Montaggio batterie 500e su Seicento

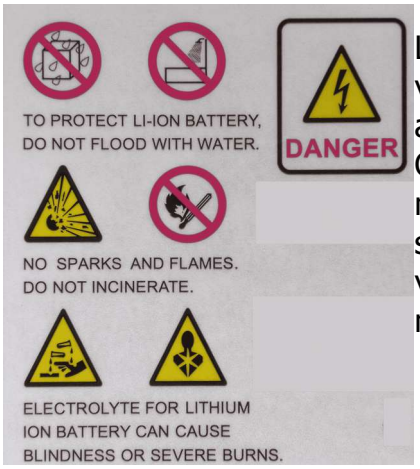
In questa guida spiego il modo in cui ho montato i moduli al litio (NMC) da 42kWh di una Fiat 500e (2020+) demolita sulla mia Seicento elettra Van seconda serie. Ho inserito tutti i trucchi e le cose interessanti che ho scoperto, anche non legate alla Seicento, pensando che possano essere informazioni utili per tutti.



La batteria da 42kWh della 500e è prodotta dalla Samsung SDI e contiene 6 moduli 12S2P e 3 moduli 8S2P per un totale di 9 moduli. E' lunga 1,54m e pesa 295kg.
Esiste anche la versione low range lunga 1,21m e pesante 176kg che ha 24kWh e che contiene 5 moduli (dovrebbero essere 4 24S1P e 1 12S1P).
In questa conversione ho usato 4 12S2P e 2 8S2P per un totale di 64 celle (2P) che vengono fatte lavorare tra 4,07V/cella (260V totali) e 3,4V/cella (218V totali), che sono valori simili a quelli rilevati sulla 500e e sulla Tonale plug-in.

Il bello di questa conversione, oltre ai 28 kWh installati, è che sono state sfruttate anche le centraline sopra ogni modulo (di seguito chiamate "bilanciatori Samsung") che permettono di leggere la tensione di ogni cella, leggere i due NTC di ogni modulo ed eseguire il bilanciamento con soli 4 cavi al posto dei 65 (celle)+24 (temperature) cavi altrimenti necessari con i sistemi tradizionali.

L'inverter della Seicento elettra è programmato per ridurre la frenata rigenerativa sopra i 250V. Dovrebbe essere possibile variare il valore con il programma Siadis ma non sono ancora riuscito a farlo. L'unico inconveniente è che con il pacco batteria completamente carico bisogna frenare di più.



Lo smontaggio della batteria della 500e è semplice. Le viti del coperchio sono speciali ma si riesce a svitarle anche con una chiave esagonale.
Quando si scollegano le barre di rame che collegano i moduli bisogna lavorare con guanti HV e visiera, seguendo le procedure per i veicoli elettrici. Lo stesso vale quando si vanno a ricollegare i cavi di potenza nella Seicento elettra.

I 3 moduli che ho rimasto dopo la conversione sono stati conservati in garage per circa 10 mesi. In questo periodo la tensione dei moduli non è variata. Questo significa che possono rimanere fermi parecchi mesi senza problemi

I moduli 12S2P sono lunghi 82cm.
I moduli 8S2P sono lunghi 59cm.
I moduli sono tutti larghi 172mm e alti 143mm.

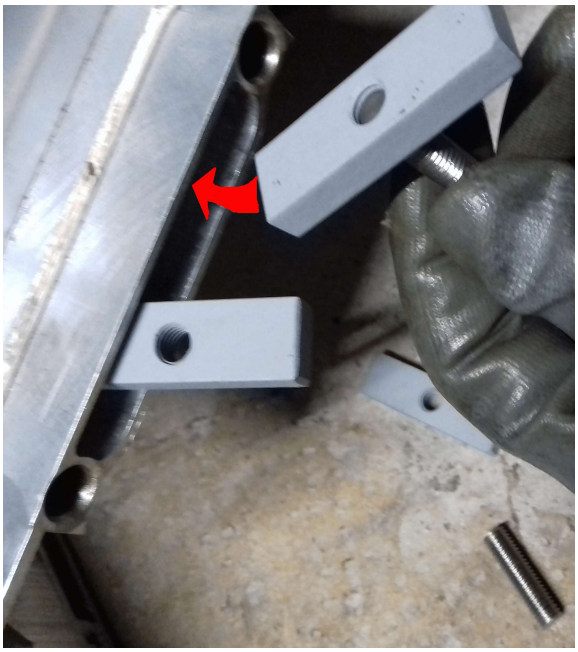
Per poter essere montati nei cassoni i moduli devono essere accorciati come nelle foto seguenti. I 12S2P devono essere portati a 72cm mentre per i 8S2P basta accorciali di 4-5cm. Il taglio delle parti in alluminio deve essere fatto con i moduli ben chiusi (ad esempio nastrati) in modo che non ci entrino i truccioli ed il taglio deve essere eseguito lentamente per non superare i 60°. Non si può raffreddare con liquido.
Nel 12S2P Vanno anche tagliati i bordini laterali inferiori (per questi basta un seghetto alternativo)

Non facendo carica rapida ed avendo un motore meno potente di quello della 500e il raffreddamento/riscaldamento dei moduli non è necessario. Montarlo sarebbe comunque molto complesso...

