



UNA PRIMERA APROXIMACIÓN AMBIENTAL AL COCHE ELÉCTRICO

José Javier Martínez Vázquez
CT-30 Teledetección y sensores
#CONAMA2022

CONAMA2022

21
NOV

24
NOV

PALACIO MUNICIPAL
DE IFEMA, MADRID

CONAMA2022.ORG

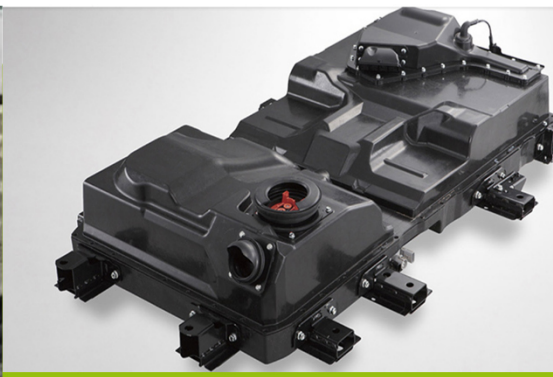
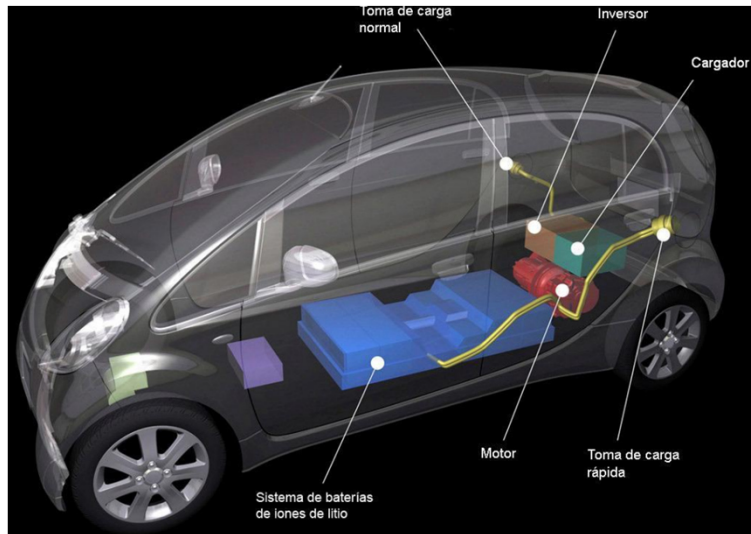
Índice

- 01 ¿CÓMO ES UN VEHÍCULO ELÉCTRICO DE BATERÍA?**
- 02 LOS PROBLEMAS DE LA CARGA RÁPIDA**
- 03 NIVELES DE CAMPO MAGNÉTICO**
- 04 SITUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTE**
- 05 LA RED DE SENSORES DE LA BATERÍA (BMS)**
- 06 CONCLUSIONES**

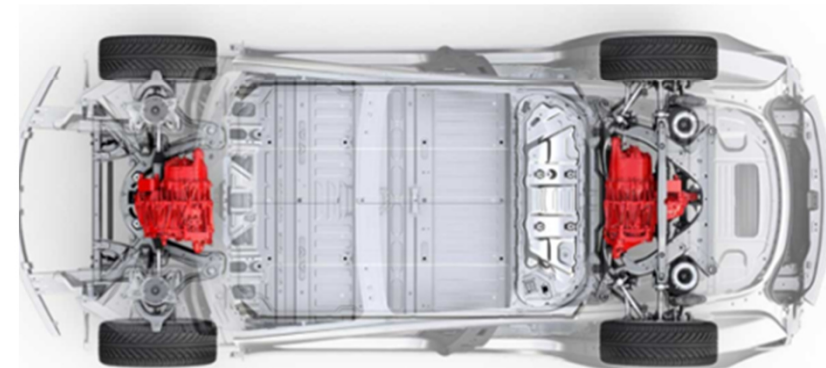
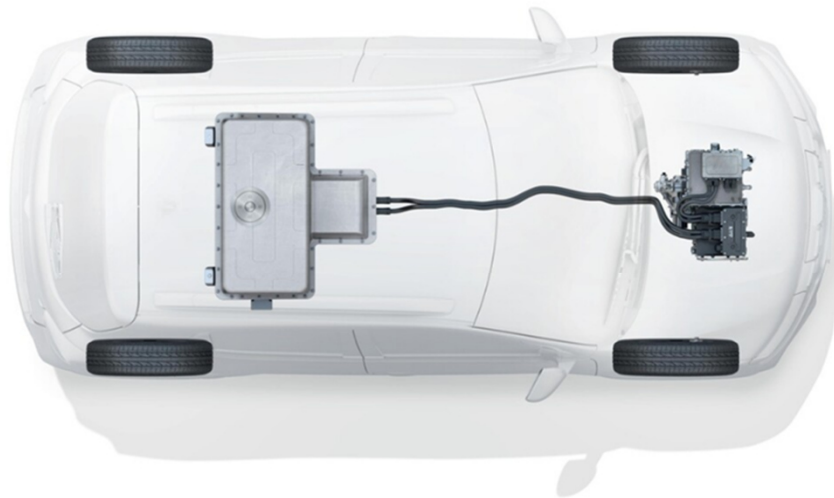


01 ¿CÓMO ES UN VEHÍCULO ELÉCTRICO?

LOS PRIMEROS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS DE BATERÍA



DACIA Spring (220 / 1000), RENAULT Zoe (320 / 1500), TESLA M3 LR (500 / 1800)



POTENCIA, ENERGÍA, AUTONOMÍA Y VIDA ÚTIL

POTENCIA BAJA

MODELO	POTENCIA VEHÍCULO	ENERGÍA	AUTONOMÍA
DACIA Spring	33 Kw	27 Kwh	230 Km
CITROËN Zero	35 Kw	14,5 Kwh	100 Km

POTENCIA MEDIA

MODELO	POTENCIA VEHÍCULO	ENERGÍA	AUTONOMÍA
HYUNDAI Kona Maxx	100 Kw	39 Kwh	300 Km
MEGANE E-Tech	97 Kw	40 Kwh	300 Km
RENAULT Zoe	80 Kw	45 Kwh	340 Km

POT. MEDIA/ALTA

MODELO	POTENCIA VEHÍCULO	ENERGÍA	AUTONOMÍA
CUPRA Born	150 Kw	58 Kwh	425 Km
VOLKSWAGEN ID.3	150 Kw	58 Kwh	425 Km
VOLKSWAGEN ID.4	150 Kw	77 Kwh	500 Km
NISSAN Leaf	160 kw	62 Kwh	350 Km

POTENCIA ALTA

MODELO	POTENCIA VEHÍCULO	ENERGÍA	AUTONOMÍA
AUDI 55 e-tron	300 Kw = (135+165)	95 Kwh	530 Km
TESLA M3 Long Range	258 Kw / 340 Kw	78 Kwh	550 Km
PORSCHE Taycan turbo s	460 Kw /560 Kw	93 Kwh	530 Km

