

Estado de arte para tipologia de controlo e proposta de solução

O sistema de gestão de baterias BMS pode ser dividido em 3 módulos, funções que tem de desempenhar:

- 1) Unidade de Monitorização das Baterias
- 2) Unidade de Controlo das Baterias
- 3) Infra-estrutura de Comunicações

1) Unidade de Monitorização das baterias

É responsável por determinar o estado de cada célula, calculando o SOC (State of Charge).

O SOC é determinado fazendo integrar o valor da corrente medida pelo decorrer do tempo (influenciada por muitos factores que condicionam o desempenho das células) e subtraindo esse resultado pela capacidade máxima que bateria tem quando está completamente carregada.

É responsável também pela aquisição dos sinais a medir (tensão, corrente temperatura), e respectiva multiplexagem, de modo a rentibilizar melhor a utilização de dispositivos como conversores A/D.

É responsável também pela definição dos limites de operação das células, como por exemplo um limite máximo de temperatura, para o qual as respectivas células devem ser desligadas.

É também responsável por fornecer os sinais de controlo à "Unidade de Controlo das Baterias".

São as referências/entradas desse sistema, para o qual activará os circuitos de potência, circuitos de protecção ou também de carga/descarga.

2) Unidade de Controlo das Baterias

É responsável por todos os circuitos de potência.

Fornece todos os sinais de controlo que envolvem o processo de carregar as baterias e também o controlo/balanceamento célula a célula.

As funções desta Unidade são:

- Controlar a tensão e corrente do circuito de carga que alimenta a bateria
- Conseguir um balanceamento célula a célula, de forma a igualar um mesmo valor de carga em todas as células que constituem a bateria
- Isolar a bateria durante condições de falha ou de alarme (por exceder limites excedidos que foram indicados pelo utilizador)

- Conseguir aproveitar a energia da travagem regenerativa para as baterias (DC/DC reversível)
- Conseguir rejeitar a energia da travagem regenerativa quando a bateria está completamente carregada.

3) Infra-estrutura de Comunicações

Normalmente é implementada uma rede CAN que permite interagir com todos os elementos que constituem o sistema BMS.

No entanto podem ser usadas outras configurações.

Tipologias de Implementação de BMS

- Centralizada
- Distribuída
- Modular

Centralizada:

Existe uma Unidade de Controlo Central (Mestre) que implementa todas as funções.

Retira a necessidade de existir uma infra-estrutura de comunicações, por existirem ligações ponto-a-ponto (cablagem) em cada célula.

Distribuída:

Existe um escravo associado a cada célula que a monitoriza, balanceia e também comunica com uma entidade Mestre.

Traz fiabilidade ao processo, mas exige um número elevado de circuitos/ placas, igual ao número de células.

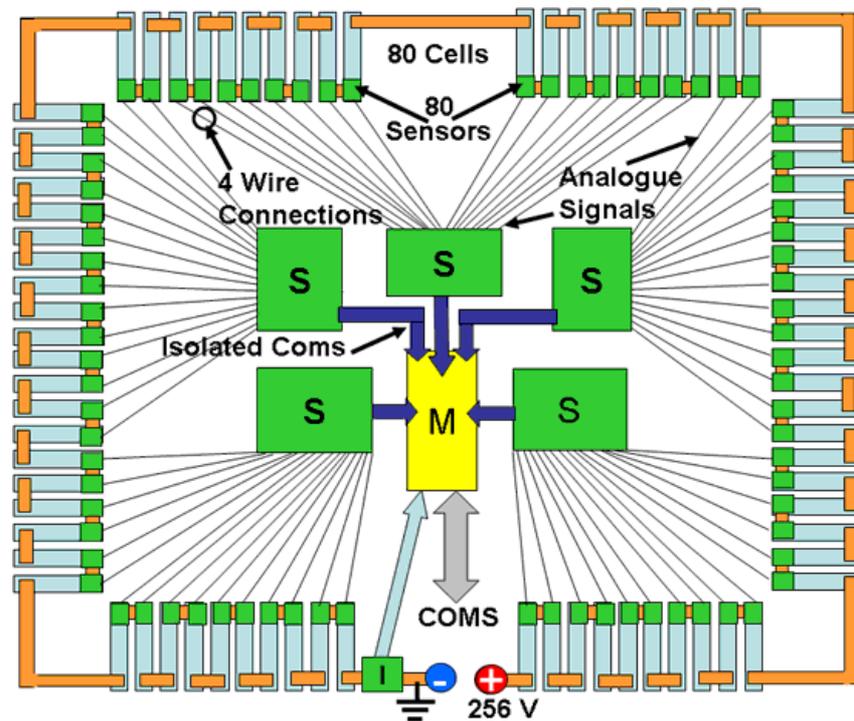
Modular:

Existem entidades Escravo, que controlam várias células, permitindo uma organização em módulos. Estes escravos comunicam com o Mestre e este, recolhendo a informação de todos, tem acesso ao estado global da bateria.