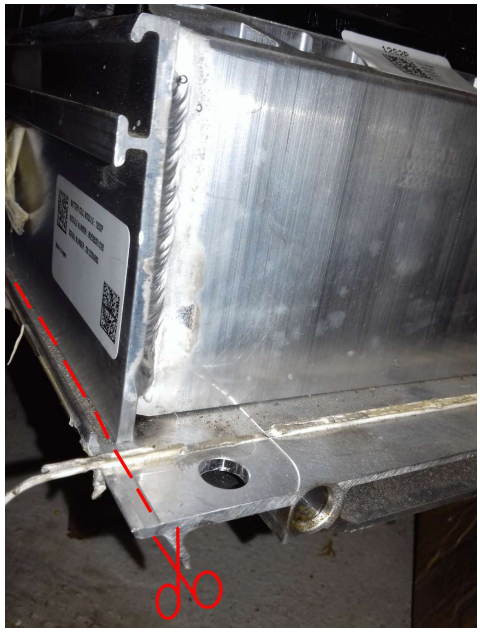
Il moduli vanno fissati rigidamente al fondo dei cassoni. L'ho fatto forando la parte inferiore dei moduli ed inserendo nell'intercapedine delle piastrine di ferro alte 8mm forate e filettate M8. Si mettono un posizione con l'aiuto di una calamita telescopica e ci si avvita un prigioniero. Sono stati usati prigionieri (L= 30 mm) al posto di viti per evitare che montando una vite più lunga (lo spazio è poco) si andasse a premere o sfondare l'alluminio sotto le celle. Visto il peso dei moduli, che li rende scomodi da movimentare, ed il poco posto a disposizione la foratura dei moduli e dei cassoni deve essere molto precisa. Sarebbe meglio tenere i 4 moduli trasversali più spostati possibile verso destra, per avere il peso più vicino al centro vettura.

Anche se per questioni di spazio potrebbe essere più facile montare i moduli su un fianco, è consigliabile montare tutti i moduli in orizzontale sul fondo.

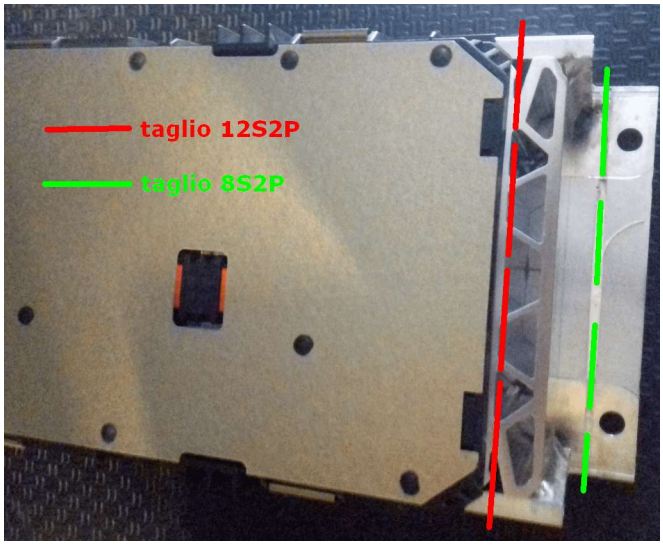
Disporre le celle con orientazioni differenti porta nel lungo periodo ad avere invecchiamenti differenti all'interno delle stesse (come succede sulle Nissan Leaf in sui alcune celle sono in orizzontale ed altre in verticale).



dettaglio piastrine di fissaggio



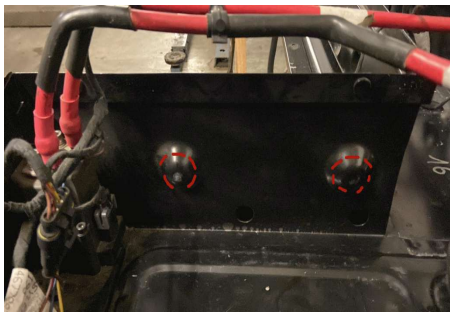
taglio del bordino inferiore

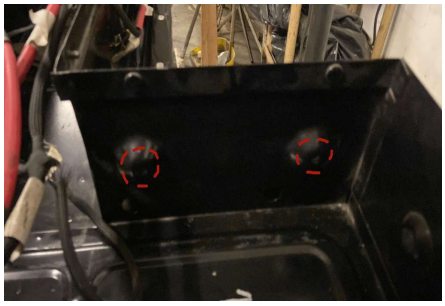




Chiusura del modulo prima del taglio

I bugni evidenziati del cassone posteriore sono troppo sporgenti e vanno quindi tagliati e chiusi:





Cassone anteriore



1. modulo 8S2P rialzato di 53mm, fissato con 3 prigionieri
2. modulo 12S2P con bordi totalmente tagliati montato sul fondo, fissato con 4 prigionieri

Il cavo grigio è il sensore di temperatura del BM piombo collegato all'alluminio di un modulo.

Per l'uscita dei cavi ho usato le guaine in gomma che si usano per i cavi delle portiere delle auto.

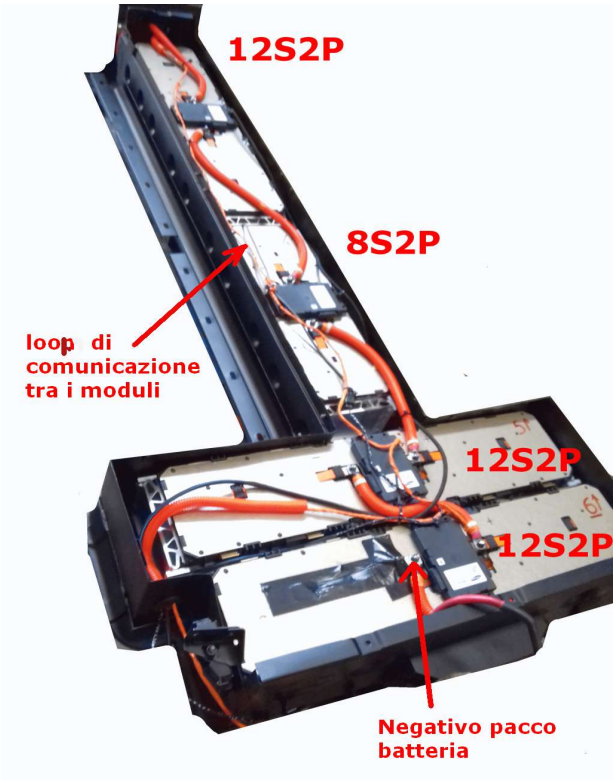


maniglia per facilitare l'inserimento dei moduli. Il modulo di sinistra ha ancora i bordi originali, quello di destra ha i bordi totalmente tagliati



dettaglio distanziale 53mm (45+8)

