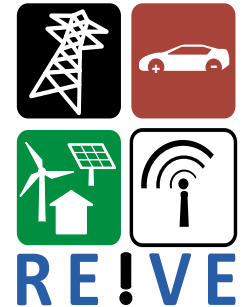


# Projecto REIVE



**Desenvolvimento de subsistema  
de monitorização e gestão de carga  
em baterias de Iões-Lítio**

*Sessão de Apresentação Pública*

*Porto, 6 de Setembro de 2011*

# Objectivos do subsistema de monitorização:

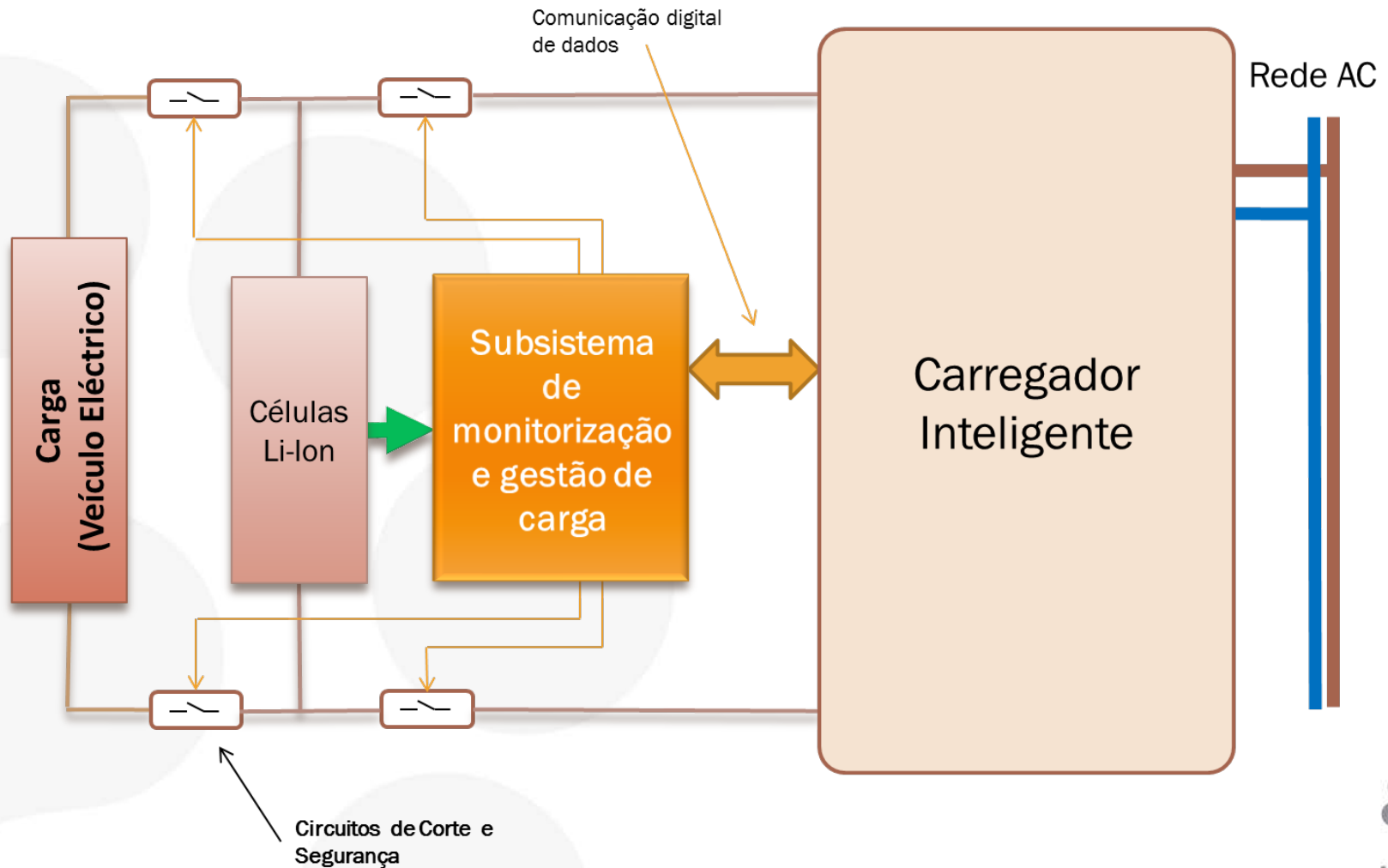
---

Conceber, desenvolver e realizar um subsistema modular, com configuração flexível, que permita:

- **Monitorizar em tempo real os principais parâmetros indicadores do estado** de carga (SoC – *State of Charge*) e do estado de saúde (SoH – *State of Health*) de um ‘pack’ de baterias baseado em células de Iões-Lítio, fornecendo também indicações de variáveis eléctricas (corrente, tensão aos terminais e nas várias células) e auxiliares (temperatura);
- **Gerir o processo de balanceamento de carga interno** entre as várias células do ‘pack’:
  - equilíbrio passivo (dissipativo) numa primeira fase do projecto;
  - equilíbrio activo (não-dissipativo) e dinâmico numa segunda fase do projecto;
- **Controlar circuitos de corte e segurança para comutação do ‘pack’ de baterias** nos diversos ciclos de utilização (carga, descarga , carga da rede) e corte em caso de situação de falha ou emergência;
- **Utilização de comunicação digital de dados com o carregador inteligente**, utilizando para tal um protocolo comum de interface (ao nível da aplicação) e protocolos de comunicação standard, de modo a possibilitar uma parametrização e utilização flexíveis em função da utilização e do tipo de baterias a utilizar.



# Arquitectura global:



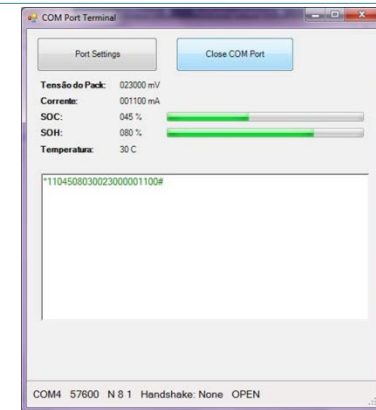
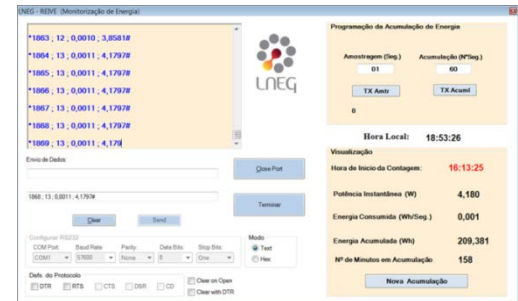
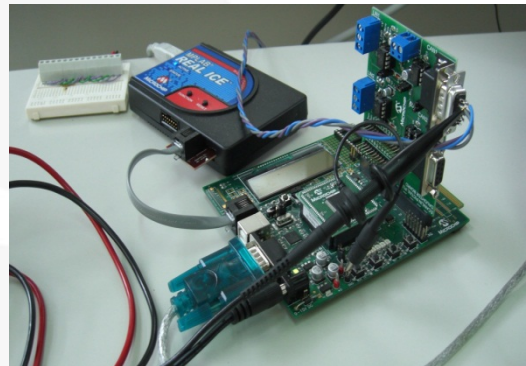
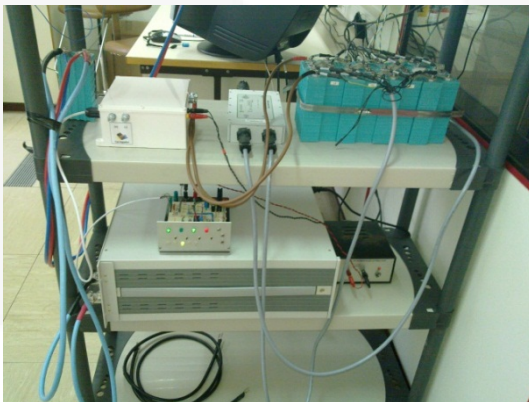
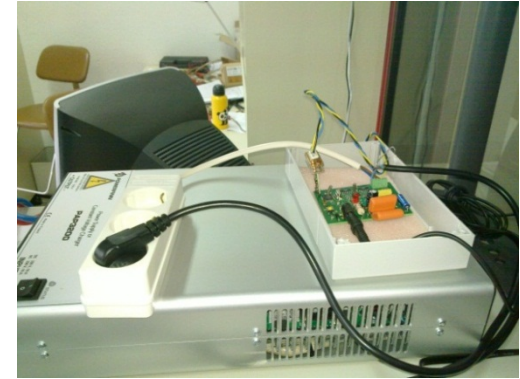
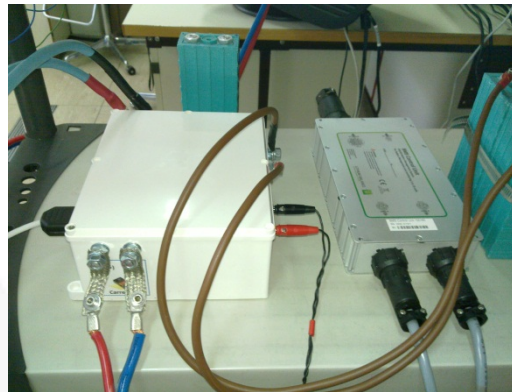
# Tarefas prévias no arranque do projecto:

---

- **Recolha, análise e estudo de bibliografia actualizada sobre arquitecturas de hardware e algoritmia para gestão e controlo de carga em baterias de Iões-Lítio;**
- **Escolha e aquisição de equipamento de teste, medida e de apoio ao desenvolvimento do subsistema:**
  - carregador de baterias Powerfinn, com uma potência de saída de 3200W e controlo analógico de tensão e corrente de carga;
  - carga activa programável BK Precision, de 2400W de potência máxima dissipada, programável remotamente;
  - sistema de gestão de carga (BMS - Battery Management System) para baterias de Iões-Lítio da empresa Lithium Balance;
  - sistemas de apoio ao desenvolvimento para microcontroladores de 16 Bit das famílias PIC24 e dsPIC33 da Microchip;
- **Escolha e aquisição das baterias de Iões-lítio para teste e ensaio do subsistema:**
  - conjunto de 40 células de Iões-lítio 3.2V/20Ah (química LiFeYPO<sub>4</sub>) da empresa GWL Power;
- **Admissão, definição e programação temporal de tarefas do Bolseiro de Investigação admitido para esta tarefa do projecto;**



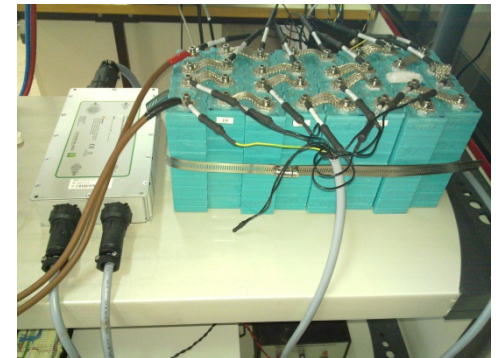
# Infra-estrutura de apoio ao desenvolvimento e teste adquirida e instalada



