



Florian • Florian
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind



Regione del Veneto - POR FESR 2014-2020
Bando per il sostegno a progetti sviluppati da aggregazioni di imprese
ASSE 1 "RICERCA, SVILUPPO TECNOLOGICO E INNOVAZIONE"
e
ASSE 3 "COMPETITIVITÀ DEI SISTEMI PRODUTTIVI"

OGGETTIVI SPECIFICI
"Incremento dell'attività di innovazione delle imprese"

"Consolidamento, modernizzazione e diversificazione dei sistemi produttivi territoriali"

VEHICLE TO HOME (V2H) - L'AUTO ELETTRICA COME VETTORE DI ENERGIA NELLA "SMART GRID URBANA"

DURATA DEL PROGETTO PREVISTA IN MESI (massimo 15 mesi): 14

Inizio del progetto (giorno/mese/anno): 24/07/2017

Fine del progetto (giorno/mese/anno): 22/09/2018



Floriana • Floriana
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind

Prefazione

Il progetto Vehicle to Home (V2H) prevede la realizzazione di un prototipo di “Smart Grid Urbana” capace di collegare in maniera innovativa un’auto elettrica, anche trasformata con retrofit elettrico, con una colonnina di ricarica allacciata ad un edificio civile. Il progetto si inserisce nella specializzazione intelligente Sustainable Living, in quanto riguarda la mobilità sostenibile nei luoghi di vita (casa e uffici), con l’innovazione assoluta legata alla capacità di cedere e assorbire l’energia in entrambe le direzioni (Home-Auto/ Auto-Home).

Cuore dello sviluppo sperimentale è realizzare un’innovazione legata alla componentistica meccanica nel campo della mobilità elettrica, stimolando un sistema avanzato di produzione nel settore del “fast charge bidirezionale” fra edifici e auto elettriche in grado di incidere nel driver dell’innovazione dell’efficienza energetica.

La sommatoria di questi elementi porta ad una traiettoria di sviluppo di soluzioni tecnologiche innovative hardware e firmware di sistemi integrati di smart city improntati su un concetto di circular economy.

La qualità risiede nella necessità di collegare auto con retrofit elettrico ai luoghi di vita attraverso una colonnina di ricarica, inserendo un elemento innovativo assoluto costituito da un firmware in grado di far dialogare l’hardware e il software in maniera bidirezionale. L’applicazione descritta, prendendo spunto dall’innovazione degli inverter bidirezionali creati per il fotovoltaico, permetterà di sviluppare un prototipo di smart city in cui l’auto diventa un vettore non solo in grado di ricaricarsi ma anche di cedere l’energia nei contesti di vita urbana. Questa rivoluzione permetterà di inserire l’auto come elemento delle smart grid (reti intelligenti) in quanto non concepita più come mero mezzo di trasporto, ma anche come accumulatore di energia disponibile per gli usi domestici o diffusi sul territorio (ricaricare una carrozzina elettrica, un defibrillatore oppure accumulare energia in caso di emergenza).

L’intero sistema Vehicle to Home verrà monitorato e gestito attraverso una APP (V2HApp) che registrerà i flussi di consumo e assorbimento nel prototipo sperimentale, quest’ultimo realizzato presso il Green Energy Park di Padova. La funzionalità della APP non permetterà solamente di monitorare i consumi ma sarà il vero e proprio “telecomando” con cui il cittadino potrà collegare e scollegare a suo piacimento il veicolo nelle diverse situazioni di assorbimento e cessione dell’energia.

Per poter raggiungere tale obiettivo il progetto si avvale di diversi portatori di conoscenza quali: Drive Srl (esperto di energie solari, retrofit e mobilità elettrica); Officina Sanguin (primo trasformatore veneto di auto elettriche); Novamind (creazione della V2HApp); il Dipartimento ICEA dell’Università di Padova e Fondazione Fenice quali organismi di ricerca; DataVeneta computers (monitoraggio dati); Efedue (isolamento termico e tecniche costruttive di bioedilizia).