Cassone posteriore



1. modulo 12S2P con bordi parzialmente tagliati montato rialzato di 8mm (su 2 piatti larghi di ferro), fissato con 2 prigionieri
2. modulo 8S2P con bordi parzialmente tagliati montato rialzato di 8mm (su 2 piatti larghi di ferro), fissato con 2 prigionieri
3. modulo 12S2P con bordi parzialmente tagliati montato sul fondo, fissato con 4 prigionieri
4. modulo 12S2P con bordi totalmente tagliati montato sul fondo, fissato con 4 prigionieri

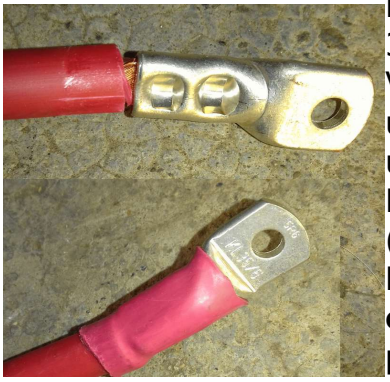
Il cavo grigio è il sensore di temperatura del BM piombo collegato all'alluminio di un modulo.

Prima di chiudere tutto è consigliabile collegare il BMS litio al loop, alimentarlo e verificare con l'app da PC che legga tutti i moduli

Vista prigionieri sotto cassone posteriore



Cavi



Per la parte di potenza servono cavi di 35mm2 con almeno 400V di isolamento. Vanno crimpati bene con l'apposita pinza utilizzando un occhiello foro 6mm di uguale sezione, ad esempio RS 398-1924 . Per il loop tra i moduli usare cavi twistati (intrecciati) simili a quelli originali. **Prima di inserire i fusibili verificare che + e – siano corretti e che relè precarica e principale non siano invertiti.**

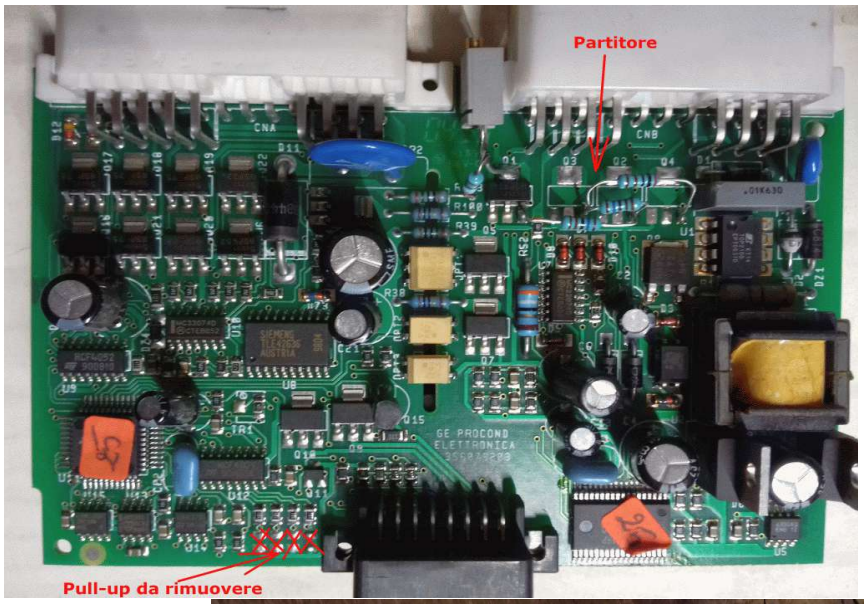
Come fusibili ho riutilizzato quelli originali della Seicento.