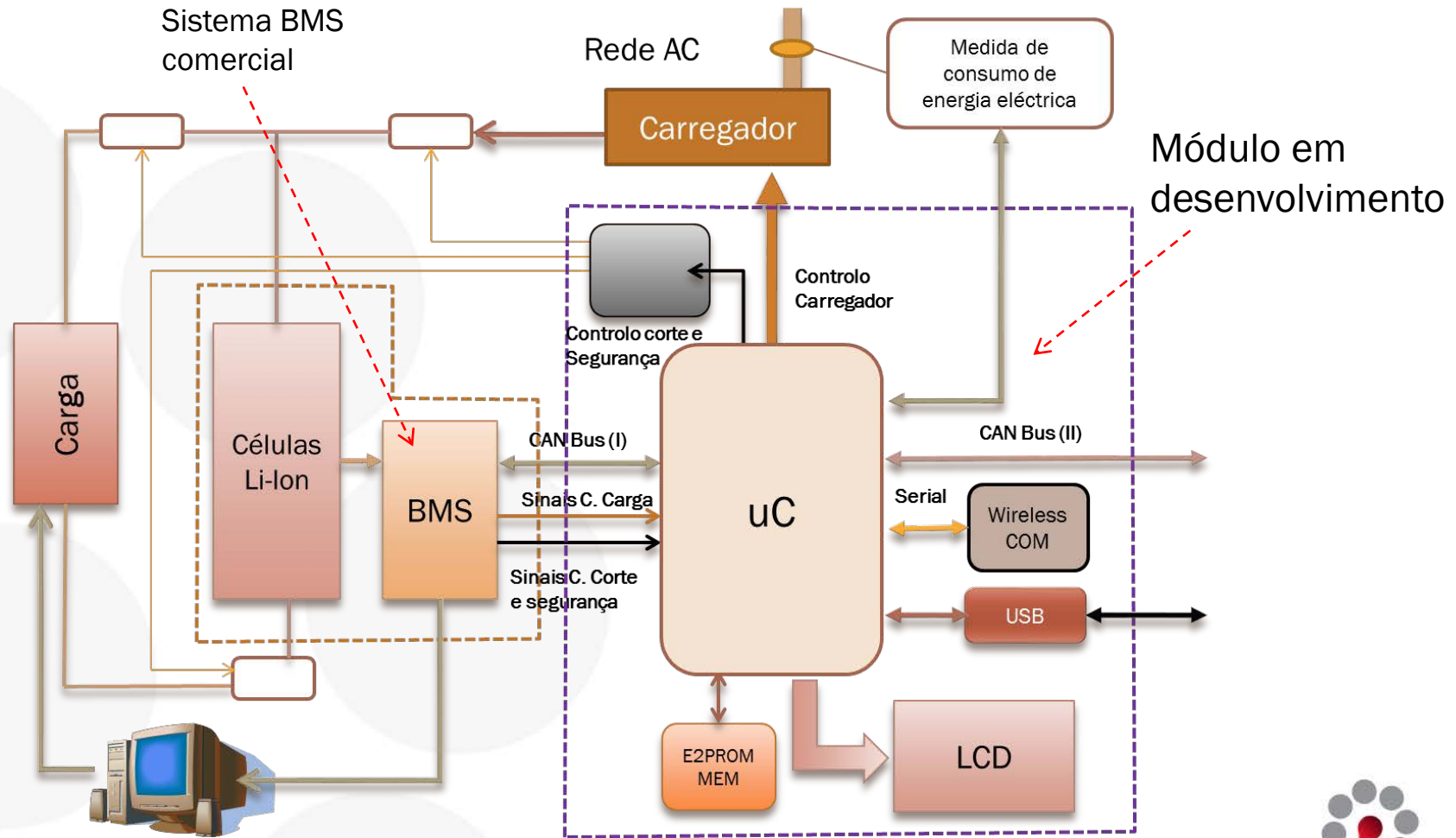
## Fase 1:

# Desenvolvimento de módulo de monitorização com interface para sistema BMS comercial:

- Concretização de interface com um sistema comercial de gestão de carga de baterias ('BMS'), tal como acordado previamente na definição inicial do projecto;
- Concepção de sistema modular e de configuração flexível, permitindo a monitorização de carga e de parâmetros vitais na gestão de 'packs' de células Li-Ion;
- Recolha e processamento local de informação relevante quanto a parâmetros fundamentais das células, para obtenção do SoC e SoH e de outros parâmetros definidores do estado global da bateria;
- Estudo e caracterização experimental de algoritmos de monitorização, controlo e gestão de carga necessários durante as fases de carga e descarga da bateria;



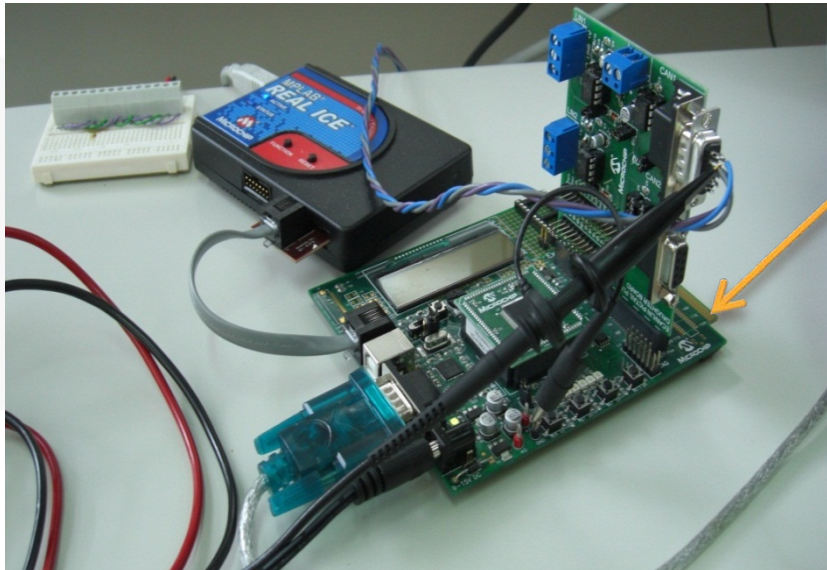
# Fase 1: Arquitectura do sistema em desenvolvimento