Florian Florian
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind

Studio sulla possibilità di utilizzare il veicolo come accumulatore e quindi di restituire all'abitazione energia elettrica accumulata precedentemente

Il Progetto VEHICLE TO HOME (V2H) - L'AUTO ELETTRICA COME VETTORE DI ENERGIA NELLA "SMART GRID URBANA" propone un concetto rivoluzionario che implica l'integrazione di veicoli elettrici e le energie rinnovabili in un unico sistematico approccio integrato. Focus della sperimentazione è realizzare un'innovazione legata alla componentistica meccanica nel campo della mobilità elettrica, stimolando un sistema avanzato di produzione nel settore del "fast charge bidirezionale" fra edifici e auto elettriche in grado di incidere nel driver dell'innovazione dell'efficienza energetica.

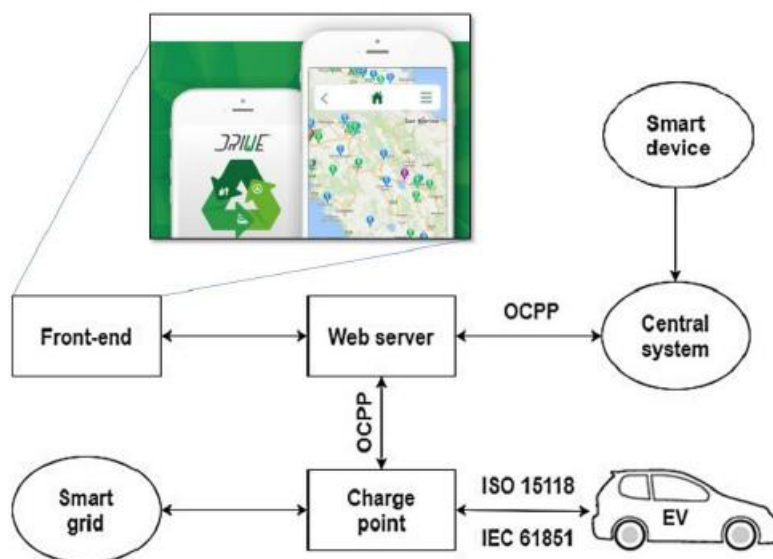


Figura 1 operating scheme

La sommatoria di questi elementi porta ad una traiettoria di sviluppo di soluzioni tecnologiche innovative hardware e firmware di sistemi integrati di smart city improntati su un concetto di circular economy.

Il progetto mira a sperimentare l'implementazione di una "Smart Grid Urbana", un sistema di interazione intelligente tra i luoghi di vita, i veicoli e la loro energia. Tutto ciò, gestito dallo stesso utente, tramite un'app dal proprio dispositivo mobile. Le migliori che emergono interessano, quindi, vari dispositivi collegati tra loro. Se, infatti, i concetti di auto elettrica e di green&smart building sono già consolidati, non è ancora stato introdotto nel mercato il concetto di fast charge bidirezionale. Il sistema consente di utilizzare il proprio veicolo come accumulatore di energia, in grado di funzionare quale generatore in caso di



Florian Florian
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind

necessità. L'innovazione di processo e di prodotto che risulterà dal progetto mira a massimizzare la gestione dell'energia elettrica domestica, consentendo all'utente di decidere quando/come utilizzare l'energia presente nella sua abitazione e nel suo veicolo.