VIDA ÚTIL: 1.500/3.000 RECARGAS, 12-15 AÑOS DE GARANTÍA
PRECIO DE UNA BATERÍA: 110 € / KWh

02

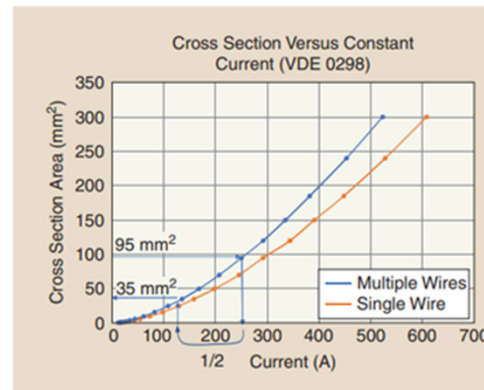
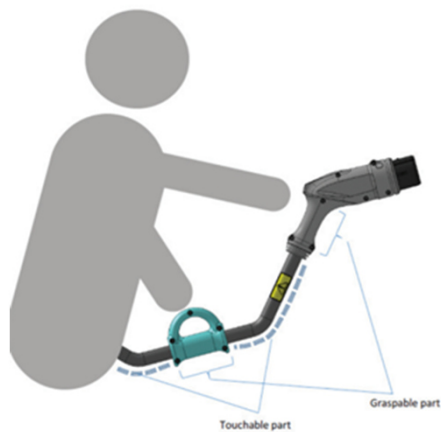
LOS PROBLEMAS DE LA CARGA RÁPIDA

TIEMPOS DE CARGA: 2C/3C ENTRE MEDIA HORA Y 20 MINUTOS

TESLA MODEL 3 LR: POTENCIA DE CARGA 250 KW / 630 A / 28 MINUTOS

PORSCHE TAYCAN: POTENCIA DE CARGA 270 KW / 340 A / 22 MINUTOS

ENERGÍA ALMACENADA: 93 KWh PORSCHE / 80 KWh TESLA

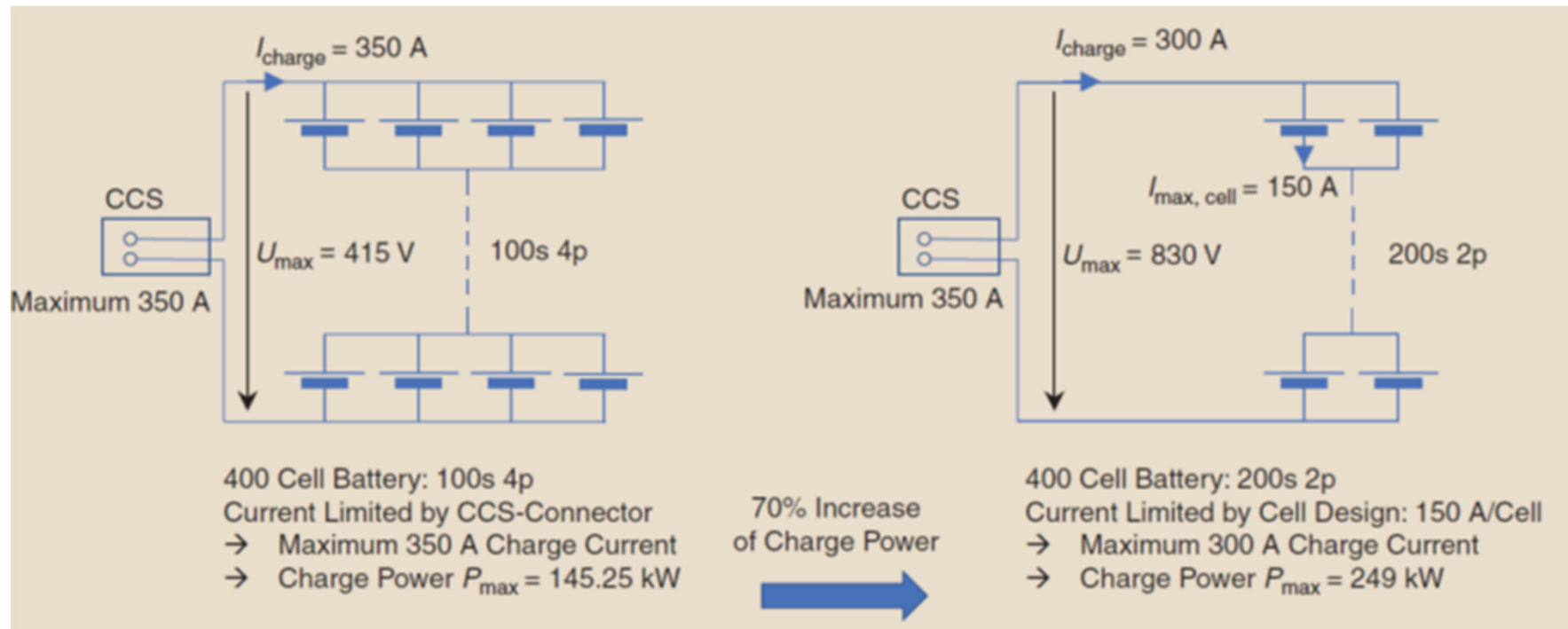


Carga eléctrica máxima admisible: Tablas

95,00 mm ²	292A
120,00 mm ²	344A
150,00 mm ²	391A
185,00 mm ²	448A
240,00 mm ²	528A
300,00 mm ²	608A

Estándar IEEE 2030.1.1.

LA CARGA A 800 V: ¿DESPUÉS QUE VENDRÁ?



RESISTENCIA INTERNA DE LAS CELDAS: 28 mΩ

ENERGÍA MÁXIMA ALMACENADA: 100 kWh

03

NIVELES DE CAMPO MAGNÉTICO

REGULACIÓN ESPAÑOLA

Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el ***REGLAMENTO QUE ESTABLECE CONDICIONES DE PROTECCIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO RADIOELÉCTRICO, RESTRICCIONES A LAS EMISIONES RADIOELÉCTRICAS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN SANITARIA FRENTE A EMISIONES RADIOELÉCTRICAS.***

Real Decreto 299/2016, de 22 de julio, sobre la ***PROTECCIÓN DE LA SALUD Y LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES CONTRA LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.***

Restricciones básicas y niveles de referencia. R.D. 1066/2001

	Público en general	Entorno controlado
IM en todo el cuerpo	40 mT	40 mT
IM en la cabeza		40 mT

Valores límite de exposición en entornos laborales. R.D. 299/2016

IM	Condiciones de trabajo normales	Condiciones de trabajo controladas
En todo el cuerpo	2 T	8 T
En extremidades	8 T	

Casos particulares: Niveles de acción para la inducción magnética. R.D. 299/2016

Personas con prótesis, marcapasos, etc	Entornos con campos magnéticos intensos >100 mT
0,5 mT	3 mT

