecas tais como "usocket" para criação e gestão de sockets, "network" para gerir a comunicação com o módulo específico de cada microcontrolador, ou a biblioteca para gerir o módulo de Bluethooth denominada por "ubluetooth"[6].

2.3.2 NB-Iot/ LTE-M

O NB-Iot ou Narrowband Iot é uma tecnologia de Low Power Wide Area. É indicado para sistemas Smart em diversas áreas como a monotorização, a agricultura, localizadores entre outras áreas. Similar á rede móvel mas para equipamentos com menor transmissão de dados e que não tem acesso a fontes de alimentação fixas e requerem de baterias, o NB-Iot promete autonomias das baterias a rondar os 10 anos[7]. Devido ao baixo volume de dados o plano de dados é possivel apenas com pequeno investimento obter anos e até decadas de transmissões da dados. De entre as vantagens podem-se destacar:

- Baixo Consumo
- Longo alcance e boa penetração
- Baixo custo de desenvolvimento na implementação da cobertura
- Custo reduzido pelas transmissões
- Sem necessidade de Roaming

A cobertura da rede está a ser implementada pelas operadoras de telecomunicações que já possuem cobertura da rede GSM infraestrutura de ligação á rede Internet desenvolvida e apenas necessitam de disponibilizar cobertura nas antenas de rede móvel. É aconselhado pelas operadoras que se utilize o Nb-Iot para equipamentos fixos e o LTE-M para equipamentos em movimento.

2.3.2.1 Low Power Wide Area

As redes Low Power Wide Area são redes usadas frequentemente no IOT quando é necessário enviar dados a distâncias longas. Combinam a largura de banda e o consumo de bateria presenete em redes como BLE e Zigbee, com alcance igual ou superior ás redes de comunicação GSM. São caracterizadas por ter longo alcance, um baixo custo

e baixo consumo, onde simples baterias podem fornecer alimentação na ordem das décadas. Este alcance pode ser conseguido por exemplo por redes multihop ou modulações específicas que privilegiam o consumo energético e o alcance. A comunicação 2G e 3G pode ser usada em comunicação M2M mas as mesmas tem uma largura de banda superior ao necessário o que resulta em consumo de bateria excessivo onde não é tirado proveito da largura de banda disponível. Alguns exemplos de redes Low Power Wide Area , ou simplesmente denominadas por LPWAN, são o DASH7, o SigFox, LoRa, Ingenu, Telensa ou o NarrowBand IoT.[8]

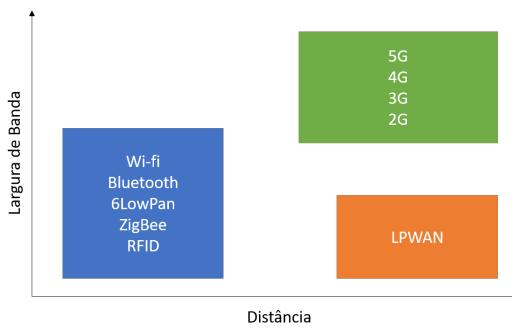


Figura 2.3: Gráfico com relação Distância vs Largura de Banda[1]

2.4 Kea Tracker

O Projeto Kea Tracker utiliza Beacon's da Ruuvi, uma Beacon open-source[9], que disponibiliza de forma open-source tanto o Firmware para alterações, como as aplicações para Android e IOS. Será utilizada a aplicação disponibilizada alterando para o nosso funcionamento e o Firmware para disponibilizar a funcionalidade de data-logger.

2.4.1 Beacons BLE

O Bluetooth Low Energy ou simplesmente BLE foi desenvolvido a pensar nos novos equipamentos IOT, onde os utilizadores querem vários equipamentos ligados ao mesmo tempo. Para tal foi desenvolvido o BLE que permite mais ligações ao mesmo tempo comparativamente ao Bluetooth clássico. Como é indicado no nome, o principal fator diferenciador nesta versão, utilizada muitas vezes em equipamentos IoT devido ao baixo consumo de aproximadamente metade relativamente ao Bluetooth normal. Outras características melhoradas a visar os equipamentos de IOT no BLE são a baixa largura de banda e o baixo tempo de transmissão.

Com o desenvolver do BLE foram criados novos tipos de equipamentos, nomeadamente as beacons, equipamentos quase sempre alimentados por pilhas que comunicam

através de BLE, tornando o equipamento portátil. As beacons são caracterizadas por transmitir pequenas quantidades de informação em broadcasting. Existem dois tipos de beacons as beacons não connectaveis e as connectáveis. Como indicado no nome as beacons connectáveis permitem que um equipamento (como um smartphone) se conecte á beacons e esta fica preparada para receber dados. As não connectáveis apenas permitem o broadcasting dos dados, poupando energia pois apenas é necessário ter o módulo acordado para fazer o broadcast e o restante do tempo podem estar num estado sleep. Na figura 2.4 é apresentado o pacote que é transmitido em broadcast para os outros equipamentos receberem.