Tem a vantagem de ter escravos que podem estar associados a mais do que uma célula (melhor que Distribuída).

A desvantagem reside nas comunicações Mestre-Escravo, que são difíceis de implementar num automóvel.

Proposta de Solução – Topologia Modular



De todas as tipologias, a solução mais prática deverá ser a Modular.

Permite que existam Escravos, responsáveis por módulos – nº limitado de células.

Fazem a monitorização e reportam-na à entidade Mestre.

Escravos:

Compra de um sub-sistema "dedicado"

Existem no "mercado" sistemas já integrados que executam as funções de monitorização/protecção de um nº limitado de células em série.

Integrado bq76PL536-Q1 – Texas Instruments

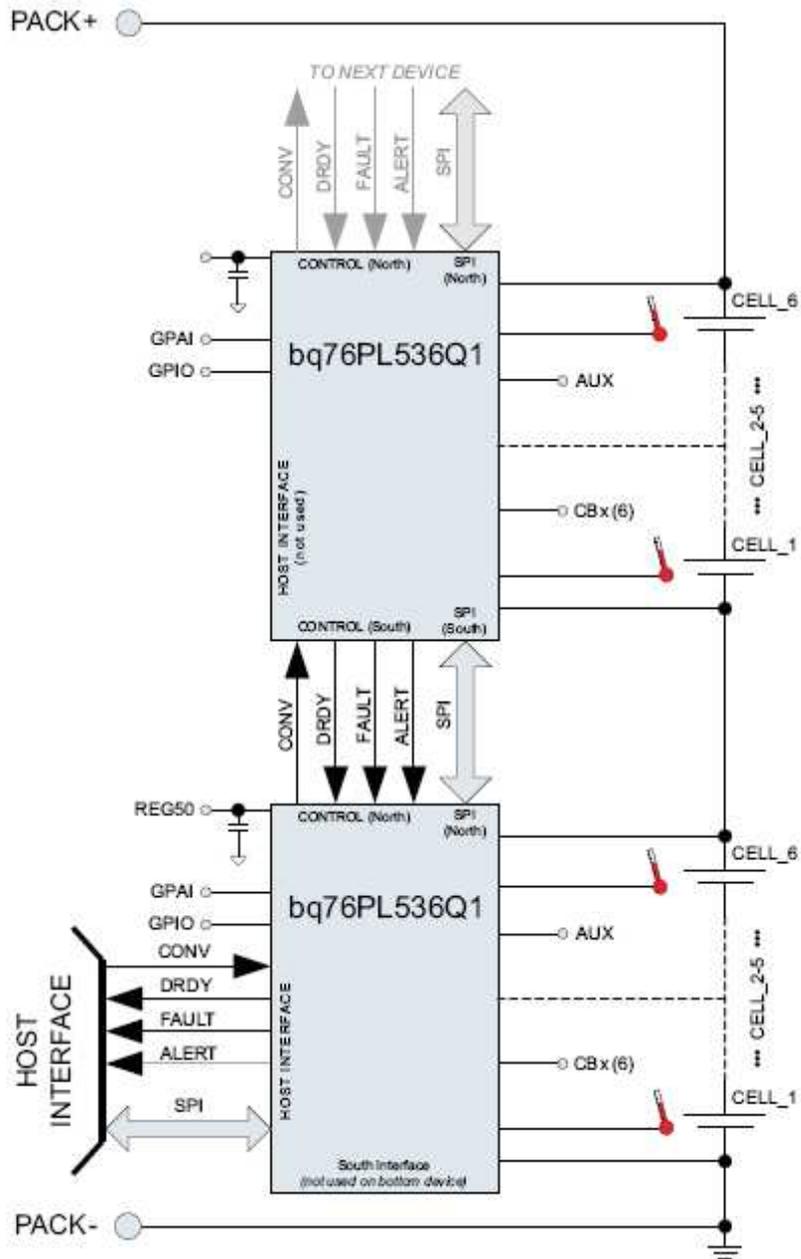
FEATURES

- **3 to 6 Series Cell Support, All Chemistries**
- **Hot-Pluggable**
- **High-Speed SPI for Data Communications**
- **Stackable Vertical Interface**
- **No Isolation Components Required Between ICs**
- **Qualified for Automotive Applications**
- **Temperature Range –40°C to 105°C**