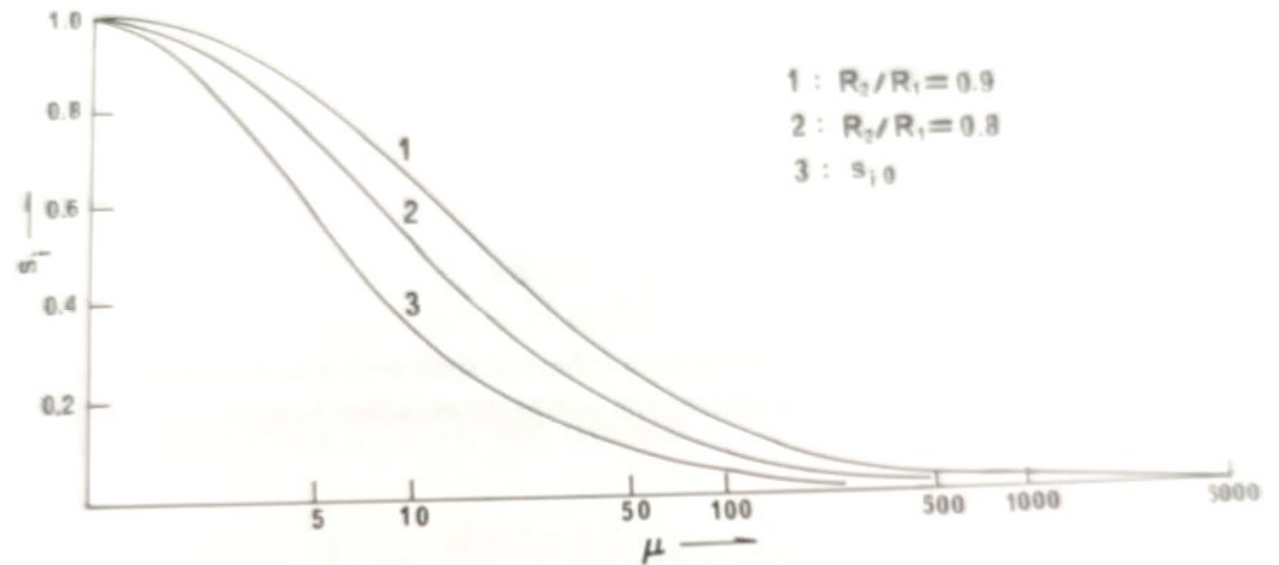
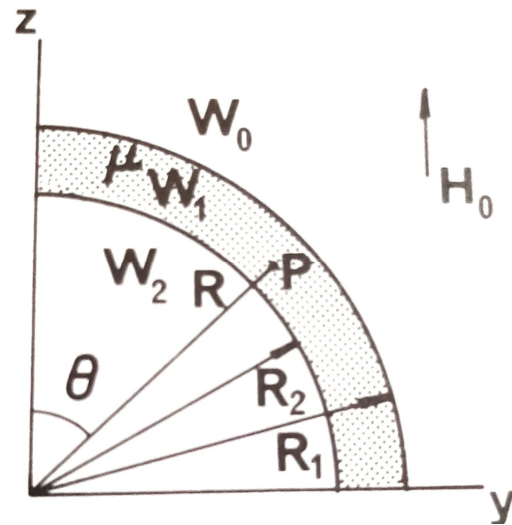
MODELO	I MÁX. (AMP)	B (mT) r=7mm		B (mT) r=15 cm	
	CARGA	UN HILO	DOS HILOS	UN HILO	DOS HILOS
CITROEN ZERO	125	3,56	7,02	1,66	0,16
DACIA SPRING	150	4,27	8,54	2	0,2
AUDI E-TRON	375	10,78	21,56	5	0,5
NISSAN LEAF	300	8,54	17,08	4	0,4
TESLA M 3 LR	625	17,8	35,7	8,30	0,8
PORSCHE TAYCAN	340	9,68	19,36	4,51	0,45

MODELO	I MÁX. (AMP)	B (mT) r=7mm		B (mT) r=15 cm	
	DESCARGA	UN HILO	DOS HILOS	UN HILO	DOS HILOS
CITROEN ZERO	300A 10 min	8,54	17,08	3,98	0,4
DACIA SPRING	125A 25 min	3,56	7,12	1,66	0,16
AUDI E-TRON	750A 15 min	21,4	42,8	9,98	1
NISSAN LEAF	450A 22 min	12,8	25,6	5,97	0,6
TESLA M 3 LR	625A 22 min	17,8	35,6	8,33	0,83
PORSCHE TAYCAN	575/700A 10 min	16,4/20	32,8/40	7,66/9,3	0,75/0,93

MODELO	I. MÁX. (AMP)	B (mT) r=7mm		B (mT) r=15 cm	
	DESCARGA 1C (1h)	UN HILO	DOS HILOS	UN HILO	DOS HILOS
CITROEN ZERO	50	1,42	2,84	0,66	0,06
DACIA SPRING	78	2,22	4,44	1,04	0,1
AUDI E-TRON	240	7	14	3,2	0,32
NISSAN LEAF	170	4,85	9,7	2,25	0,22
TESLA M 3 LR	230	6,57	13,14	3,06	0,3
PORSCHE TAYCAN	132	3,77	7,54	1,76	0,17

MODELO	I. MÁX. (AMP)	B (mT) r=7mm		B (mT) r=15 cm	
	ARRANQUE	UN HILO	DOS HILOS	UN HILO	DOS HILOS
CITROEN ZERO	150	4,3	8,6	2	0,2
DACIA SPRING	187	5,3	10,6	2,47	0,25
AUDI E-TRON	950	27,14	54,28	12,66	1,26
NISSAN LEAF	675	19,28	38,56	9	0,9
TESLA M3 LR	1110 /1500	32/43	64/86	15/20	1,5/2
PORSCHE TAYCAN	860/1050	24,5/30	49/60	11,5/14	1,15/1,4