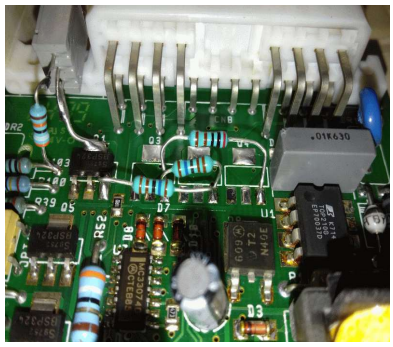


anche questa sezione deve essere di 35mm2

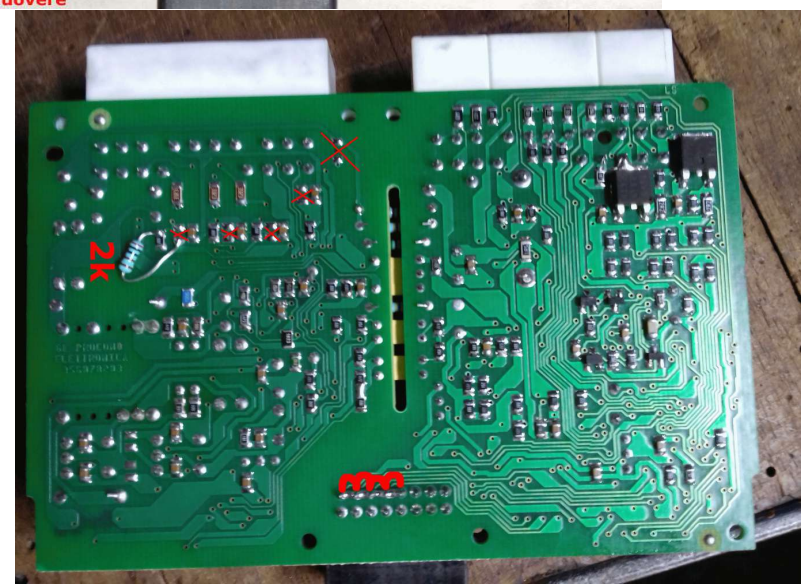
BM piombo e BMS litio

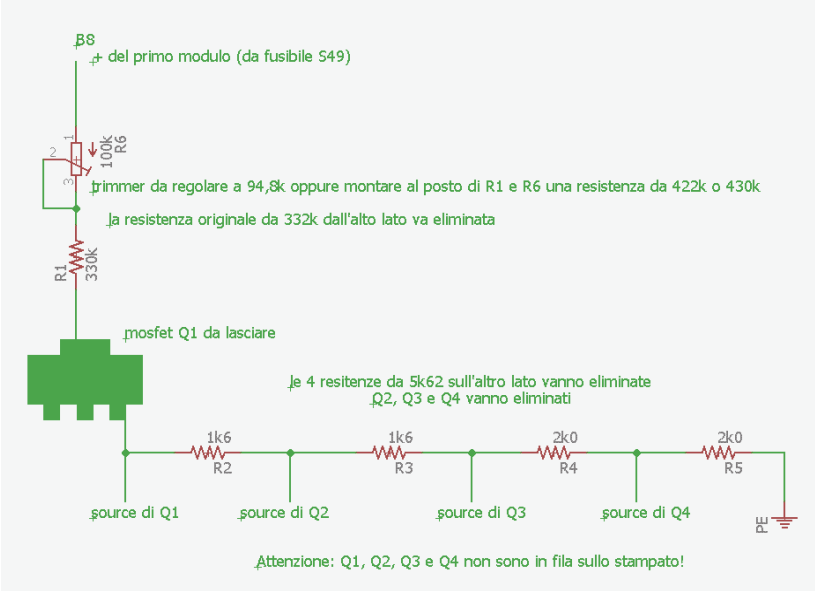
Il BM piombo originale della Seicento gestisce anche la verifica dell'isolamento e la corrente pertanto è meglio lasciarlo.
Per eliminare i sensing (gestiti ora e in maniera migliore dal BMS litio) delle batterie intermedie ho sostituito i 3 mosfet Q2, Q3 e Q4 con un partitore resistivo come nello schema sotto. Gli vanno comunque lasciati il positivo ed il negativo diretti del pacco batteria.
Le 5 ventole nei cassoni vanno rimosse e i loro fori vanno chiusi.
Siccome la BM piombo richiede però il segnale di giri delle ventole ne ho mantenuta una spostandola vicino al DC-DC converter per raffreddarlo durante la ricarica, in quanto durante la ricarica la pompa acqua non gira.
Per avere un solo ingresso giri ventole ho collegare assieme i 5 ingressi ed eliminato 4 delle 5 resistenze di pull-up. Se invece non si monta nessuna ventola va messo un emulatore che fornisca un segnale onda quadra open collector 120Hz.





dettaglio





Schema partitore per eliminare i sensing intermedi, senza creare assorbimenti

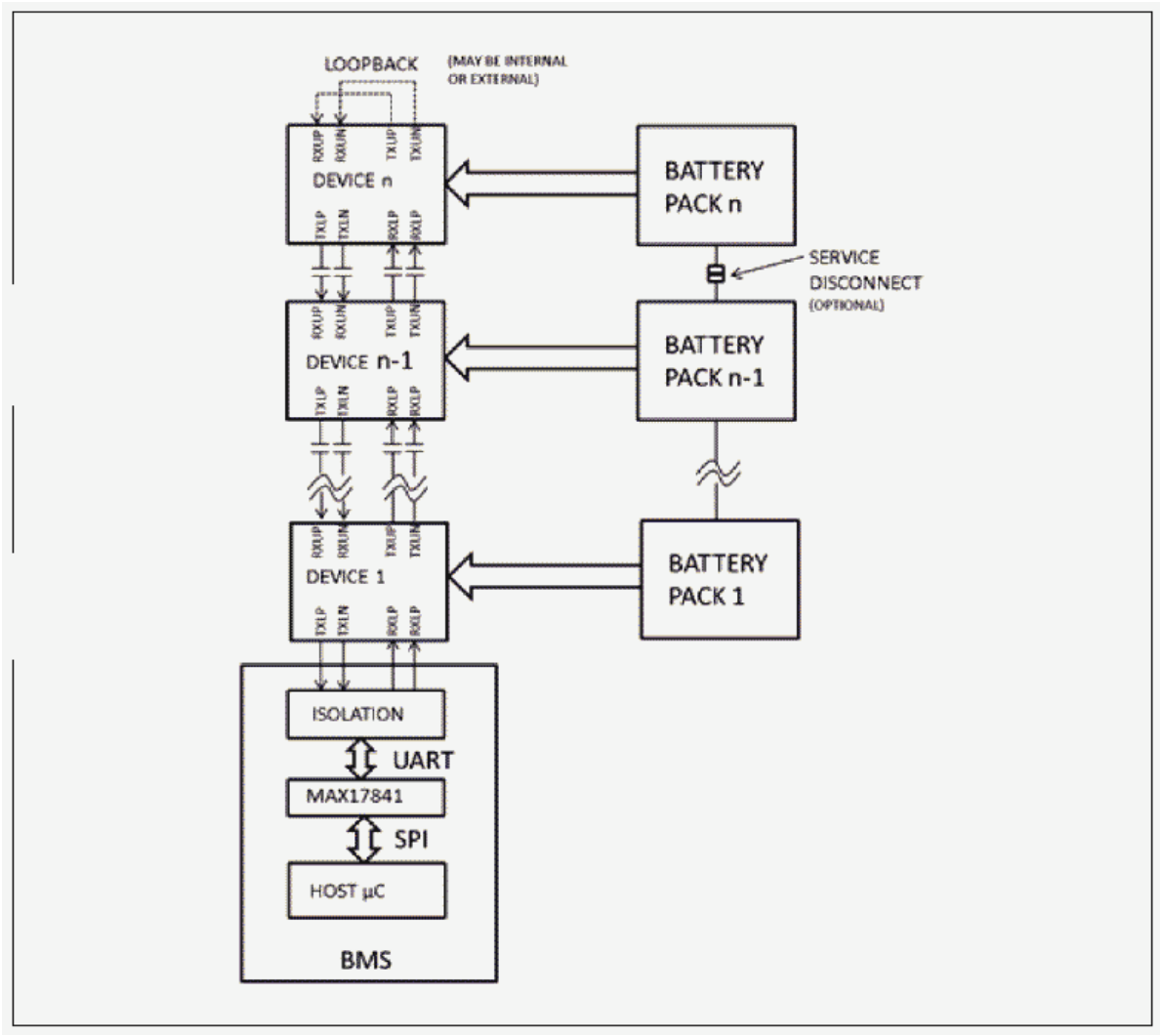
Il BM piombo fornisce all'inverter sul pin C12 un segnale PWM open collector fra 25 e 100Hz con duty cycle proporzionale alla carica della batterie. Siccome pensa che le batterie siano da 13kWh il filo va scollegato (rimane la spia motore accesa) o collegato ad un circuitino che dia un segnale per ingannarlo.
Il BM piombo gestisce anche la spia riserva che si accende quando si sono consumati 13kWh.
Anche se non era necessario ho lasciato i due sensori di temperatura originali del BM piombo, uno attaccato ad un modulo nel cassone anteriore e uno attaccato ad un modulo nel posteriore.