- **High-Accuracy Analog-to-Digital Converter (ADC):**
 - **±1 mV Typical Accuracy**
 - **14-Bit Resolution, 6-µs Conversion Time**
 - **Nine ADC Inputs: 6 Cell Voltages, 1 Six-Cell Brick Voltage, 2 Temperatures, 1 General-Purpose Input**
 - **Dedicated Pins for Synchronizing Measurements**
- **Configuration Data Stored in ECC-OTP Registers**
- **Built-In Comparators (Secondary Protector) for:**
 - **Over- and Undervoltage Protection**
 - **Overtemperature Protection**
 - **Programmable Thresholds and Delay Times**
 - **Dedicated Fault Output Signals**
- **Cell Balancing Control Outputs With Safety Timeout**
 - **Balance Current Set by External Components**

Este integrado *bq76PL536-Q1* tem um funcionamento semelhante aos anteriores.

Permite ligar menos células: 3 a 6, apresenta vantagens na infra-estrutura de comunicações.

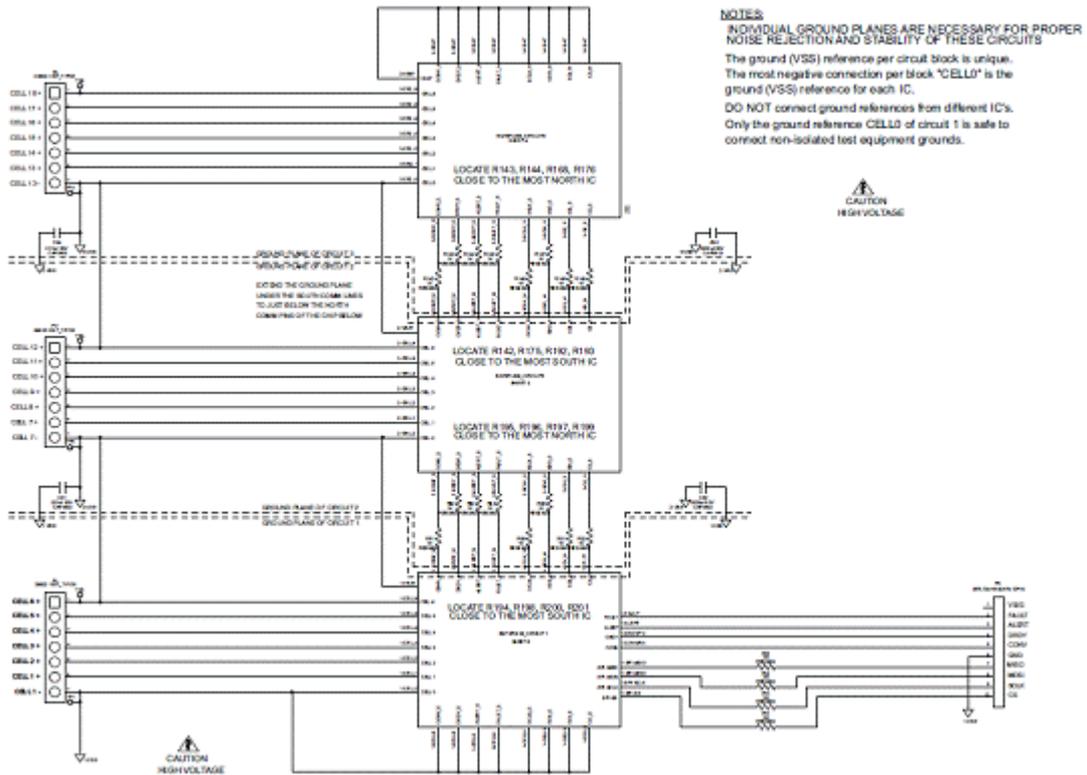
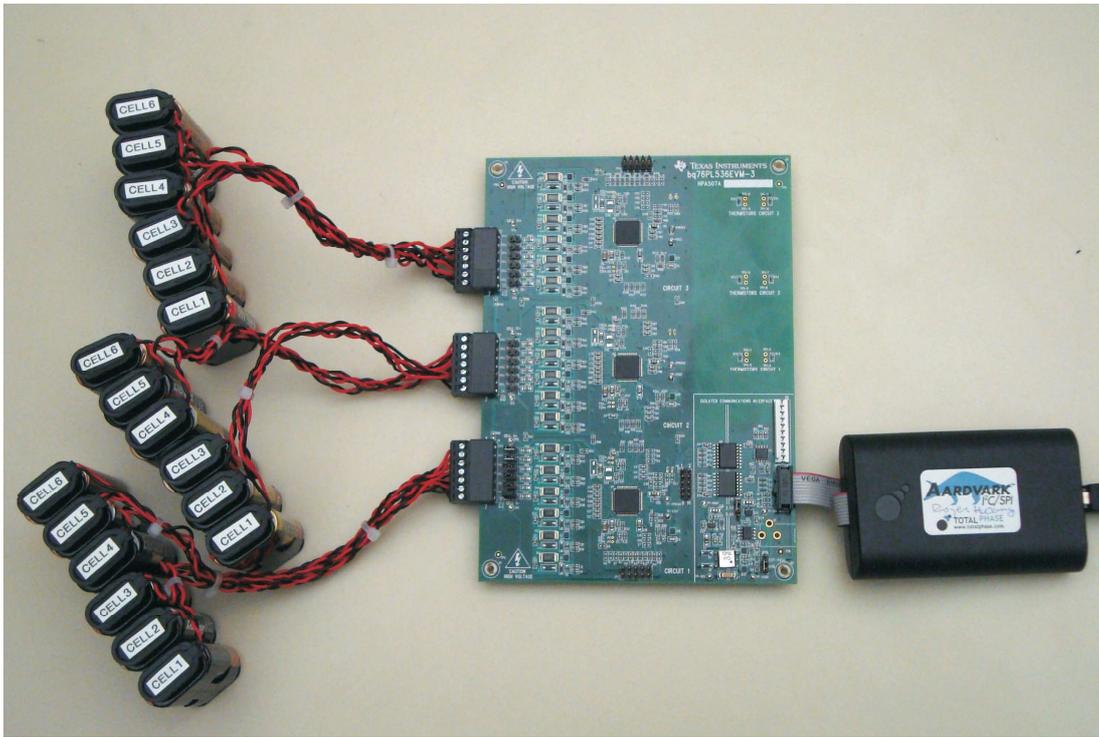
Tem a vantagem de permitir que vários integrados possam ser "empilhados" verticalmente num barramento comum de comunicações SPI.