APANTALLAMIENTO DE CAMPOS MAGNÉTICOS ESTÁTICOS

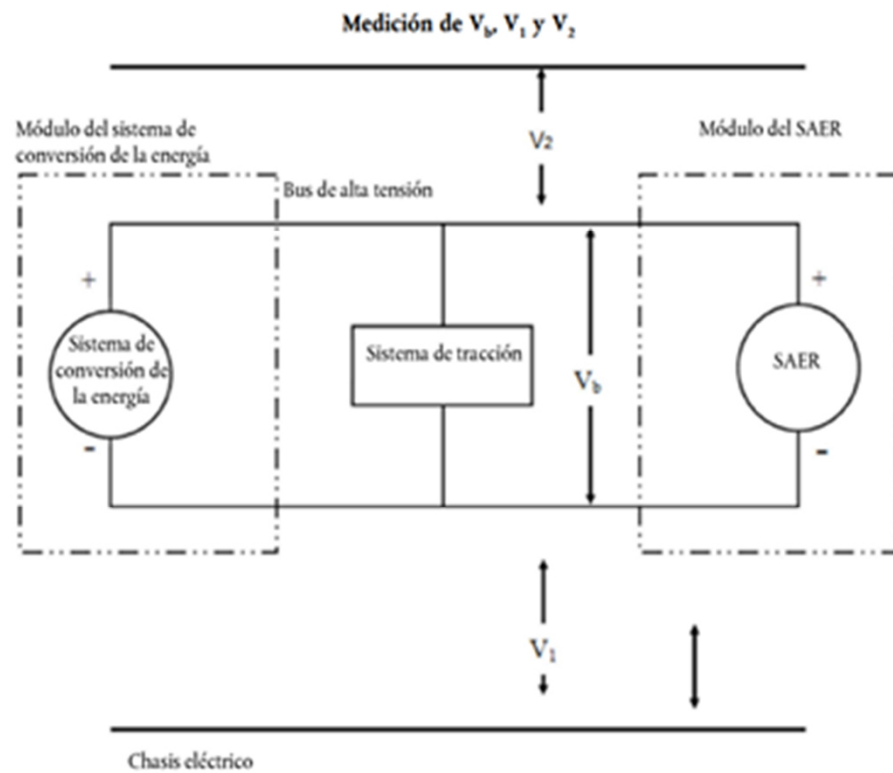


$$S_i = \frac{1}{1 + \frac{2}{9} \frac{(\mu - 1)^2}{\mu} \left(1 - \frac{R_2^3}{R_1^3}\right)}$$

04

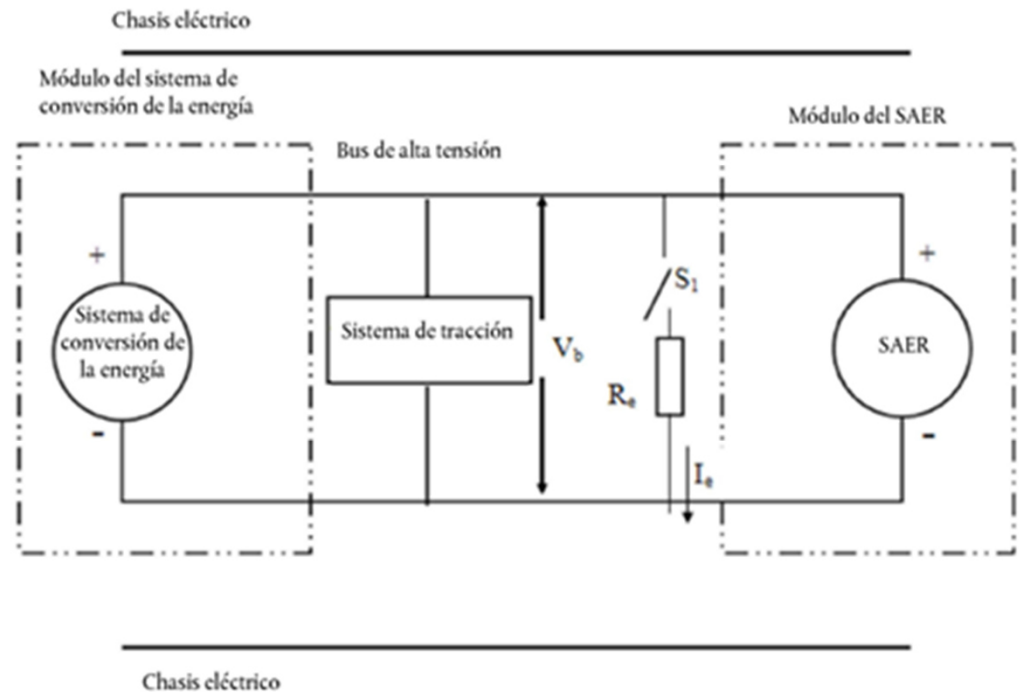
SITUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTE

REGLAMENTOS 94/18 Y 95/21 DEL CEPE PARA COLISIÓN FRONTAL O LATERAL



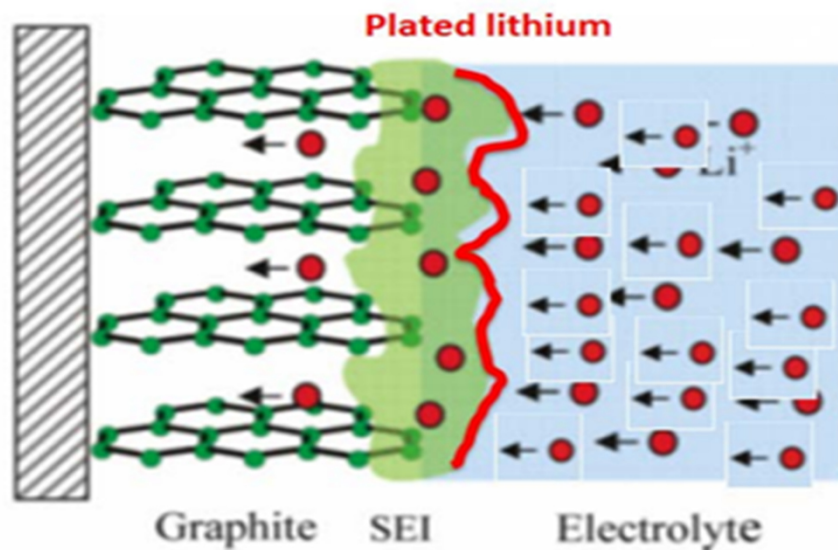
$$TE = 0,5 \times C_x \times V_b^2$$

Ejemplo: medición de la energía del bus de alta tensión almacenada en los condensadores X



