

Requisitos e Arquitetura do Protótipo ElectroCap

1. Resumo Executivo

Em cenários de busca e salvamento remotos o relevo e a vegetação isolam, frequentemente, as equipas de infraestruturas de telecomunicações comerciais. Esta partição de rede mostra-se um inconveniente numa matéria em que o tempo é essencial e reduzindo a própria segurança das equipas de resgate e socorristas,

A nossa solução para resolver este problema, pensamos e estamos a desenvolver um sistema de rede aéreo-terrestre expansível e autónomo baseado em tecnologias modernas mas open-source. A solução utiliza drones (UAVs) que atuam como repetidores de rede transmitindo para um nó de comando que é responsável por coordenar toda a infraestrutura da rede.

Isto exige a orquestração de múltiplos subsistemas: miniaturizar a *hardware* de rádio (SDRs) para cumprir limites rígidos de carga e consumo energético; implementar roteamento avançado e políticas de *Quality of Service* (QoS) que preservem a fluidez da voz através da latência de vários saltos.

2. Definição do Problema e Perspetivas do Utilizador

As entrevistas com parceiros, beneficiários e a procura de informação online revelaram que as equipas de busca e salvamento, que são os nossos beneficiários primários, não podem perder tempo a configurar equipamentos complexos nem carregar com grandes pesos, o seu foco deve ser apenas a procura dos desaparecidos, portanto tudo deve ser o mais *user friendly* possível. As soluções do mercado falham porque os sistemas de grau militar são de difícil acesso, extremamente caros e reduzidos e as soluções civis mais acessíveis não têm largura de banda para suportar comunicação de voz (áudio) em tempo real sem carregar pesados rádios.

A nossa abordagem resolve as lacunas existentes ao utilizar pequenos drones de relativo fácil acesso que servem de pequenas estações base LTE/repetidores de sinal, desta forma o socorrista/equipas têm acesso a comunicações apenas com o seu telemóvel.

Para contornar os obstáculos geográficos e garantir alcance, os drones formam um *backhaul* aéreo reencaminhando a comunicação de voz e a telemetria do drone até chegar, em tempo real, ao nó de comando.

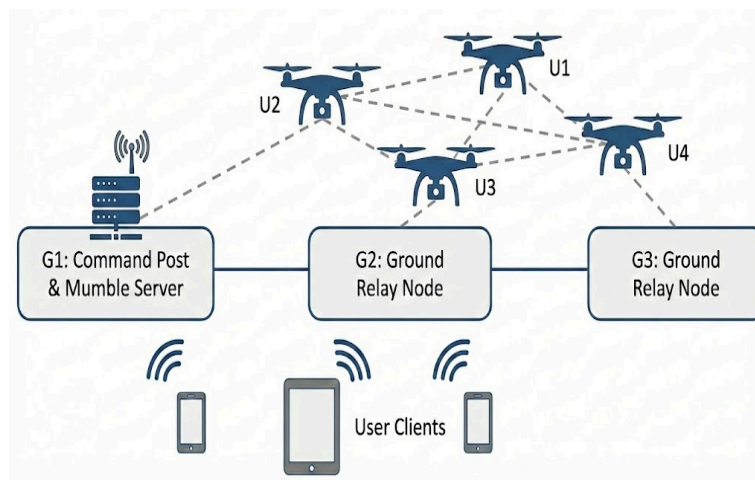
3. Requisitos de Engenharia (O "Quê")

A nível funcional, o sistema tem de estabelecer uma rede *mesh* tática fechada e *offline*, operando sobre Wi-Fi e BATMAN-adv. Esta rede tem de suportar nativamente comunicações locais de voz em modo *Push-To-Talk* (PTT) utilizando clientes Mumble nos telemóveis e um servidor Mumble no posto de comando.

Em termos de requisitos não-funcionais, as restrições físicas e operacionais são estritas. A carga útil do drone (*payload*), que inclui o nó *mesh*, a antena, o suporte e a bateria própria, tem de pesar menos de 500 gramas. Energeticamente, este *payload* aéreo tem de suportar uma janela de missão de 30 minutos, enquanto os nós terrestres exigem uma autonomia contínua mínima de 8 horas. Por fim, para garantir a estabilidade do áudio e da topologia, os links de rede têm de operar dentro de limiares de qualidade rígidos, exigindo um sinal (RSSI) superior a -75 dBm, um rácio sinal-ruído (SNR) acima de 20 dB, perdas de pacotes inferiores a 10% e uma latência (RTT) mediana abaixo dos 50 ms.

4. Arquitetura Geral do Sistema (O "Como")

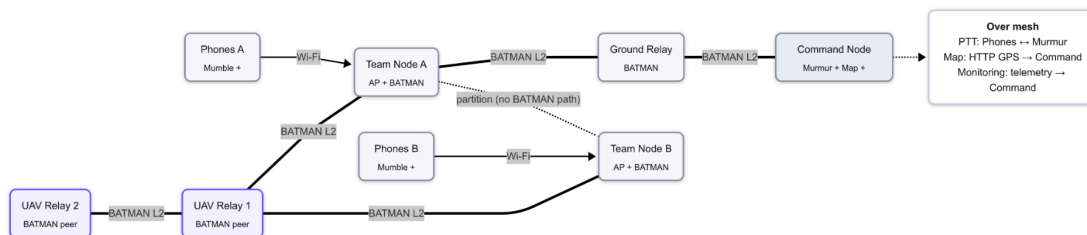
- O sistema é composto por quatro elementos, o posto de comando, os UAVs, e os ground nodes, e os clientes. Os UAVs servem como repetidores de sinal para a ligação entre os ground nodes e o posto de comando.



- Os dados vão fluir do microcontrolador de uma dos ground nodes/posto de comando para o módulo de rede através dos protocolo de comunicação usado (I2C, UART, SPI), e ser transmitidos usando 2.4GHz / LTE (4G) para um UAV, depois vão ser transmitidos para outro UAV, se for esse o caso, ou então para outro ground node ou para o posto de comando.

5. Decomposição em Subsistemas

- Em termos de hardware, a seleção dos componentes foi feita com base nos microcontroladores que suportam OpenWrt. O microcontrolador escolhido foi o Raspberry Pi Zero / Zero W, devido a ter baixo consumo energético, módulos de rede disponíveis, e ser de baixo custo.
- Os protocolos de comunicação a serem usados vão depender dos módulos de rede disponíveis, podem ser usados SPI, I2C ou UART, visto que ambos Raspberry Pi Zero / Zero W possuem uma linha de cada um desses protocolos de comunicação.
- Vai ser usado o OpenWrt como sistema operativo para o microcontrolador, batman-adv, e o mumble para tratar da comunicação por voz.
- O ajuste da posição dos drones vai ser feito através de um algoritmo já existente e publicado.



- A eletrónica vai ser acondicionada numa caixa modelada à medida do microcontrolador e respectivos acessórios, que depois será impressa e isolada para impedir a entrada de água.

6. Complexidade Técnica e Inovação

- A complexidade deste projeto reside:
 - No estabelecimento e manutenção da ligação entre os vários elementos do sistema;
 - Na manutenção da organização da mesh de drones, para garantir a melhor qualidade do sinal, sem existirem perdas;
 - Na troca de UAVs, quando um necessita de ser trocado, por razões de bateria, ou de problemas;
 - Na integração do hardware para estabelecer as ligações e com o microcontrolador.