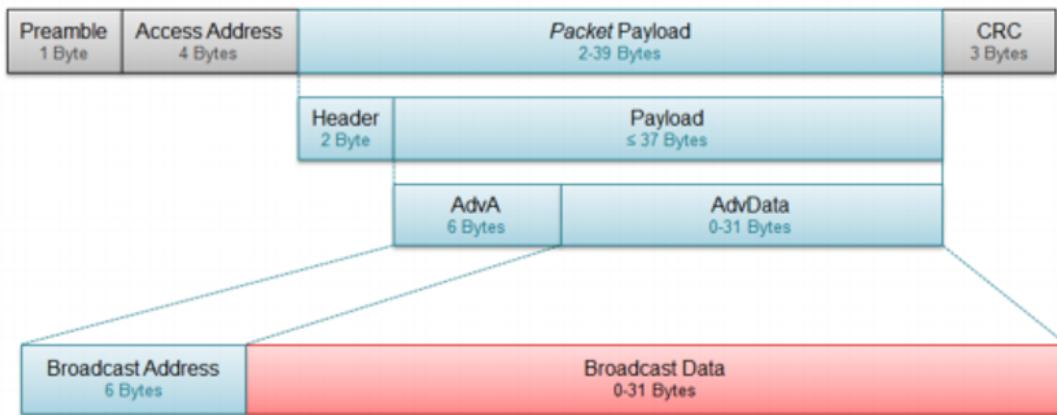


Figura 2.4: BLE Broadcast packet[2]

2.4.2 Ruuvi Beacons

Neste projeto o firmware das beacons apenas necessita de uma alteração, tornar a beacon numa beacon connectável e esta armazenar internamente as ultimas leituras numa buffer circular e criar um data-logger e caso o cliente pretenda poderá conectar mais tarde para fazer o download para aplicação e posterior envio para o Senslive, não necessitando a proximidade so smartphone á beacon durante todo o tempo. A Ruuvi dispõe de dois modos de desenvolvimento do firmware da beacon em C ou usando o Espruino, à semelhança do MicroPython um interpretador de JavaScript para microcontroladores lançado em 2012, totalmente compativel com as Beacons da Ruuvi.

2.4.3 Apps Smartphones

Na fase inicial será adaptada a versão disponibilizada para Android para possibilitar a integração com o portal Senslive. A aplicação base disponibilizada pela Ruuvi foi desenvolvida em Kotlin[10], uma linguagem desenvolvida pela JetBrains multiplataforma

e que inclui o Android nessas plataformas compatíveis. De seguida estão apresentadas algumas alterações necessárias na aplicação:

- Alteração das Imagens e Logotipo da App;
- Alteração do Nome da App;
- Remoção de conteúdo não necessário;
- Bloqueio do URL de envio para o portal Senslive;
- Melhoramento da posição GPS;

2.5 Soluções e Tecnologias Disponíveis

alternativas ao Gzip

compressao de imagens

tecnicas otimizaçao codigo

produtos similares

Capítulo 3

Conclusões

Bibliografia

- [1] N. T. . A. A. Hashem, “Low power wide area network (lpwan) technologies for industrial iot applications,” master thesis (in english), DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND INFORMATION TECHNOLOGY FACULTY OF ENGINEERING | LTH | LUND UNIVERSITY, June 2018.
- [2] T. Instruments, “Bluetooth® low energy beacons.” online on 02/03/2020: <https://www.ti.com/lit/an/swra475a/swra475a.pdf>, Oct 2016.
- [3] “Captemp ast.” online on 21/02/2020: <https://www.captemp.com/technologies.php>.
- [4] “Digi xbee® 3 cellular lte-m/nb-iot.” online on 01/03/2020: <https://www.digi.com/products/embedded-systems/digi-xbee/cellular-modems/xbee3-cellular-lte-m-nb-iot>.
- [5] “Micropython.” online on 07/03/2020: <https://micropython.org/>.
- [6] “Micropython libraries.” online on 07/03/2020: <http://docs.micropython.org/en/latest/library/index.html#python-standard-libraries-and-micro-libraries>, Mar 2020.
- [7] “Narrowband iot (nb-iot).” online on 06/03/2020: <https://www.ublox.com/en/narrowband-iot-nb-iot>, Oct 2017.
- [8] R. U. . K. P. . S. Mahesh, “Low power wide area networks: An overview.” online on 06/03/2020: <https://arxiv.org/pdf/1606.07360.pdf>, 2017.
- [9] “Ruuvi beacons.” online on 27/02/2020: <https://ruuvi.com/>.
- [10] “Ruuvi android app github.” online on 15/02/2020: <https://github.com/ruuvi/com.ruuvi.station>.

Apêndice