$$TE = \int_{t_c}^{t_h} V_b \cdot I_e \cdot dt$$

REGLAMENTOS 94/18 Y 95/21 DEL CEPE PARA COLISIÓN FRONTAL O LATERAL



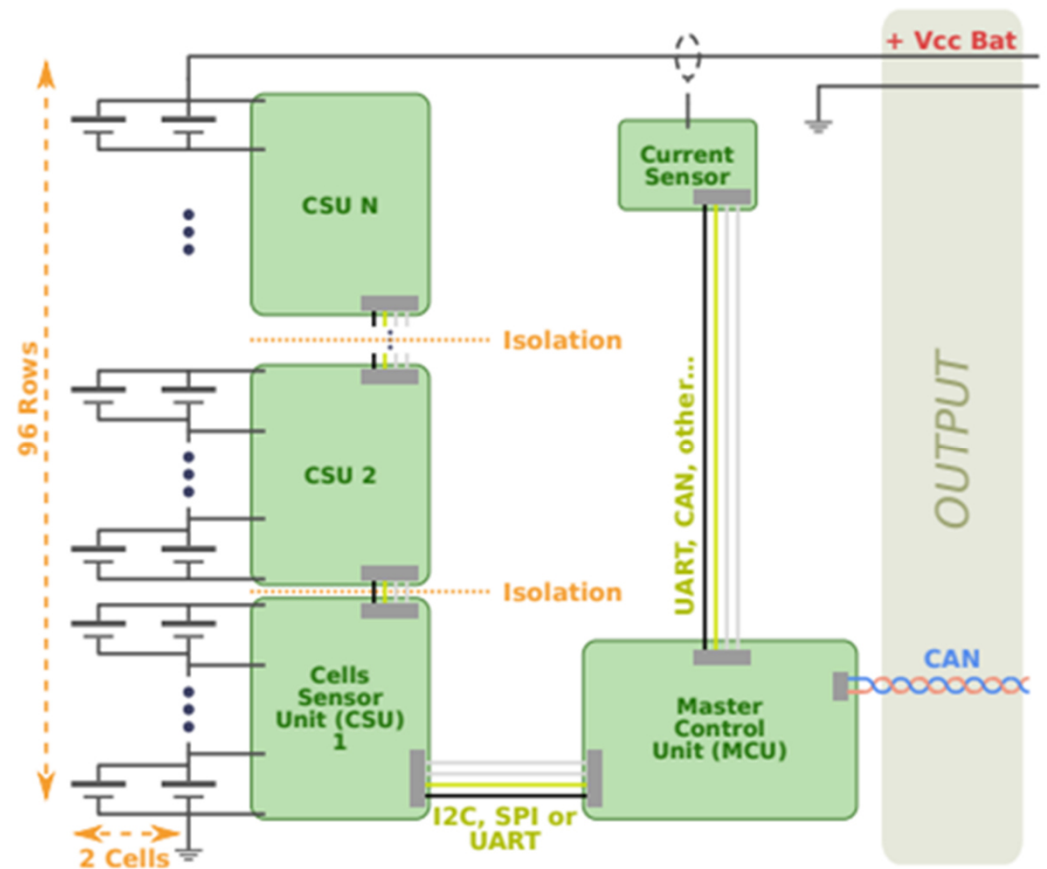
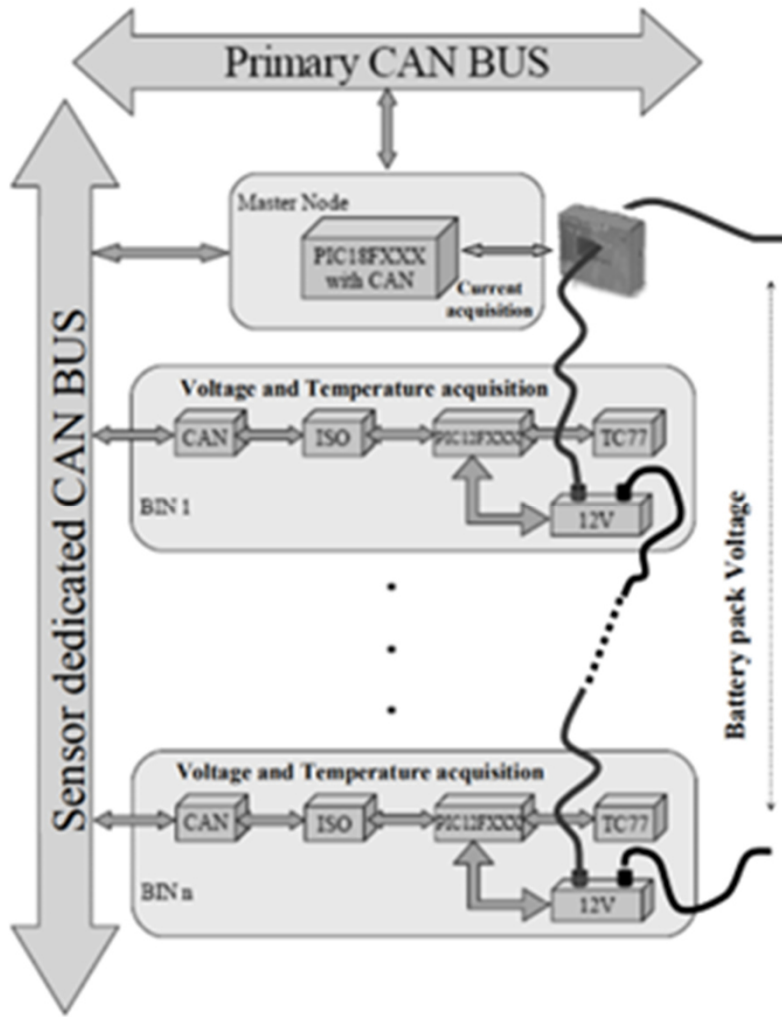
EL ELECTROLITO ES UN GEL MUY TÓXICO E INFLAMABLE

- Los Sistemas de Almacenamiento de Energía Eléctrica Recargable (SAEER) ubicados dentro del habitáculo deberán permanecer en su sitio, y sus componentes deberán mantenerse dentro de los límites del SAEER correspondiente.
- Durante o tras el impacto no deberá penetrar en el habitáculo ninguna parte de un SAEER situado fuera para evaluar la seguridad eléctrica.
- El SAEER permanecerá sujeto al vehículo mediante al menos un anclaje, soporte o cualquier estructura que transfiera cargas del SAEER a la estructura del vehículo.
- Durante un período comprendido entre el impacto y 60 minutos después del impacto, no habrá indicios de incendio o explosión que puedan tener su origen en el SAEER.

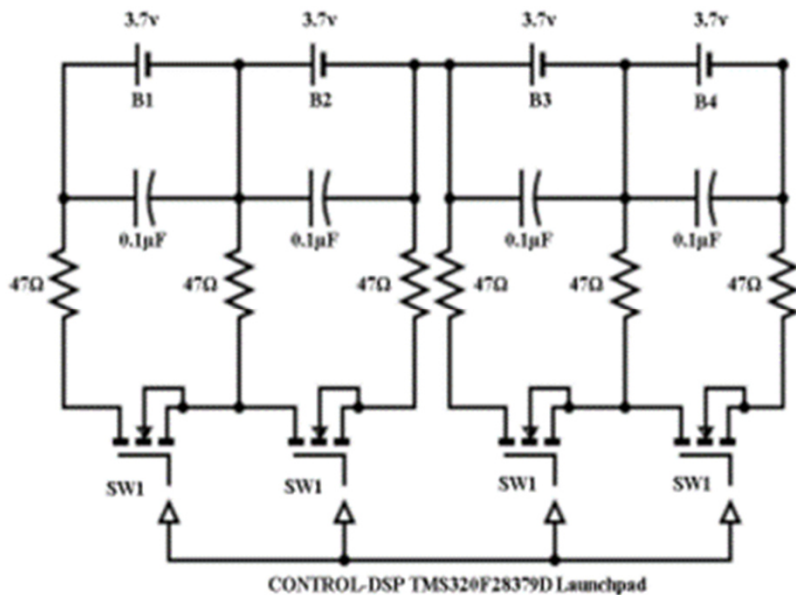
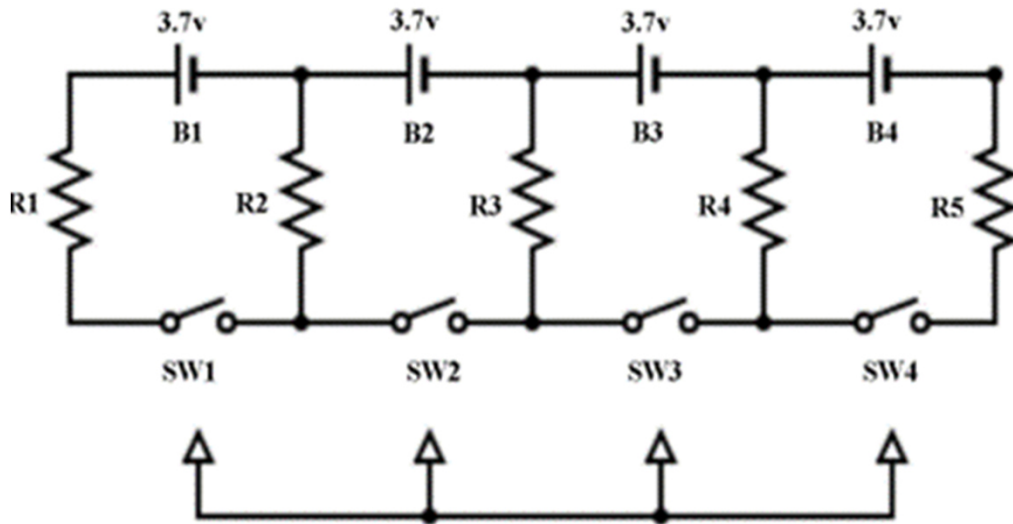
05