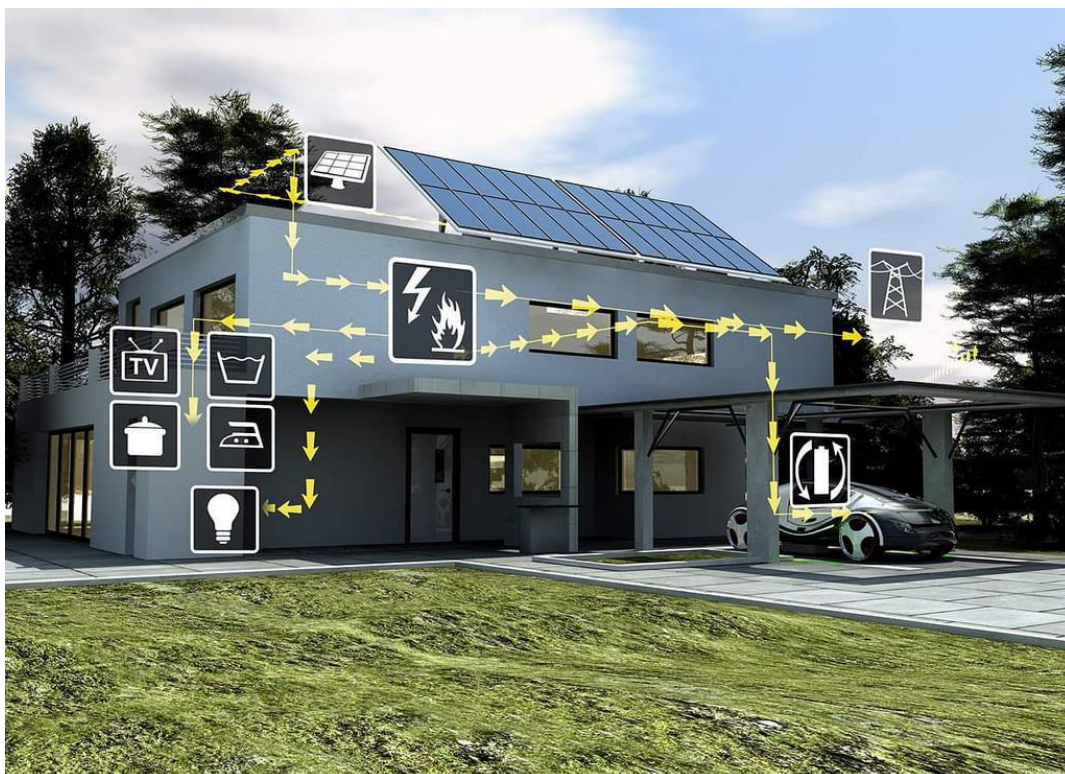


Figura 2 schema di sintesi Sistema integrato

SERVIZI DI RETE OFFERTI DAL VEICOLO (V2G V2H)

I sistemi di accumulo V2G (veicle to grid/veicle to home) svolgono un ruolo importante nel supporto alla generazione perché sono necessari per la gestione ottimizzata delle microreti e indispensabili per la gestione dei transitori veloci. Permettono inoltre di creare un disaccoppiamento tra la fase di produzione di energia e quella di utilizzo ottimizzando così la produzione da fonti rinnovabili non programmabili. I sistemi di accumulo, inoltre, offrono una serie di servizi ancillari alla rete e ne garantiscono l'ottimizzazione. L'insieme dei servizi offerti dai sistemi di accumulo è riportato nella figura

