



Sistemas de Engenharia -
Automação e Instrumentação

Grupo 1

2012/2013

Estado de Arte – Topologias de Balanceamento de

Baterias

<versão 1.0>

Elaborado por: Afonso Lopes

Índice

1. Introdução	3
2. Topologias de Balanceamento de Baterias	4
3. Conclusão	7
4. Bibliografia	7

1. Introdução

Os sistemas BMS são uma parte importante dos veículos eléctricos.

Protegem o estado de saúde das células de uma bateria, prolongando o ciclo de vida e mantendo-as em condições de operações seguras e fiáveis.

O sistema de balanceamento tem como objectivo principal manter as tensões nas várias células da bateria o mais próximo possível.

As topologias dividem-se duas categorias: passiva e activa.

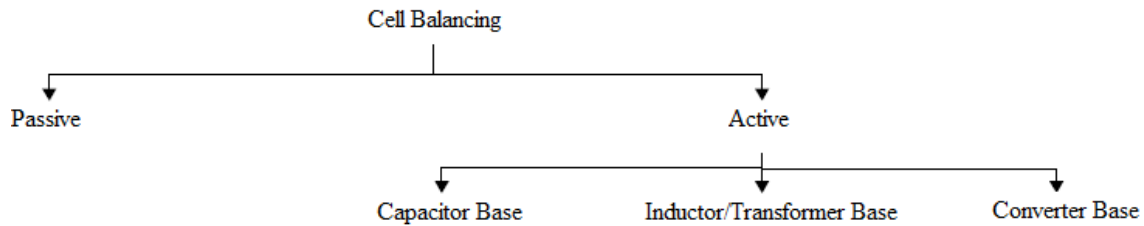
As topologias passivas consistem em dissipar o excesso de carga das células mais carregadas numa resistência até que se atinga o nível de carga das células mais descarregadas

As topologias activas consistem na transferência activa de energia entre células. Existem várias topologias que se classificam pelo tipo de transferência de energia.

A transferência de energia pode ser feita de uma célula para a bateria, de toda a bateria para uma célula, ou de uma célula para outra célula

Este documento tem como objectivo a escolha da topologia de balanceamento de baterias a ser implementada no veículo eléctrico protótipo Formula student.

2. Topologias de Balanceamento de Baterias



Uma comparação entre as várias topologias de balanceamento [1] é feita:

TABLE 4
Comparison of different cell balancing topologies.

Topology	Equalization speed	Control Complexity	Implementation simplicity	Size	Cost	Charge discharge	applications	Approx. Eff.	stress		elements for n cells, m module					
									V	I	R	L	C	SW	D	IC
FR	±	Very Simple	+++	+++	+++	Fixed	Low Power	-	0	0	n	0	0	0	0	0
SR	+	Simple	+++	+++	+++	Charge	Low Power	±	±	±	n	0	0	n	0	0
SC	±	Medium	++	+	+	Bidirectional	Medium/High	+++	++	++	0	0	n-1	2n	0	0
SSC	+	Complex	++	++	++	Bidirectional	Medium/High	+++	++	++	1	0	1	n+5	0	0
DTSC	+	Medium	++	+	+	Bidirectional	Medium/High	+++	++	++	0	0	n	2n	0	0
MSC	+	Complex	+	+	+	Bidirectional	Medium/High	+++	++	++	0	0	n-1	2n+2m	0	0
SSI	++	Complex	++	+	+	Bidirectional	Medium/High	++	++	+++	0	1	0	2n	2n-2	0
MSI	++	Complex	++	+	+	Bidirectional	Medium/High	++	++	+++	0	n-1	0	2n-2	0	0
SWT	+	Complex	+	+	±	Charge	Medium	+	+	+++	0	2	0	n+6	1	1
MWT	+	Medium	+	±	±	Charge	Medium	+	+	+++	0	n+1	0	2	0	1
MpT	+	Medium	++	±	±	Charge	Medium	+	±	±	0	2n	0	1	n	n
Ćuk	++	Complex	++	+	+	Bidirectional	Medium/High	++	++	++	0	2n-2	n-1	2n-2	0	0
BC	+++	Complex	+++	+	+	Bidirectional	Medium/High	+++	++	++	0	m	m	2m	0	0
BBC	+++	Complex	+++	+	+	Bidirectional	Medium/High	+++	++	++	0	1	1	n+7	0	0
FbC	+	Medium	+	±	±	Bidirectional	Medium	+	++	++	0	2n	0	2n	0	n
RC	+	Complex	±	±	±	Bidirectional	Medium	+	+	+	0	n/2	n	n	n	1
FBC	+++	Complex	++	±	±	Bidirectional	High	+++	±	±	0	0	m	4m	0	0
QRC	+	Complex	±	±	±	Bidirectional	Medium/High	++	-	-	0	2n-2	n-1	2n-2	0	0