LA RED DE SENSORES DE LA BATERÍA

ARQUITECTURA 2007 ARQUITECTURA ACTUAL

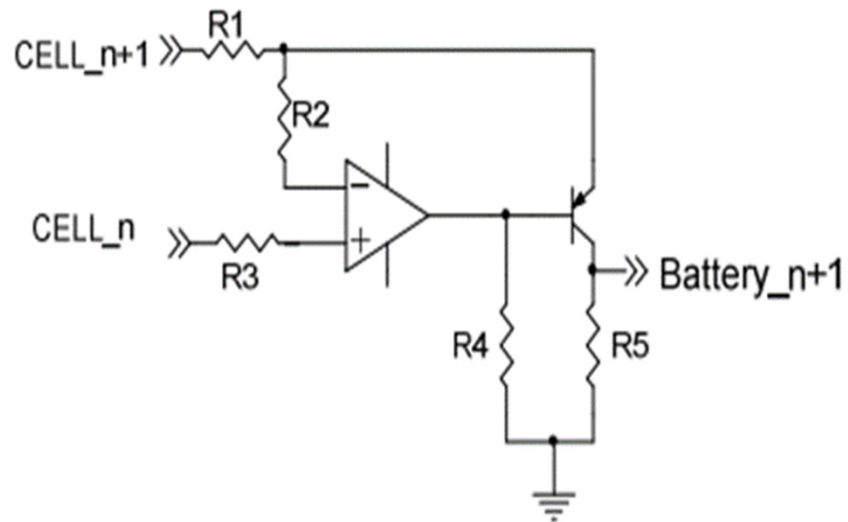


EQUILIBRADO DE CELDAS

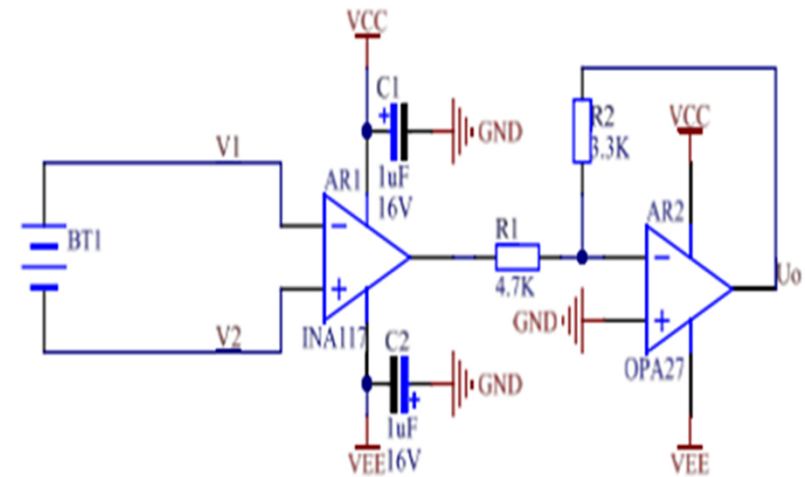


Cell Number	Cell voltage observed in software (V)	Cell voltage observed on multimeter (V)	Difference (mV)
1	3.219	3.221	2
2	3.735	3.737	2
3	3.935	3.937	2
4	3.816	3.818	2
5	3.787	3.788	1
6	3.829	3.830	1
7	3.789	3.790	1
8	3.834	3.836	2
9	3.875	3.876	1
10	3.952	3.953	1
11	3.838	3.839	1
12	3.851	3.852	1
13	4.030	4.031	1
14	3.828	3.830	2
15	3.878	3.880	2
16	3.841	3.842	1