Sistema de monitorização do BMS e controlo da carga

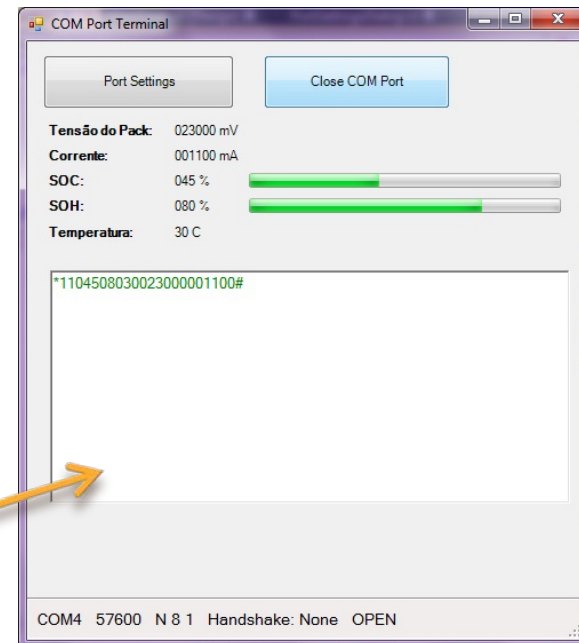


# Fase 1: Tarefas efectuadas ou em desenvolvimento:



- especificação e implementação de protocolos de comunicação, ao nível da aplicação, para interface com sistemas externos, nomeadamente com o carregador inteligente em desenvolvimento.

- Desenvolvimento de 'firmware' de aquisição de dados do 'pack' de baterias Iões-Lítio (Li-Ion), utilizando protocolo CAN bus 2.0B para interface com o sistema BMS adquirido .



# Fase 1: Tarefas efectuadas ou em desenvolvimento:

- Medidas e testes para caracterização e análise do comportamento dos sistemas adquiridos (células Li-Ion, carga dinâmica e carregador) durante os vários ciclos de funcionamento do sistema;
- Definição de arquitectura modular, especificação funcional e desenho eléctrico do módulo de monitorização e gestão de carga de baterias a concretizar na 1ª fase do projecto:
  - escolha e aquisição de componentes;
  - concepção e desenho dos vários circuitos do módulo, com realização e montagem do protótipo para teste;
- Adaptação de módulos de medida de consumo de energia eléctrica, previamente concebidos no LNEG, para avaliação de balanços energéticos e de fluxos de energia entre os sistemas de carga/descarga de baterias e a rede de energia eléctrica;



## Fase 1:

# Principais características pretendidas para o módulo de monitorização em desenvolvimento:

---

- Modularidade, com diversas possibilidades de expansão e interface com sistemas externos;
- Possibilidade de interligação futura de módulos de gestão e balanceamento activo de carga desenvolvidos por medida;
- Possibilidade de utilização do subsistema como plataforma de desenvolvimento de algoritmos próprios de monitorização de parâmetros e gestão de carga em packs de células Li-Ion;
- Flexibilidade de parametrização e programação funcional em função do tipo de baterias e do sistema em utilização;
- Facilidade de utilização de diversos protocolos standard de comunicação de dados, tanto interna com externamente;



# Fase 1:

## Principais funcionalidades do módulo de monitorização em desenvolvimento:

---

- Flexibilidade de parametrização e de configuração com processamento local baseado em microcontroladores de 16 Bit de última geração
  - Microchip dsPIC33 @ 40MHz (40 MIPS);
- Grande flexibilidade na utilização de diversos portos para comunicação de dados com sistemas externos:
  - Interface directa com utilização de Can Bus, comunicação série (UART), porto USB;
  - Utilização de porto de expansão para módulo externo com co-processador de comunicações utilizando protocolos standard (ex: ZigBee, 6LoWPAN, Wi-Fi, Powerline, etc.)
- Interface directa, tanto em termos analógicos como digitais, com vários sistemas externos:
  - Possibilidade de interligação directa a sistemas de gestão de carga externos;
  - Disponibilidade de várias linhas para monitorização, controlo e actuação local, tendo por base vários parâmetros de funcionamento característicos de células Li-Ion;
  - Possibilidade de interligação e controlo directo de sistemas de carregamento básicos;