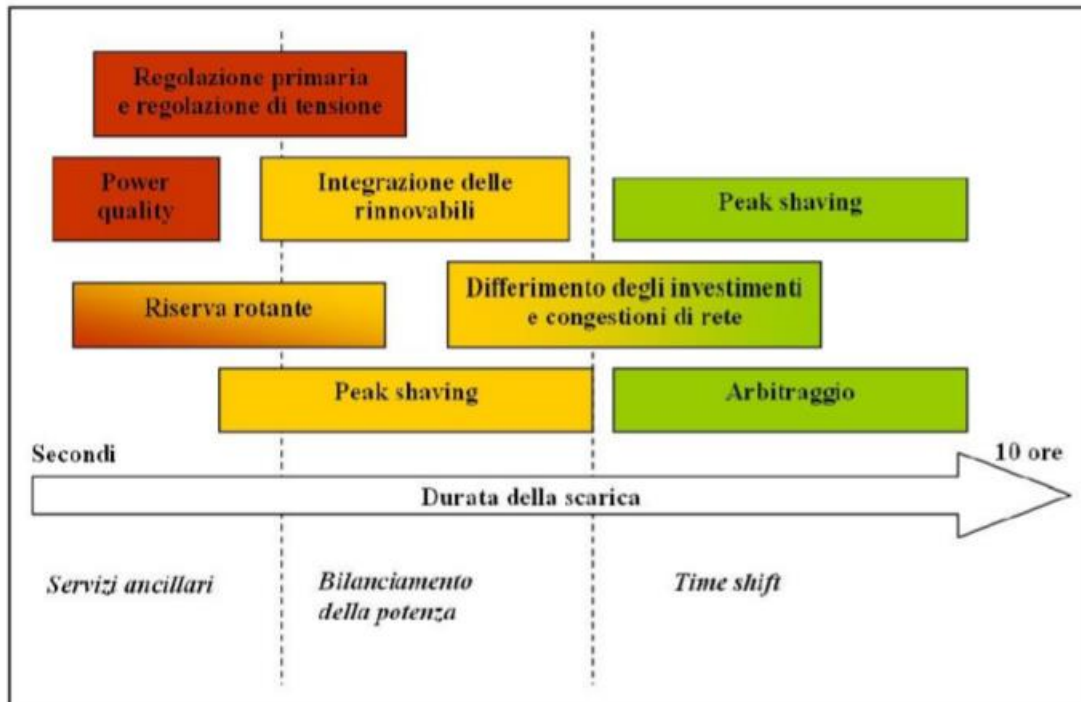


Figura 3 Servizi di rete offerti dagli accumulatori, suddivisi per la durata di intervento

Esistono diverse tipologie di accumulatori ed è possibile raggrupparli in base alla tecnologia utilizzata: accumulatori elettrochimici, elettromeccanici e basati su super condensatori. Per quanto riguarda gli accumulatori elettrochimici, la tipologia di batterie più versatile per fornire servizi alla rete è quella basata sugli ioni di litio (NCA-LFP), ed è proprio questa tecnologia di batterie che sta avendo sempre più applicazioni nell'ambito della trazione elettrica

Con l'introduzione di milioni di EV e di PHEV, è quindi possibile utilizzare le loro batterie come elemento di accumulo per fornire servizi alla rete, possono essere infatti utilizzate come una fonte per sostenere picchi di carico, come spinning reserve (energia di riserva immagazzinata) o come strumenti di regolazione dell'energia prodotta. L'interazione bidirezionale tra il veicolo e la rete viene chiamata Vehicle to Grid (V2G) ed è possibile solo in un contesto di Smart Grid (argomento trattato nel capitolo 6) ovvero una rete elettrica evoluta in grado di comunicare in maniera bidirezionale tra il gestore e il consumatore utilizzando sistemi intelligenti di misura e di monitoraggio dei consumi e delle richieste. Come visto nel capitolo 1, i veicoli elettrici montano batterie con una capacità che può andare da 10kWh ai 100kWh in accordo alla taglia del veicolo stesso. Una volta collegati alla rete, i veicoli elettrici offrono quindi un grosso potenziale per la gestione dell'equilibrio della potenza di rete. Lo scenario V2G porta vantaggi anche al consumatore infatti esso può rivendere l'energia, può stipulare contratti elettrici ad hoc oppure può ottenere degli incentivi sull'acquisto del veicolo elettrico o sulla sostituzione delle batterie. Una delle problematiche della tecnologia V2G è quella della ricerca di un protocollo standard valido per le comunicazioni e per la misurazione. Al momento, infatti, non esiste ancora alcuno standard per la comunicazione bidirezionale. Fondamentale per il successo del V2G è lo sviluppo di tecniche di misurazione avanzate, delle tecniche di ricarica e dei componenti di monitoraggio. Per lo sviluppo del V2G servono i seguenti requisiti: - connessione di potenza affinché il flusso di energia passi dal veicolo alla rete; - controlli e interfacce logiche: permettono al gestore della rete



Floriant Floriant
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind

di determinare la capacità disponibile delle batterie; permettono di monitorare la potenza in uscita dal veicolo; garantiscono la presenza di servizi ausiliari; - precisione nelle misurazioni che avvengono durante il processo.

Vantaggi del V2G

Come anticipato nell'introduzione, la modalità V2G permette di sfruttare le batterie in diversi modi vantaggiosi sia dal punto di vista tecnico (per la rete) sia dal punto di vista economico.