FR: Fixed resistor, SR: Switched resistor, SC: switched capacitor, SSC: Single switched capacitor, DTSC: Double-tier switched capacitor, MSC: Modularized switched capacitor, SSI: Single switched inductor, MSI: Multi switched inductor, SWT: Single winding transformer, MWT: Multi winding transformer, MpT: Multiple winding transformer, BC: Buck converter, BBC: Buck-boost converter, FbC: Flyback converter, RC: Ramp converter, FBC: Full-bridge converter, QRC: Quasi-resonant Converter. +++: Excellent, ++: Very good, +: Good, ±: Satisfactory and -: Poor.

A partir desta tabela, o grupo decidiu analisar as topologias mais orientadas para a sua aplicação em veículos eléctricos (Medium/High).

Procurou-se destacar as topologias que reunissem as melhores características a nível de eficiência, custo, rapidez de balanceamento e simplicidade de implementação.

- SSC – Single Switched Capacitor
- SSI – Single Switched Inductor
- BBC – Buck Boost Converter

SSC – Single Switched Capacitor

Consiste num condensador comutado sequencialmente por n células fornecendo carga das células mais carregadas para as menos carregadas. São necessários $2n$ dispositivos de comutação tendo cada par a mesma ordem de comando.

Componentes: n condensadores, $2n$ interruptores

Vantagens:

- Implementação de controlo simples;
- Boa eficiência

Desvantagens:

- Velocidade de balanceamento baixa

SSI – Single Switched Inductor

No método Single Inductor, selecciona-se um par de baterias a mais carregada e a mais descarregada. Através de uma única indutância, liga-se esse par de células para transferir energia com base num micro-conversor buck-boost

Componentes: 1 indutância; $2*n$ interruptores; $(2*n)-2$ díodos.

Vantagens:

- Velocidade de Balanceamento elevada;
- Boa eficiência

Desvantagens:

- Complexidade de Controlo elevada;
- Stress de corrente nos interruptores (comutação a alta frequência);
- Para frequências de comutação muito elevadas são necessários condensadores para filtragem das altas frequências.

BBC – Buck Boost Converter

Baseado na implementação de um conversor buck-boost.

Recorre-se a um barramento DC, ou a uma fonte auxiliar de energia (bateria auxiliar do veículo), como meio para transferir a energia da célula mais carregada para as células mais descarregadas.

Componentes: 1 indutância; 1 condensador; n+7 interruptores

Vantagens:

- Alta eficiência
- Maior Rapidez de balanceamento

Desvantagens:

- Complexidade de Controlo
- Maior Custo face às restantes duas topologias

3. Conclusão

A escolha feita para a implementação é a topologia de balanceamento é SSI – Single Switched Inductor.

É a solução que melhor consegue conciliar as características de rapidez de balanceamento, eficiência, custo e simplicidade de implementação.

4. Bibliografia

[1] M Daowd, N Omar, P Van Den Bossche, J Van Mierlo, A Review of Passive and Active Battery Balancing based on MATLAB/Simulink, *International Review of Electrical Engineering (I.R.E.E.)*, Vol. xx, n. x