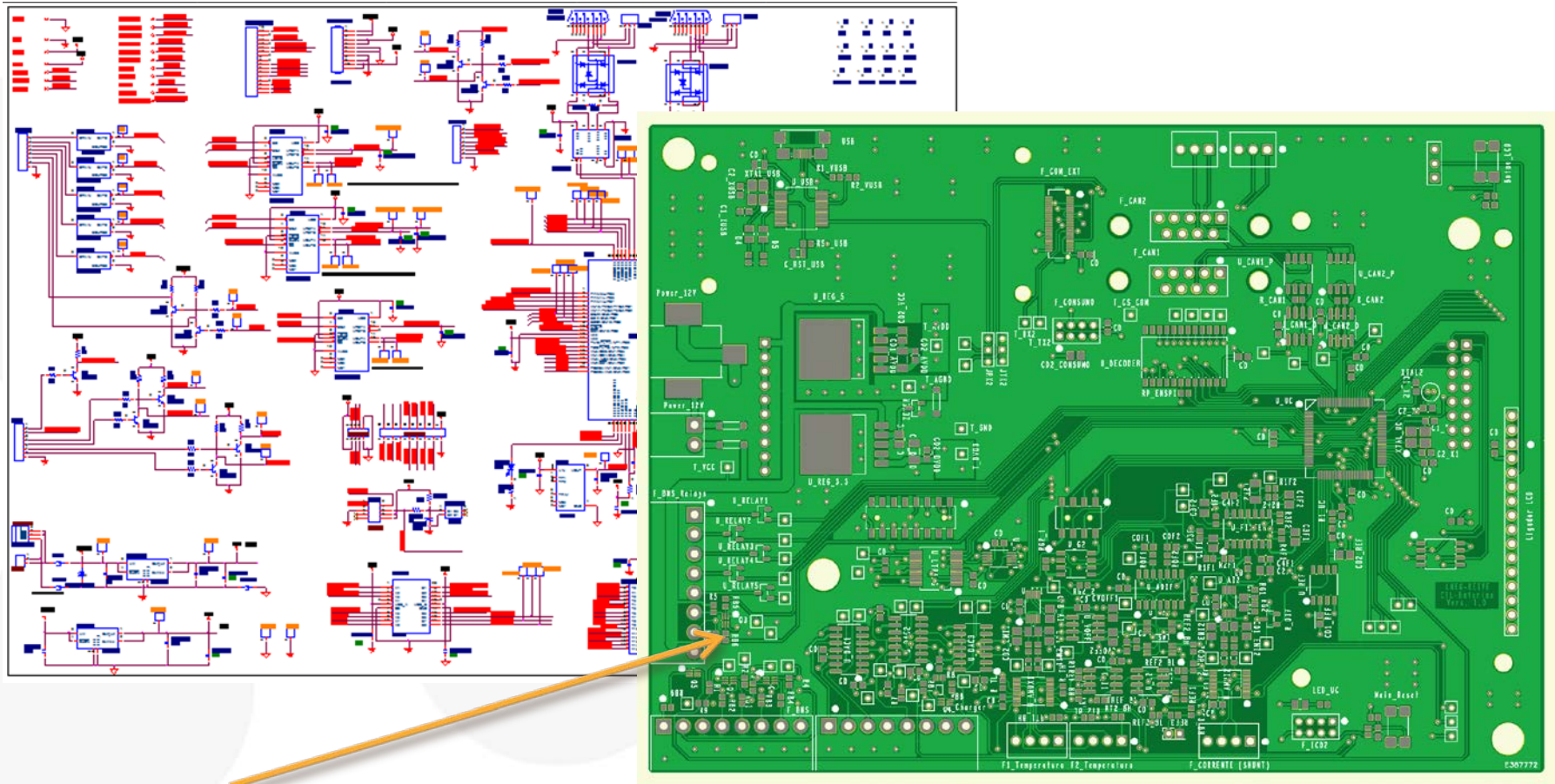
# Fase 1:

## Principais funcionalidades do módulo de monitorização em desenvolvimento:

- Interface com um sistema de corte e segurança concebido no âmbito do projecto:
  - O sistema de corte e segurança possibilita desligar e isolar a bateria, tanto do sistema de carregamento como da própria carga, mediante a análise de um conjunto de parâmetros relacionados com os ciclos de funcionamento e a segurança global do sistema;
- Interface de expansão para módulo de monitorização e balanceamento activo de carga entre células:
  - Possibilidade de interligação a módulo, a desenvolver futuramente, para monitorização de parâmetros de carga e gestão de balanceamento activo de carga entre células;
  - Estrutura de interligação modular em 'piggy-back';



# Fase 1: Protótipo inicial do módulo concebido, desenhado e realizado:



- Dimensões: 160x120 mm
- 4 'layers' condutoras

## Tarefas a realizar a curto prazo:

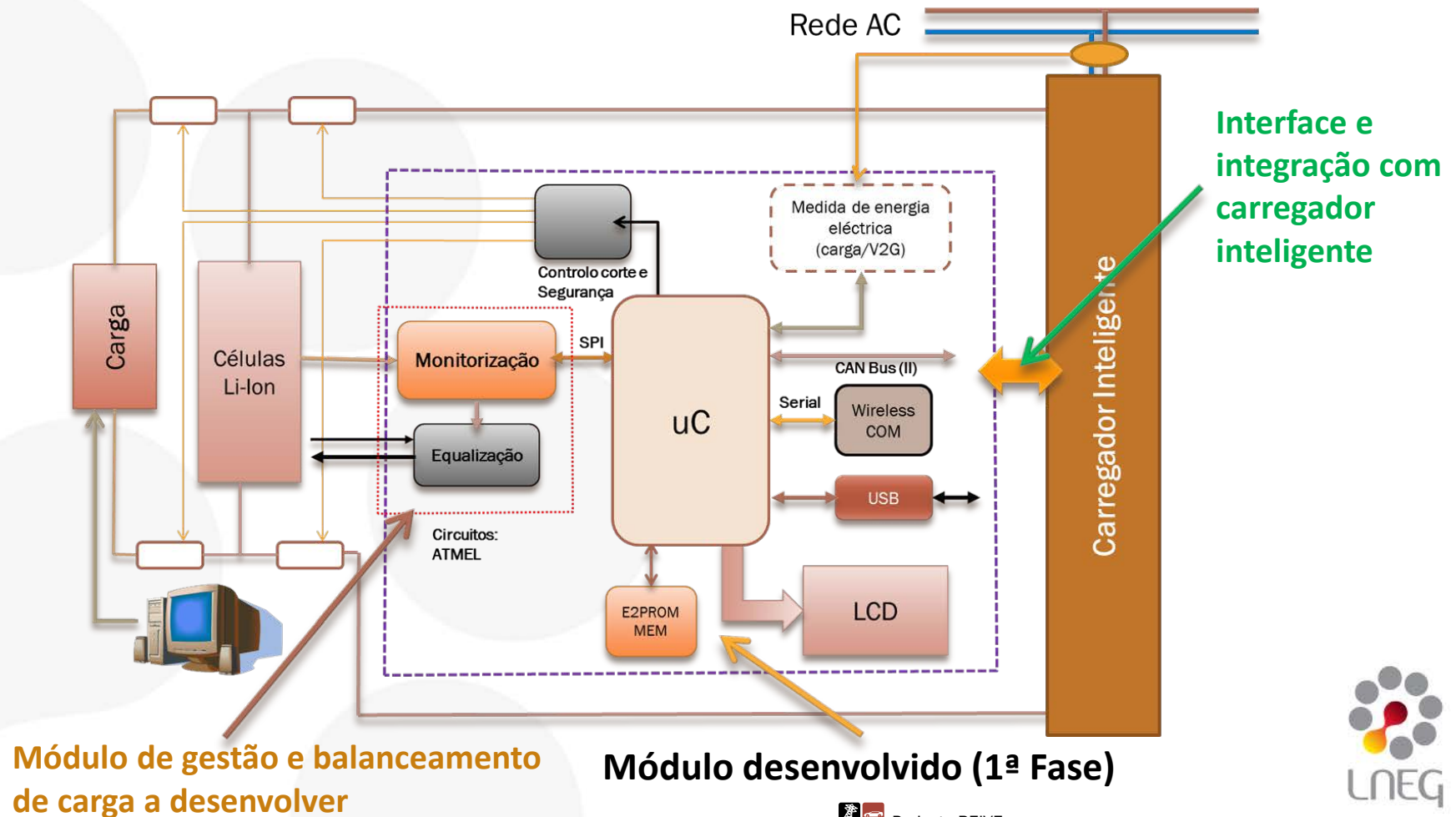
---

- montagem e teste do 1º protótipo do sistema de monitorização e gestão de carga;
- verificação funcional dos vários subsistemas do módulo;
- continuação do desenvolvimento de 'firmware' de recolha, processamento e transmissão de informação de diversos parâmetros funcionais do 'pack' de baterias;
- integração com carregador inteligente desenvolvido no INESC-Porto, através da definição de protocolos comuns de comunicação de dados , ao nível da aplicação, para recolha e processamento de informação;
- programação e teste dos diversos algoritmos de monitorização de sinais, gestão local e de comunicação de dados;
- definição de arquitectura e especificação funcional e eléctrica de módulo de gestão de carga e **balanceamento activo** de células Li-Ion:
  - Concepção e desenho dos vários circuitos do módulo, com realização e montagem dos protótipos para teste;



## Fase 2:

Desenvolvimento de módulos auxiliares para monitorização de parâmetros de carga e balanceamento activo e dinâmico das várias células do 'pack' da bateria:



Módulo de gestão e balanceamento de carga a desenvolver

Módulo desenvolvido (1ª Fase)

# Evolução temporal das tarefas de projecto do subsistema:

Tarefas	Meses												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Utilização de Kit de desenvolvimento Microchip para família PIC24 para desenvolvimento e teste de rotinas de comunicação de dados utilizando CAN Bus	█	█											