Servizi per la rete

Le batterie dei veicoli elettrici possono offrire alla rete diversi servizi. I principali sono riportati di seguito. **Power Peak** Quando è richiesto un aumento temporaneo della potenza in rete, vengono momentaneamente messe in servizio alcune centrali. Con la tecnica V2G le batterie delle auto possono essere utilizzate per questa funzione in maniera meno dispendiosa e più rapida rispetto a quella di mettere in servizio una centrale. Il sistema di accumulo viene utilizzato per far fronte a variazioni rapide del carico livellandolo sulla potenza media. La durata di accensione per far fronte ai picchi è in media di 3-5 ore. In regime V2G questa richiesta di potenza è affrontabile solo con un numero elevato di veicoli collegati contemporaneamente alla rete (ad esempio in un parcheggio). Le batterie dei veicoli elettrici possono fornire energia (attraverso la scarica) durante le fasi di richiesta di potenza e assorbirla (attraverso la carica) durante le fasi di basso carico, così da diminuire la differenza tra il picco di carico massimo e le condizioni di carico minimo. Questa operazione è definita Peak Shaving, e l'effetto è riportato nella figura seguente:

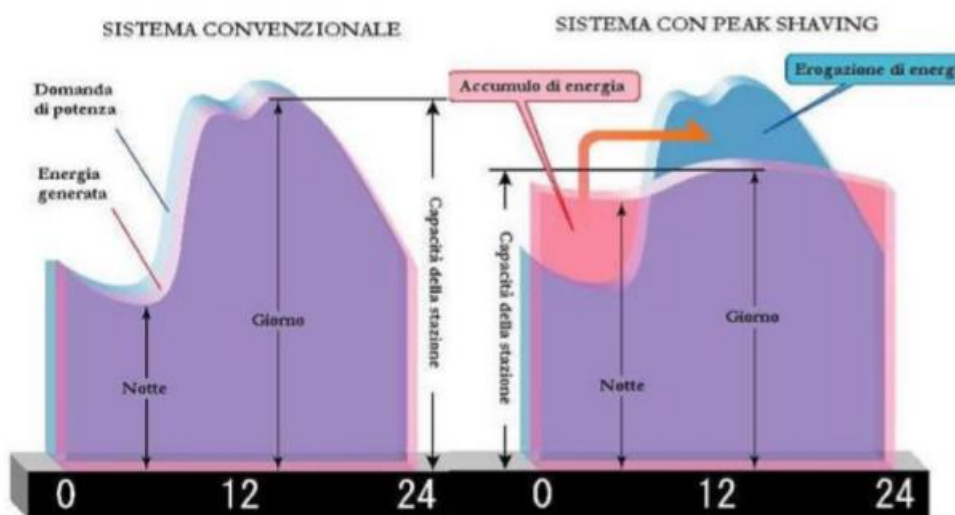


Figura 4- Peak Shaving

Spinning Reserve Il termine Spinning Reserve si riferisce a dispositivi che sono in grado di fornire picchi di potenza in maniera rapida (10 minuti) su richiesta del gestore della rete. Tipicamente questi generatori vengono chiamati a produrre potenza per 20- 50 volte all'anno e sono pagati in base alla loro capacità di produrre energia durante un evento non programmato e in relazione alla potenza erogata. Questa è una condizione perfetta per lo sfruttamento delle batterie degli EV, che costituiscono una spinning reserve solo per il fatto di essere collegate alla smart grid. Anche l'utente trae un vantaggio da questa condizione perché l'energia erogata viene pagata in base al tempo di spinning.



Florian • Florian
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind

Regolazione di Frequenza La frequenza del sistema deve essere mantenuta a 50Hz per garantire il corretto funzionamento delle utenze collegate alla rete. Se la frequenza si alza, significa che i carichi collegati in rete non sono sufficienti per assorbire tutta la potenza generata, occorre quindi aumentare il carico in rete oppure diminuire la potenza elettrica prodotta. Se la frequenza si abbassa, significa che il carico collegato alla rete richiede una potenza superiore a quella erogata in quel momento, occorre quindi ridurre il carico oppure aumentare la produzione di potenza. La regolazione della frequenza deve avvenire sotto il controllo diretto del gestore della rete che invia segnali al generatore il quale deve rispondere entro un minuto aumentando (regolazione verso l'alto) o diminuendo (regolazione verso il basso) la potenza generata. In modalità V2G le batterie offrono un valido aiuto per la regolazione di frequenza perché attraverso il processo di carica possono assorbire potenza dalla rete in caso di sovragerazione, mentre con il processo di scarica possono funzionare da generatore nel caso di sotto generazione.