SENSORES DE TENSION

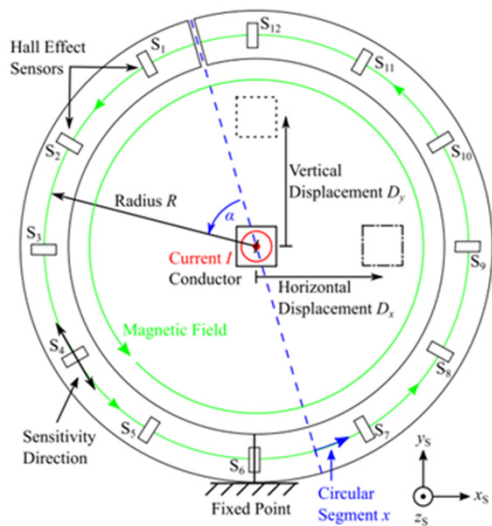


MÉTODO DE LA CORRIENTE

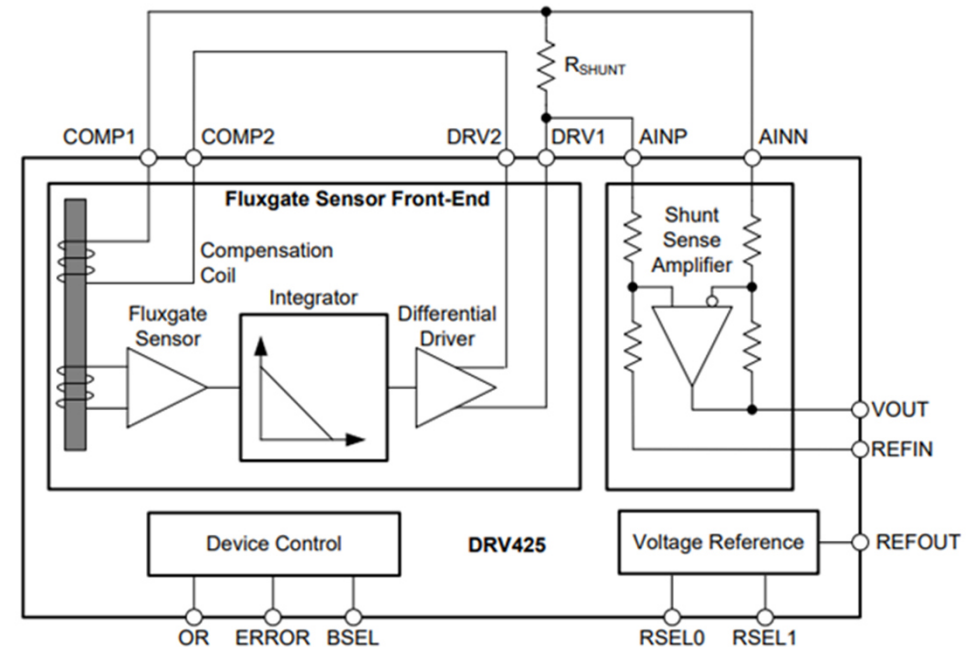
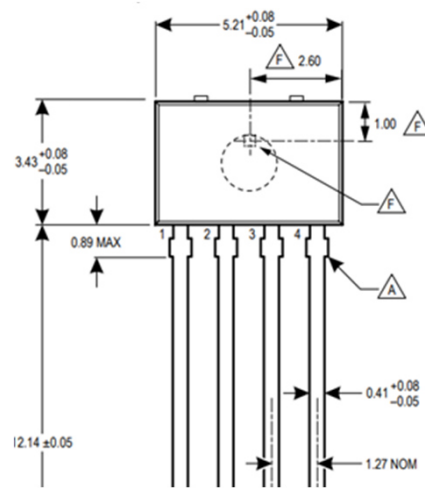


MÉTODO DIFERENCIAL

SENSORES DE CORRIENTE

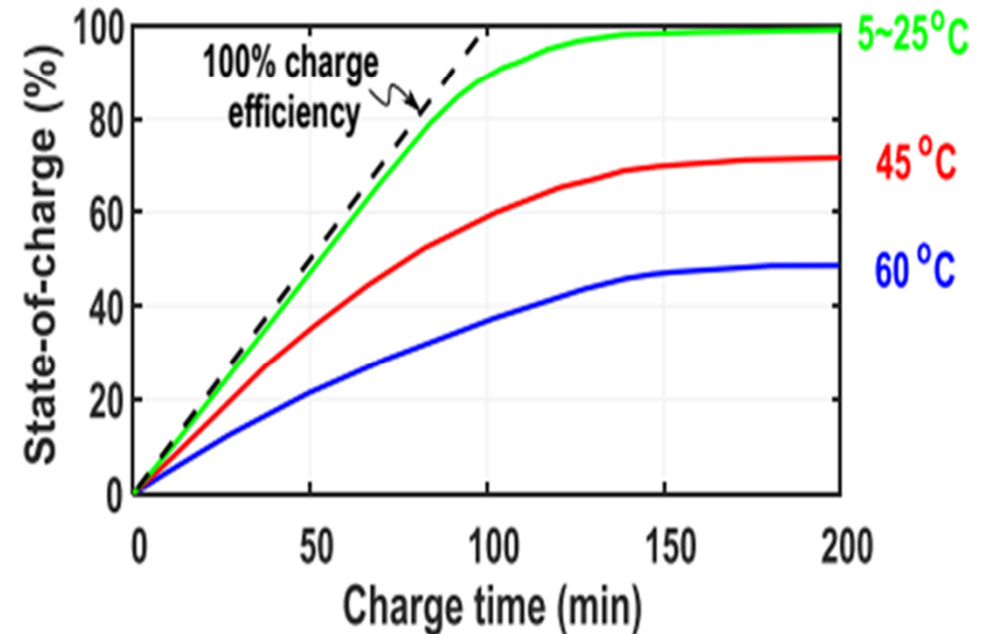
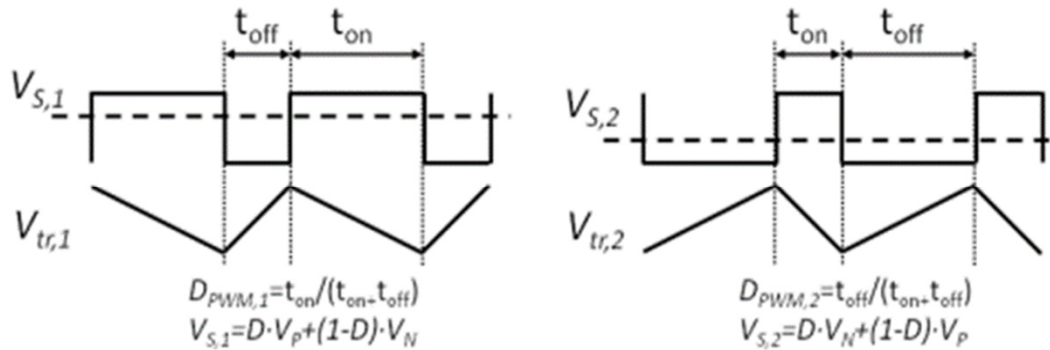
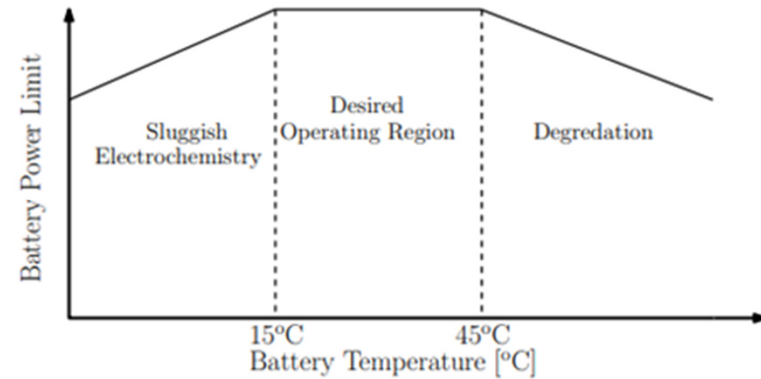
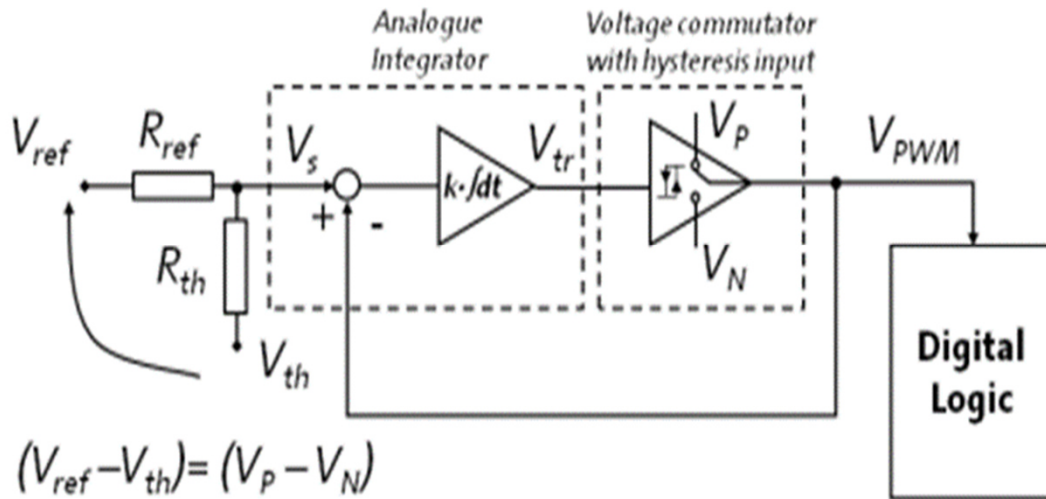