BMS litio CMC MAX



BMS litio, qui posizionato zona posteriore destra

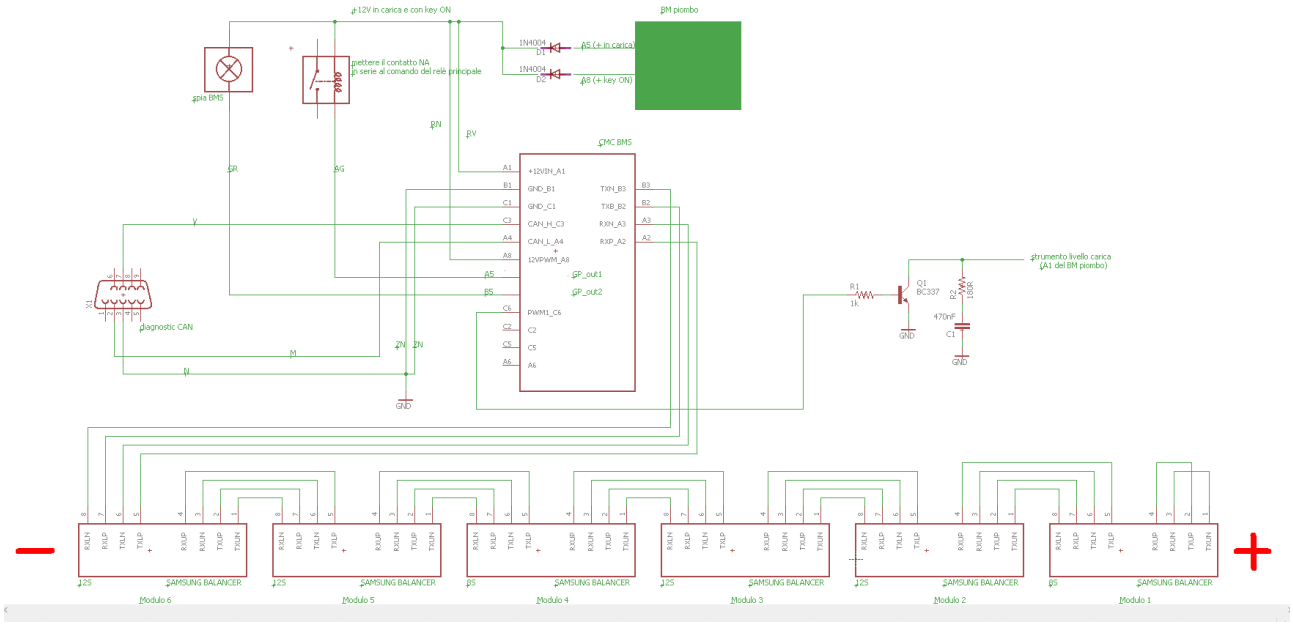


Principio di funzionamento della lettura dei dati dei moduli

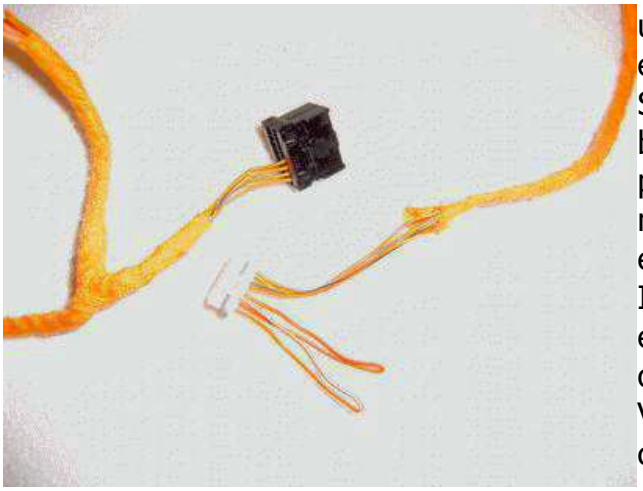
Il BMS litio CMC MAX della WDR automatisering si interfaccia, mediante il loop di comunicazione, con tutti i bilanciatori Samsung montati sopra i moduli e gestisce le tensioni, le temperature e il bilanciamento. Quì è configurato (direttamente dal produttore olandese) per eccitare un relè quando è tutto ok e diseccitarlo quando qualcosa non va.
Il contatto NA del relè è stato posto in serie al cavo ZN (viola-nero) del pin 30 del relè JE2. In questo modo in caso di avaria non viene eccitato il relè principale, ma rimane attivo quello di precarica. In questo modo mentre l'inverter o il caricabatterie fanno la precarica il BMS litio fa la lettura delle celle.
Questo BMS gestisce anche una spia (che si accende in caso di problemi, sta accesa durante la prima lettura delle tensioni e lampeggia quando si sta esaurendo la batteria) e tramite l'uscita PWM può gestire la lancetta dell'indicatore di carica.
L'indicazione di carica è ricavata dalla tensione quindi il valore varia leggermente tra accelerazione e rilascio.