Backup e immagazzinamento dell'energia da fonti rinnovabili Uno dei compiti del V2G è quello di supportare le fonti di energia rinnovabile in modo da ottimizzare le operazioni di bilanciamento della rete. L'eolico e il fotovoltaico sono due fonti di energia rinnovabili non programmabili (la loro produzione dipende dai fattori atmosferici) e spesso i loro picchi produttivi non coincidono con le richieste di carico della rete. Gli accumulatori permettono di assorbire l'energia rinnovabile prodotta nei periodi di basso carico e di re-iniettarla in rete nei momenti di maggiore carico. Si ha quindi un disaccoppiamento temporale tra la produzione di energia e il suo utilizzo. La capacità di immagazzinare e fornire energia da parte delle batterie è però limitata nel tempo e dipende ovviamente dalla potenza installata sul veicolo. Le batterie delle automobili connesse alla rete in modalità V2G permettono anche di effettuare operazioni di backup e di disaccoppiamento temporale della produzione, ma la soluzione ottimale dal punto di vista tecnico è quella di installare accumulatori fissi nei pressi delle centrali eoliche o fotovoltaiche. L'energia immagazzinata nelle batterie delle automobili può anche servire da back up in caso di black out: si formano piccole isole della rete elettrica che possono rimanere alimentate fino alla risoluzione del guasto.

Aspetti economici L'applicazione del V2G porta anche ad altri vantaggi: oltre alla diminuzione dell'inquinamento e all'indiretta tutela ambientale, si avranno dei vantaggi economici sia per l'operatore sia per il proprietario del veicolo. L'energia immagazzinata nelle batterie può essere utilizzata per soddisfare una parte della richiesta locale di energia, così da abbassare i picchi del profilo di carico. In questo modo si riduce lo stress sulle centrali, si riduce l'energia presente nel sistema di distribuzione e di conseguenza si riducono le perdite. L'abbassamento del picco, quindi, permette di ridurre il costo dell'elettricità nei periodi di massimo carico. Il prezzo dei servizi elettrici basati sulle batterie è più competitivo di quello basato sui generatori e i veicoli elettrici offrono un sistema di potenza molto più flessibile e controllabile. Questo mostra come il gestore della rete di distribuzione abbia dei benefici economici dall'uso del V2G. L'energia viene immagazzinata nelle batterie durante la notte, quando l'elettricità costa meno, e viene rilasciata in rete nei periodi di picco, quando ha il suo massimo costo. Sfruttando la differenza di prezzo, il proprietario del veicolo ha un guadagno con il quale può ammortizzare l'investimento iniziale per l'acquisto del veicolo elettrico. Altri vantaggi economici per il proprietario del veicolo in configurazione V2G risiedono nella possibile stipulazione di un contratto elettrico ad hoc che può prevedere agevolazioni sul prezzo dell'energia elettrica oppure incentivi sull'acquisto di una nuova batteria che, come visto nel capitolo 2, all'aumentare del numero di cicli di carica/scarica dovuti alle operazioni di V2G, perde efficienza e vita utile.

V2G Aggregato

Con l'aumento del numero di automobili elettriche presenti in circolazione, il gestore della rete potrebbe trovarsi a dover effettuare contratti V2G con migliaia di proprietari di veicoli. Per evitare questo, può intervenire una terza parte che aggrega veicoli elettrici in blocchi dell'ordine dei MW e rivende energia in massa al gestore di rete offrendo



Florian • Florian
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind

servizi sia alla rete sia ai proprietari dei veicoli. L'aggregazione di veicoli elettrici può avvenire in grandi parcheggi di edifici commerciali o in apposite strutture per la ricarica. Con questa soluzione la rete non vede la potenza del singolo veicolo ma percepisce la struttura come un'unica fonte di potenza elevata. Il sistema di gestione della struttura deve essere in grado di dialogare con la rete come se fosse un'unità singola, ma deve allo stesso tempo monitorare lo stato e le richieste di ogni veicolo connesso all'interno della struttura, per questo occorre lo sviluppo di tecniche di controllo aggiuntive rispetto al controllo del singolo veicolo. Una grande quantità di veicoli collegati nello stesso punto, se non gestita in maniera corretta, può portare a surriscaldamenti nei trasformatori e a forti sbilanciamenti sulle fasi della rete di trasmissione.