DE EFECTO HALL



DE CAMPO MAGNÉTICO

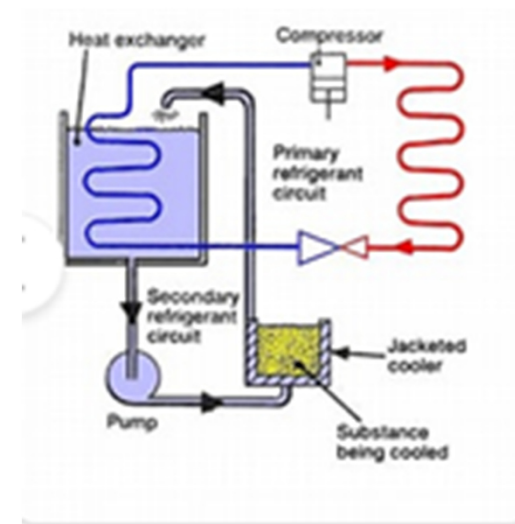
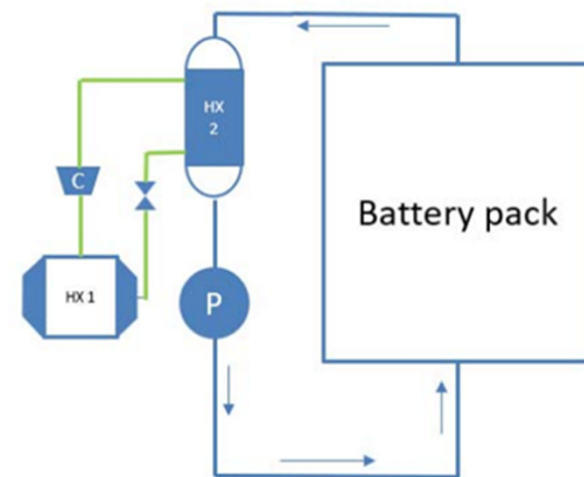
SENSORES DE TEMPERATURA



CON TERMISTORES

CONTROL DE TEMPERATURA (2019)

PARÁMETRO	AIRE	LÍQUIDO
Temperatura ambiente	45 °C	45 °C
Caudal	57 Pies Cúbicos por Minuto (CFM)	10 Litros por Minuto (LPM)
Temperatura del refrigerante a la entrada	10 °C	20 °C
Carga de calor	1kW	1kW
Coeficiente de transferencia de calor	6 W/m ² °K	181 W/m ² °K
Variación de la temperatura de las celdas en la batería (°C)	9	5
Variación de la temperatura en el interior de las celdas (°C/mm)	0,05	0,03
Tasa de descenso de la temperatura (°C/min)	0,02	0,07
Consumo adicional de potencia kW	1	0,4



HASTA MEDIA POTENCIA: A/A Y PARA POTENCIAS SUPERIORES: REFRIGERACIÓN LÍQUIDA ACTIVA

06

CONCLUSIONES

LA BATERÍA DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO ES UN ELEMENTO PESADO, VOLUMINOSO Y CARO. ES DETERMINANTE A LA HORA DE CALCULAR LA ESTABILIDAD DEL VEHÍCULO.

EL COSTE DE LA BATERÍA ES DE 110 € / kWh (ANTES DE LA PANDEMIA). A ESTO HAY QUE AÑADIR LA ENVOLVENTE, LOS HERRAJES DE SUJECCIÓN Y SISTEMA DE GESTIÓN DE LA BATERÍA. EL PRECIO DE LA BATERÍA COMPLETA DE UN COCHE MEDIO PUEDE RONDAR LOS 12.000 €.

LOS TIEMPOS DE CARGA ACTUALES 1C (1h), PUEDEN MEJORARSE AUMENTANDO LA TENSIÓN DE 400 A 800 VOLTIOS, HASTA LLEGAR AL ENTORNO DEL 3C (20 min). PERO NO ESTÁ CLARO QUE ES LO QUE SE PUEDE HACER A PARTIR DE AHÍ.

LOS NIVELES DE CAMPO ESTABLECIDOS EN LA NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL (40 mT) NO SE ALCANZAN EN NINGUNO DE LOS SUPUESTOS ESTUDIADOS (CARGA, DESCARGA Y ARRANQUE)

EL NIVEL DE ACCIÓN PARA LOS MARCAPASOS (0,5 mT) DE LA NORMATIVA APLICABLE EN ENTORNOS LABORALES, SE SOBREPASA EN VEHÍCULOS DE POTENCIA ALTA PARA VARIOS DE LOS SUPUESTOS ESTUDIADOS.

EL ELECTROLITO DE LAS BATERÍAS DE IONES DE LITIO ES UN GEL ALTAMENTE TÓXICO Y MUY INFLAMABLE. NO OBSTANTE ESTE PROBLEMA SERÁ SOLUCIONADO CON LAS BATERÍAS DE ELECTROLITO DE ESTADO SÓLIDO CUYA PRODUCCIÓN HA EMPEZADO ESTE MISMO AÑO.

EL VALOR DE LA CAPACIDAD DISTRIBUIDA EN EL BUS DE ALIMENTACIÓN PUEDE SER DETERMINANTE PARA CALCULAR LA ENERGÍA RESIDUAL EN EL VEHÍCULO TRAS UN ACCIDENTE.

EL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA BATERÍA, ES UN SISTEMA DISTRIBUIDO Y COMPLEJO, DISEÑADO PARA EVITAR AVERÍAS GRAVES Y COSTOSAS AL PROPIETARIO DEL VEHÍCULO Y REDUCIR LOS COSTES DE GARANTÍA DEL FABRICANTE.

PARA POTENCIAS BAJAS Y MEDIAS LA REFRIGERACIÓN DE LA BATERÍA ES POR MEDIO DEL AIRE ACONDICIONADO DEL VEHÍCULO. PARA POTENCIAS MÁS ELEVADAS LA REFRIGERACIÓN FORZADA MEDIANTE LÍQUIDO.

¡Gracias!

José Javier Martínez Vázquez
jjmtnez@iies.es