O fabricante oferece um módulo de avaliação "**bq76PL536 EVM**".

Tem três bq76PL536-Q1 já empilhados verticalmente numa placa "impressa" PCB, o que permite a ligação de 18 células.

Este módulo oferece um kit de programação dos IC's e também um software de teste, que permite a amostragem do funcionamento do módulo.



Uma solução seria a utilização do módulo **bq76PL536 EVM**.

No entanto, embora tenha uma placa PCB já preparada para a aplicação de células duma bateria de um ambiente automóvel, o funcionamento desta é de grande complexidade.

Uma melhor solução passaria por um integrado que fosse mais fácil de utilizar.

DS 2438 - Maxim

Este integrado fornece várias funções desejáveis numa unidade de Monitorização de baterias:

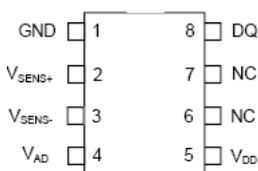
- Atribuir um endereço a um IC
- Um sensor de temperatura interno que torna desnecessária a existência de termistores em baterias;
- Dois conversores A/D para medir a tensão e corrente na célula.
- Um acumulador que interpreta as cargas/descargas de corrente, com base numa tensão medida entre o neutro da bateria e o neutro da fonte que alimenta o IC. Essa tensão é monitorizada e integrada.

A informação é transmitida numa interface de 1-Wire, pelo que para fazer a comunicação com o uControlador Central (Mestre), precisa apenas de 1 fio (mais o GND)

Desta forma, é possível ter informação de cada célula que constitui a bateria, sendo que cada célula irá consistir apenas em 3 conectores: a tensão da célula e o correspondente neutro, e a interface 1-Wire.

Como é possível endereçar cada IC, vários integrados podem existir no mesmo barramento 1-Wire.