Interfaccia

Uno degli aspetti critici nello sviluppo del V2G è quello di creare e diffondere uno standard stabile nel tempo per la comunicazione con le smart grid. Il veicolo elettrico deve integrarsi perfettamente con il sistema elettrico, per questo il processo di carica richiede un'ottima comunicazione tra il veicolo, la colonnina di carica e la rete. Al contrario dei veicoli tradizionali, il veicolo elettrico non può essere "rifornito" solo in una stazione di servizio, ma può essere ricaricato anche in ambiente domestico, sul posto di lavoro, in parcheggi attrezzati e in stazioni di ricarica. Per continuare a garantire questa ampia scelta, deve essere sviluppata una interfaccia standard, sia software sia hardware, per permettere l'interoperabilità tra veicoli di diversi produttori e le diverse tipologie di colonnine di carica che si possono incontrare. Questo, oltre ad offrire vantaggi per l'utilizzatore, può portare ad un incentivo per aumentare la penetrazione del veicolo elettrico nel mercato dei trasporti. Per avere un maggior successo commerciale, la procedura di carica di un EV deve essere più semplice e più automatizzata possibile, soprattutto per quanto riguarda le autorizzazioni, le operazioni da compiere e il processo di fatturazione. Nelle stazioni di ricarica pubbliche o semi-pubbliche, la colonnina deve essere in grado di riconoscere l'utente così da inviare la fattura direttamente al suo account in modo da evitare pagamenti in contanti o con carta di credito. L'operazione di identificazione dell'utente porta anche al riconoscimento dei profili tipici di carica e delle impostazioni di V2G così da semplificare e velocizzare le operazioni. Le informazioni importanti come i cicli di carica-scarica effettuati, le richieste dell'utente, i suoi profili di utilizzo del veicolo, le previsioni di utilizzo e lo stato della rete, vengono unite e processate in modo da fornire all'utente un profilo adeguato per i successivi programmi di carica.

Struttura generale

Come visto in precedenza, è necessario trovare un protocollo standard per la trasmissione delle informazioni tecniche e commerciali in ambito V2G. Una prima soluzione proposta prevede lo scambio di informazioni attraverso un IPv6 basato sulla tecnologia PLC. Per garantire la velocità e l'efficienza dello scambio di informazioni si utilizza un codice XML binario. La struttura del messaggio V2G è composta da 3 elementi, V2G_message, Header e Body. Il V2G_message identifica il documento XML come un messaggio V2G e contiene l'Header e il Body. L'Header contiene informazioni generiche che non sono strettamente correlate con il messaggio vero e proprio, ad esempio codici di identificazione della sessione e dell'utente, oppure informazioni riguardanti la sicurezza e la privacy. Nel Body è contenuto l'effettivo messaggio da trasportare, che può essere una richiesta dell'utente alla rete o una risposta dal server che controlla il processo. Durante il processo di carica avviene una fitta comunicazione tra il veicolo elettrico e il fornitore del servizio, attraverso queste fasi:

- Autorizzazione: quando un EV sceglie un servizio da un EVSE, viene inviata una richiesta di autorizzazione che contiene informazioni sulla sicurezza e sullo stato della batteria del veicolo. In risposta dall'EVSE si ha la conferma o meno dell'autorizzazione.



Florian • Florian
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind

- Power Discovery: dopo aver ottenuto l'autorizzazione, l'EV invia i parametri di carica e le informazioni sul pagamento all'EVSE. Dopo aver ricevuto questi dati, l'EVSE controlla che i parametri immessi siano compatibili con il veicolo collegato e con lo stato attuale della rete, successivamente calcola una tariffa in base all'energia richiesta per il processo di carica. In risposta l'EV riceve informazioni sui parametri di carica proposti e sulla tariffazione.
- Line Lock: il messaggio è usato per bloccare il connettore in modo da evitare distacchi accidentali. In risposta si ha la segnalazione del riuscito (o non riuscito) bloccaggio.
- Power Delivery: l'EV conferma il profilo di carica proposto e accetta la tariffazione proposta dall'EVSE. Il processo di carica ora può iniziare.
- Metering Status and Metering Receipt: durante il processo di carica, in maniera alternata, i risultati delle misurazioni vengono forniti e richiesti. - Power Off: il veicolo elettrico richiede di interrompere l'erogazione di potenza all'EVSE, che risponde con un messaggio di conferma bloccando la carica.
- Line Unlock: il messaggio di sblocco del connettore viene inviato all'EVSE. In caso di risposta positiva è possibile disconnettere il veicolo dalla colonnina.