Tramite la sua applicazione da PC si può visualizzare ogni cella.

La lettura delle 64 celle richiede circa 2 secondi nella quale la spia rimane accesa. **Fare l'avviamento o iniziare ad accelerare solo quando la spia si spegne, in modo da essere certi che si sia eccitato il relè.**
Io non avendo più il serbatoio del gasolio ho usato la spia riserva gasolio come spia BMS. Se si mantiene il serbatoio del gasolio va aggiunta una spia a parte.



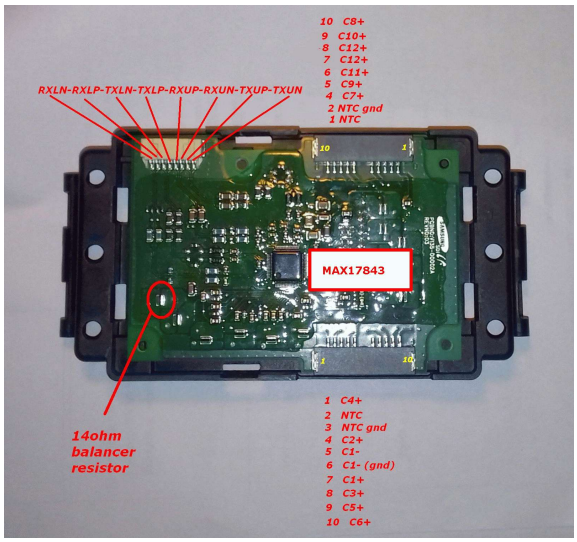
I bilanciatori Samsung (basati su chip MAX17843) montati sopra ai moduli si alimentano direttamente dal modulo stesso e comunicano tra di loro mediante una seriale isolata di 4 fili (2 di mandata e due di ritorno, qui chiamata loop). Sull'ultimo (o sul primo, è indifferente) bilanciatore Samsung la seriale va ponticellata per creare il ritorno: ogni modulo manda i dati a quello successivo e nell'ultimo si torna indietro.
Il cavo di comunicazione tra i moduli può essere realizzato modificando quello originale della 500e. Va allungato molto. Vanno usati cavi twistati (intrecciati) come gli originali.



inizio e fine del loop



Bilanciatore Samsung

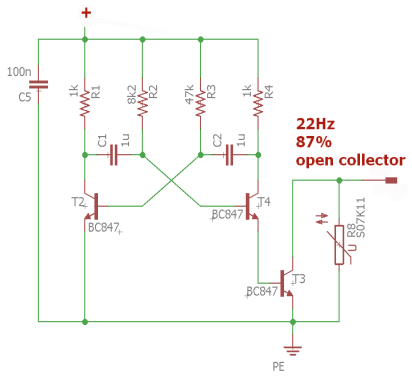


Collegamenti bilanciatore Samsung

Quando si assembla la batteria le celle devono essere tutte cariche uguali entro qualche decina di mV, in quanto il bilanciamento lavora in maniera lenta (lavora sia durante la carica, sia durante l'uso)



Lo 'scatolino' contiene i diodi, il transistor e il circuito per ingannare l'inverter

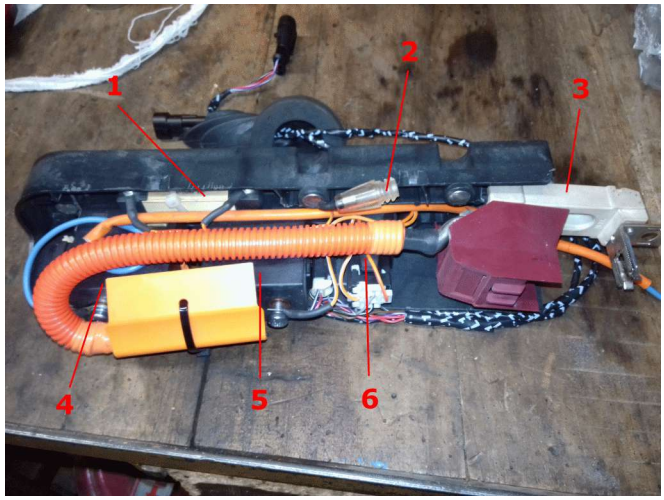


Circuito (un semplice multivibratore astabile) usato per generare il segnale per ingannare l'inverter

Rele

Si possono utilizzare i relè originali della Seicento, però, siccome erano più nuovi e potenti e ne avevo 5, ho preferito utilizzare quelli della 500e. Vanno mantenute la resistenza di precarico originale da 100 ohm e i fusibili originali della Seicento.

Ho raggruppato il gruppo rele+resistenza precarica+fusibile sul positivo in un unico gruppo montato nel cassone anteriore, sopra il secondo modulo e gli ho messo una botola sopra in modo da potevi accedere senza dover smontare il pacco batteria.



1. **S20** Resistenza precarica 100ohm (Seicento elettra)
2. **S49** fusibile volante per BM piombo (Seicento elettra) direttamente su positivo
3. **S38** fusibile potenza sul positivo (Seicento elettra)
4. Relè HV per riscaldamento (500e)
5. **S13** Relè HV principale (500e)
6. **S10** Relè precarica (500e)

Il fusibile di potenza sul negativo (**S39**) è rimasto quello originale in fondo al cassone posteriore.
Il fusibile intermedio **S37** qui è stato eliminato.