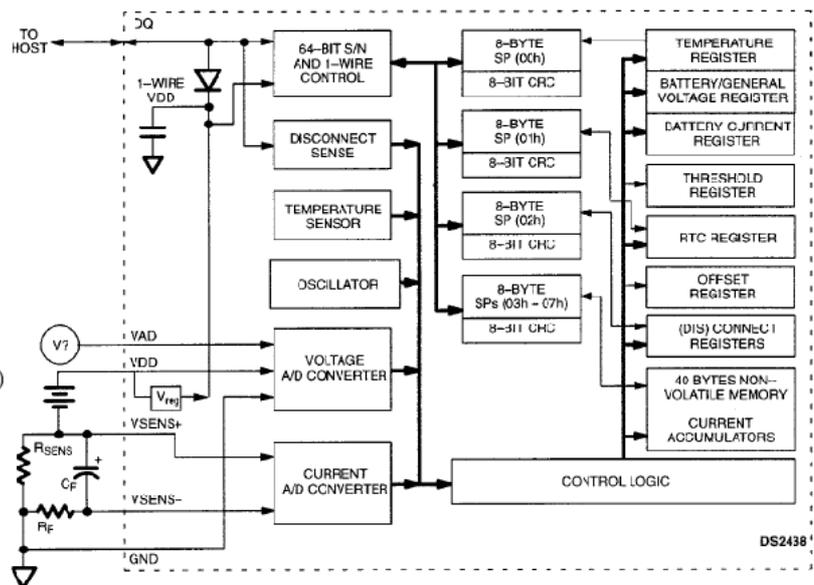
No entanto, as características do conversor A/D tem uma limitação até 10.23V, pelo que à partida, só poderiam ser ligados grupos com máx de 2 células do tipo Li-On ou então grupos com o máx. de 6 células do tipo Niquel.



DS2438Z, DS2438AZ
8-Pin SOIC (150-mil)

PIN DESCRIPTION

DQ	- Data In/Out
VAD	- General A/D input
VSENS+	- Battery current monitor input (+)
VSENS-	- Battery current monitor input (-)
VDD	- Power Supply (2.4V to 10.0V)
GND	- Ground
NC	- No connect



Este IC apresenta um funcionamento mais simples que o módulo **bq76PL536 EVM** da Texas pelo que representaria uma melhor solução.

Contudo, este IC não está projectado para aplicações automóveis, apenas está preparado para aplicações com ambientes menos “agressivos” como fazer a monitorização da bateria de um telemóvel ou de um computador portátil.

Para preparar este IC para o ambiente automóvel, seria necessário projectar circuitos de isolamento (ex recorrendo a isoladores ópticos).

Mas esse tipo de isolamento representaria um custo acrescido para o projecto, pelo que não seria de todo uma solução viável a aplicação deste tipo de IC’s num automóvel.

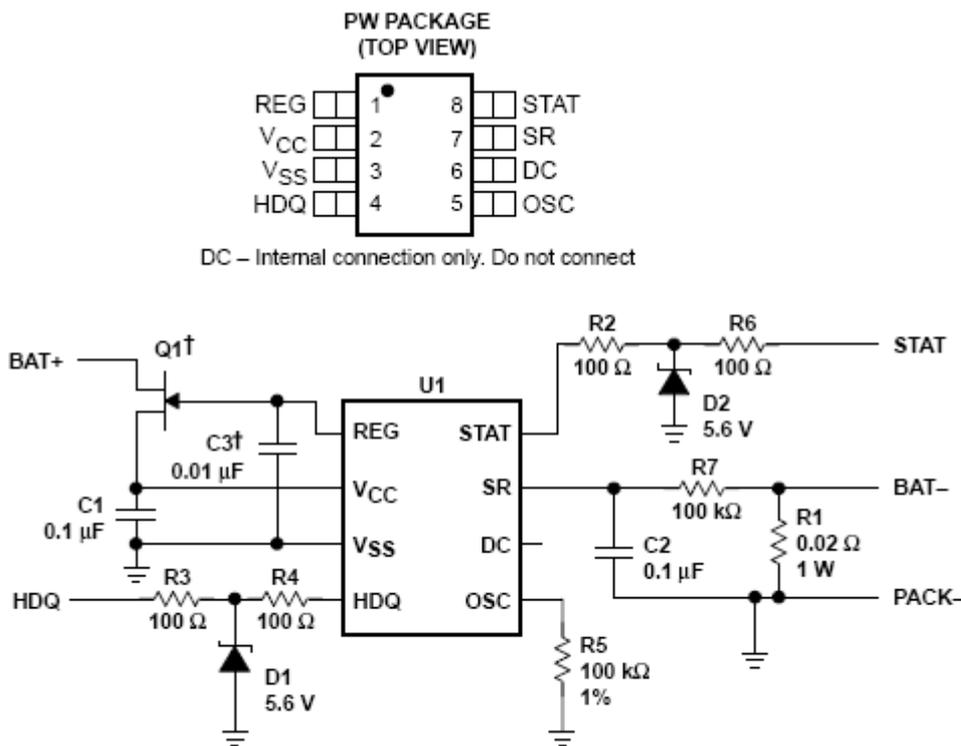
No entanto, numa perspectiva de aprendizagem e também de familiarização com o funcionamento de IC’s de monitorização de células, o integrado MAXIM DS 2438 é proposto para o projecto.