Definição e programação de protocolo interno de interface e diálogo com o módulo (comandos, estruturas de dados, etc)	█	█											
Interface com módulo BMS (externo) para aquisição e processamento de dados relativos a caracterização funcional de baterias Li-Ion	█	█											
Implementação de algoritmos e rotinas de processamento de informação relevante (SoC, SoH, tensões máximas e mínimas por célula, etc.)	█	█											
Interface com sinais de I/O do sistema BMS para controlo de carga da bateria e controlo de sistema de segurança de corte de carga	█	█											
Definição de hardware do módulo a desenvolver, tendo em atenção aspectos de modularidade e flexibilidade de utilização com outros sistemas BMS	█	█											
Realização e teste de hardware do módulo	█	█	█	█	█	█	█						
Elaboração de mini relatório com descrição do sistema desenvolvido							█						
Estudo e implementação de mini-sistema BMS desenvolvido por medida com inclusão de sistema de equalização de carga baseado em sistema							█	█					
Definição de hardware de desenvolvimento e teste do sistema com balanceamento de carga								█	█				
Realização e montagem do hardware do sistema										█			
Desenvolvimento de software de aquisição e gestão de parâmetros funcionais das baterias (SoC, SoH, etc.) com gestão local de balanceamento de carga.									█	█			
Elaboração de relatório final com descrição exaustiva dos sistemas desenvolvidos.										█	█	█	



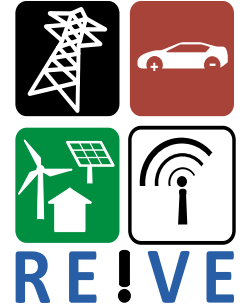
# Conclusões:

---

- Infra-estrutura de apoio ao desenvolvimento e teste do subsistema foi adquirida e instalada;
- As várias tarefas de desenvolvimento, tanto de hardware como de software, encontram-se a decorrer dentro do previsto, tendo como base o início das actividades do Bolseiro de Investigação em Abril último:
  - desenvolvimento em curso de 'firmware' de aquisição de dados, controlo local e de troca de informação com sistemas externos;
  - concluída a concepção, desenho e realização de protótipo inicial do subsistema de monitorização e gestão de carga;
  - início imediato da fase de montagem e teste funcional do protótipo;
- A curto prazo será iniciado o processo de integração do subsistema de monitorização de carga com sistema desenvolvido por INESC-Porto, bem como o desenvolvimento de módulos auxiliares para gestão de balanceamento activo de carga entre células Li-Ion.



# Projecto REIVE



**António J. Gano**

*Laboratório de Energia - LNEG (Lisboa)*

(antonio.gano@lneg.pt)