Il fusibile **S45** (0 V) per il BM piombo è stato messo tra la morsettiera del vano centraline ed il BM piombo.

I relè della 500e sono più grandi di quelli della Seicento e hanno bobine che assorbono di più. Per sicurezza a fianco di ogni bobina ho messo un diodo di freewheel.





Casone anteriore con botola aperta

Il fusibile in più che si vede nella foto è quello del riscaldatore PTC.

Impermeabilizzazione

I moduli della 500e e le relative centraline **NON sono impermeabili**.
I cassoni della Seicento **NON sono impermeabili**.
Io mi sono limitato a coprire i moduli all'interno dei cassoni con dei teloni impermeabili in PVC che li coprono fino alla base e ho chiuso i buchi di ventilazione e sigillato con silicone i coperchi. Questo garantisce protezione solo verso gli schizzi e verso la nebbiolina stradale ma non contro l'immersione.
Viste le continue alluvioni da cambiamento climatico sarebbe meglio prevedere una completa sigillatura dei cassoni.

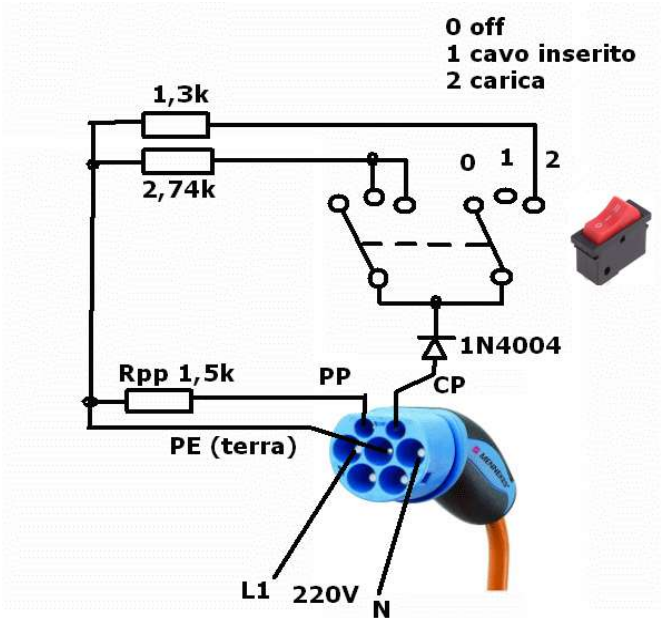
Caricabatterie

I 2 sensori di temperatura del caricabatterie sono quelli attaccati ai cassoni (uno nell'anteriore e uno nel posteriore).
La tensione di carica delle batterie litio non varia con la temperatura. Le resistenze da mettere al posto dei 2 sensori di temperatura del caricabatterie in base al valore di tensione finale che si vuole ottenere sono:

2,2k 253V
2,7k 255V
3,2k 257V
3,7k 259V
3,9k 260V

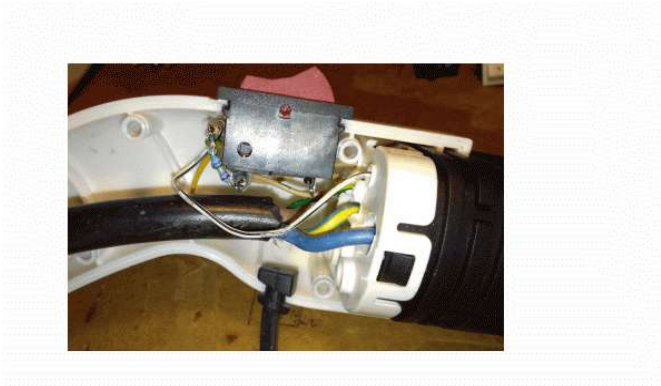
Finita la carica continua a fare un leggero mantenimento che alza, molto molto lentamente, la tensione delle celle al litio.

Ricarica da Wall-Box / colonnine pubbliche





Eventuale montaggio presa mennekes su vettura (in questo caso basta un interruttore 0-I da montare su vettura per il solo inizio carica, in quanto la resistenza da 2,74k è sempre collegata)



Cavo per wallbox con attivazione manuale (serve un interruttore 0-I-II per simulare manualmente il collegamento alla vettura e l'inizio di ricarica). Mettendo all'altro capo una presa femmina tedesca può andare bene per alimentare qualunque cosa che va a 220V. Ovcviamente il PWM fornito dalla wall-box per indicare la corrente effettivamente fornibile viene ignorato.