BQ 2019 – Texas Instruments

Este integrado não oferece as mesmas funcionalidades que o Maxim DS2438.

Tem a desvantagem de, para além de não medir a tensão da célula, permite ligar apenas 1 célula de Li-On ou então um grupo com o máx de 3 células de Níquel.

Este integrado não serve para o projecto.



† Q1 and C3 are omitted and V_{CC} is connected to BAT+ for single cell lithium ion applications

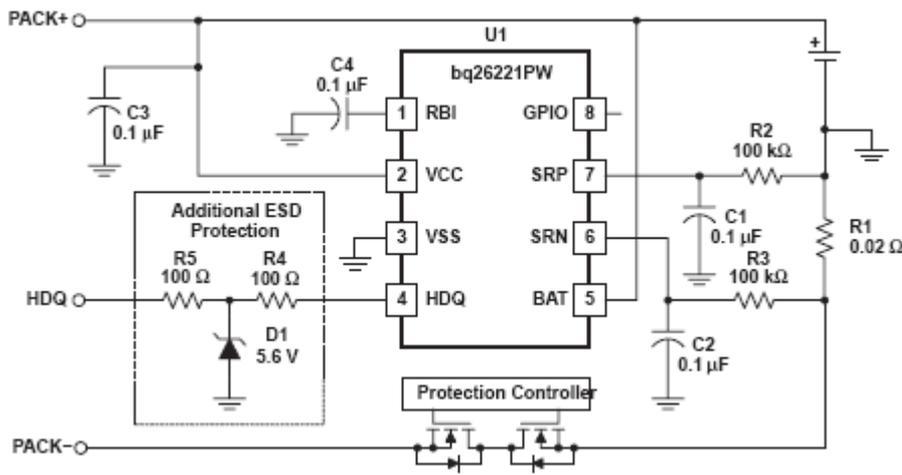
BQ 26221 – Texas Instruments

Este integrado já oferece as mesmas funcionalidades que o Maxim DS2438.

Mede a tensão, temperatura e corrente.

No entanto, não tem a capacidade de endereçamento que o Maxim DS2438 oferece, de modo a ter vários IC's numa linha partilhada de comunicações. .

A impossibilidade de ligar vários IC's deste tipo na mesma linha de comunicações 1Wire faz com que cada BQ26221 tenha de ter a sua própria linha de comunicações, independente dos restantes.



O integrado **BQ 26221** é proposto para o projecto.

Controlador Mestre:

Como cabe ao Controlador Mestre o accionamento/controlo dos circuitos de potência dos Conversores AC/DC ou dos conversores DC/DC, há que ter em conta o nº de canais PWM que este circuito terá de ter.

Também é preciso atender ao nível de carga de processamento que esta entidade terá de receber/controlar dos vários escravos que terá de coordenar.

É responsável também pela execução da tarefa de balanceamento e também pela protecção das células, com base na informação recebida pelos escravos.

No entanto, cada célula vai estar necessariamente associada a um nº interruptores. .

Surge a necessidade do Mestre conseguir actuar sobre os vários interruptores, de maneira a conseguir ligar/desligar uma determinada célula e também controlar o circuito de balanceamento.

O controlo de cada interruptor poderia ser feito por uma saída do tipo digital (ON/OFF).

Para um número tão elevado de saídas digitais requeridas, surge a necessidade de um módulo de saídas digitais que atenda a este propósito.

Em termos da compatibilidade de comunicações, este uControlador tem todas as capacidades para comunicar com os IC's de monitorização mais simples que foram propostos (Maxim DS2438 + Texas bq26221), na medida em que a interface de comunicação com estes dispositivos é feita com base numa porta digital.

Para o IC de monitorização mais complexo, módulo EVM bq76pl536, a comunicação é feita num barramento SPI, pelo que, o uControlador teria que implementar esse tipo de comunicações.

O uControlador proposto é o: TMS320F28035 (DSP's do laboratório I103)