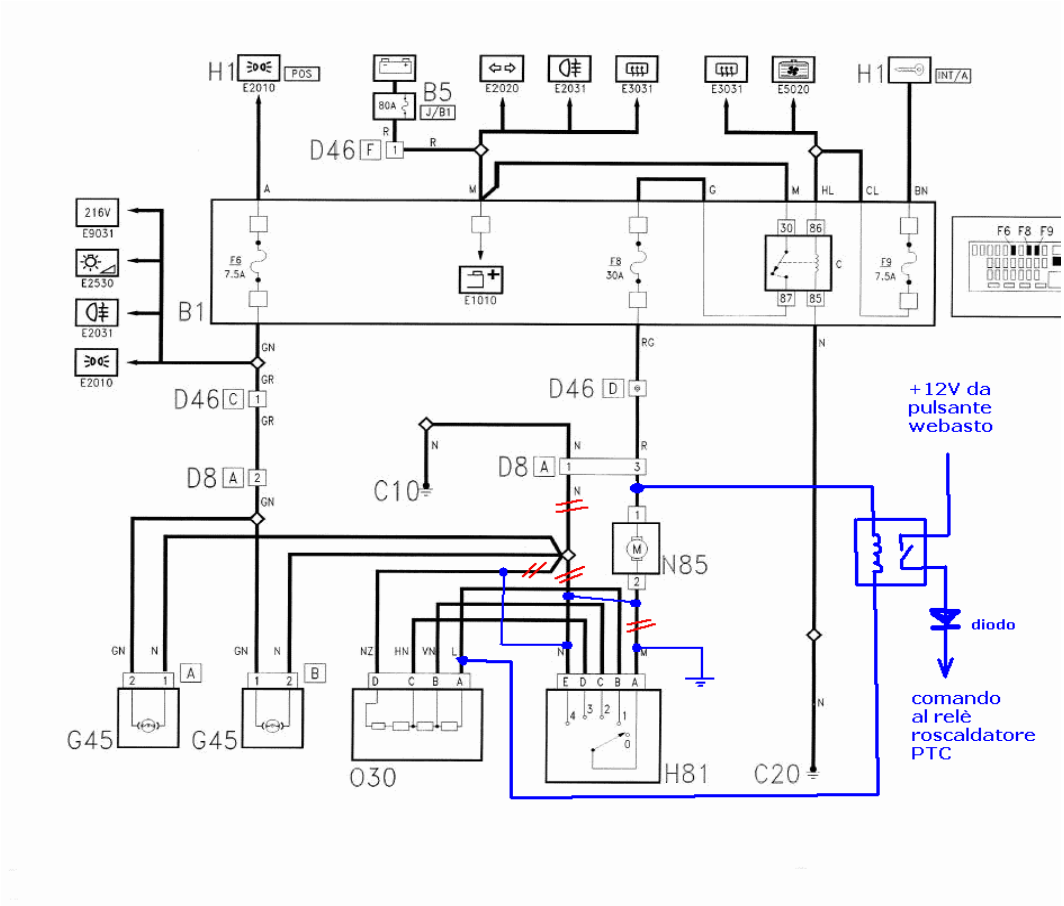
Se si elimina dalla Seicento la sua presa di ricarica originale, o se ne aggiunge un'altra, è necessario aggiungere un relè a 220V con il contatto normalmente aperto che vada a mettere a massa il pin A (segnale spina inserita) della presa Marechal quando è presente la 220V.

Riscaldatore elettrico

Avendo a disposizione tanti kWh ho eliminato il webasto e montato una resistenza PTC da 220V al posto del radiatore del riscaldamento. Essendo le PTC autoregolanti supportano anche i 260V della batteria carica.
Per evitare di disturbare la precarica dell'inverter ed evitarne l'accensione al key-off (che potrebbe portare a scaricare la batteria HV) è necessario:

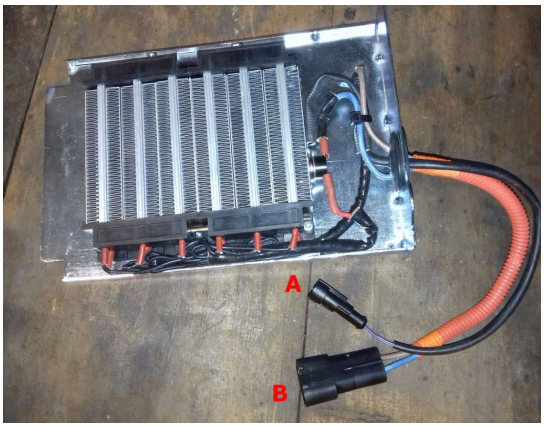
- utilizzare un relè HV a parte per il solo riscaldamento
- la massa del relè del riscaldamento è la stessa del relè principale (controllata quindi dal BMS)
- il positivo del relè del riscaldamento deve essere fornito solo se viene premuto il tasto sulla plancia e la ventola interna deve essere almeno alla prima velocità

Per riconoscere che la ventola stia andando almeno alla prima velocità è necessario modificare l'impianto elettrico in questo modo:



Io ho montato un PTC da 1,5kW che è risultato un po' piccolo (scalda l'aria in ingresso di circa 30°) . Sarebbe meglio stare su 2-3 kW





Il connettore A è un NTC per il termostato elettronico da collegare sulla leva del rubinetto del riscaldamento (cosa che devo ancora fare).

Molle e ammortizzatori

Con questo setup di batterie si possono lasciare posteriormente le molle originali e anteriormente montare quelle della seicento a benzina e la vettura risulta rialzata di 30 mm. Non avendo la barra stabilizzatrice davanti, anche se il baricentro è basso, si ha però un evidente rollio in curva.
Non ho trovato molle già fatte adatte (fose quelle aftermarket della sporting all'anteriore o del Qubo natural power al posteriore, ma non l'ho testato).
Ditte come BSA sospensioni sono in grado di realizzare molle adatte su richiesta.
Esistono in commercio dei "morsetti per molle di sospensione" che permettono di unire due spire, correggendo l'altezza in modo economico.
Come ammortizzatori anteriori vanno bene quelli della versione a benzina.
Dietro se servono vanno fatti fare da chi fa ammortizzatori in quanto non si trovano più.
I tamponi di fine corsa posteriori non esistono più. Si possono adattare quelli della Panda 169 Natural Power, forandoli ed inserendogli nella parte di gomma piena una boccola con un diametro interno di 8mm (per fargli passare la vite).
I tubi freno anteriori sono equivalenti a quelli della Alfa 166. Quelli posteriori sono equivalenti a quelli della Alfa 145
I cilindretti posteriori sono gli stessi della Seicento a benzina, le ganasce sono quella della Panda 141.

Modifiche estetiche

Per montare i cerchi in lega della sporting sulla elettra servono distanziali da 5mm (se inferiori sfregano sulla sospensione, se superiori sfregano nei parafanghi) con relative viti allungate.

FR Tuning Automotive fornisce ancora frecce fumè/trasparenti omologate, spoiler e altro

Le barre laterali si trovano solo non originali su Ebay

Scritto nel 12-2023 da Resta Gianni