I punti di accesso per la comunicazione con un determinato elemento della rete sono offerti dai server. A ogni server sono associati dei parametri definiti, come un indirizzo IP e un numero di porta. All'interno dei server sono presenti dei dispositivi logici che permettono di monitorare la rete o parte di essa; questi dispositivi sono formati a loro volta da nodi logici che valutano lo stato della rete utilizzando quattro parametri:

- Status Information: informazioni, in sola lettura, che descrivono lo stato dei nodi logici;
- Settings: valori di configurazione modificabili; - Valori di Misura: risultati delle misurazioni, sono valori di lettura;
- Controllo: offre la possibilità di effettuare operazioni di distacco sulle utenze; I veicoli elettrici, con le loro batterie, possono essere considerati come delle centrali elettriche virtuali. Attraverso questi dispositivi e tecniche di controllo è possibile monitorare lo stato di una centrale virtuale e dei carichi connessi, così da gestire la smart grid in maniera ottimale cercando di mantenere il bilancio energetico. I soli parametri presenti nei nodi logici, però, non sono sempre sufficienti a descrivere in maniera completa lo stato della centrale virtuale. Occorre quindi introdurre altri parametri che permettono di controllare al meglio il processo di scambio di potenza tra veicolo e rete in un contesto di smart grid. Questi parametri sono:
 - Massima potenza assorbita: è la massima potenza che la centrale virtuale può assorbire dalla rete;
 - Massima potenza emessa: è la massima potenza che la centrale virtuale può immettere nella rete;
 - Step-less si/no: indica la possibilità di poter effettuare un controllo continuo della potenza assorbita o immessa nella rete;
 - Capacità totale d'immagazzinamento: si riferisce al valore reale o virtuale massimo d'immagazzinamento che l'operatore della centrale virtuale mette a disposizione;



Florian • Florian
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind

- Livello della corrente di carica: questo parametro esiste solo nelle centrali virtuali con capacità d'immagazzinamento e indica il valore massimo di corrente sopportabile durante la fase di accumulo; - Efficienza dell'immagazzinamento: indica il rapporto tra l'energia immagazzinata e quella che potenzialmente potrebbe andare persa;
- Punto di partenza e punto di arrivo: è un parametro specifico per i veicoli elettrici e indica l'orario in cui la carica deve iniziare e finire oppure la soglia minima di carica da raggiungere;
- Minimum Target Energy Amount: anche questo parametro è tipico per i veicoli elettrici e indica la quantità di energia da raggiungere ad un determinato orario;
- Minimal Charging State Trajectory: a volte non basta specificare il minimum target energy amount ma occorre specificare anche il profilo di carica per raggiungere il valore minimo di energia richiesto ad un determinato orario;
- External Feeder: alcune tipologie di batterie hanno una perdita costante di energia che ne riduce il livello di carica e aumenta i tempi di ricarica. Occorre quindi una sorgente esterna che immette nella batteria l'energia necessaria per mantenere costante il livello di carica.

Tutti questi parametri permettono di avere il quadro completo dello stato delle centrali virtuali connesse alla smart grid in modo da poter effettuare una gestione ottimale della rete. Il processo di carica di un EV viene costantemente monitorato attraverso i dati forniti dal Metering Status che vengono raccolti nel server centrale e utilizzati per aggiornare lo stato delle singole utenze collegate alla smart grid. Nel caso in cui il centro di controllo delle centrali virtuali rilevasse un cambiamento tale da dover modificare il profilo di carica di un EV, partirebbe una comunicazione dal server centrale all'EVSE che avvierebbe una procedura di rinegoziazione del nuovo profilo di carica. Se le condizioni rilevate dal centro di controllo delle centrali virtuali dovessero essere particolarmente gravose, il processo di carica nelle utenze che lo consentono può essere interrotto e ripreso in seguito.

Protocolli di comunicazione

Esistono vari metodi per comunicare con la rete, ma per garantire l'interoperabilità e uno sviluppo più veloce serve trovare un protocollo standard. Per trovare il sistema più adatto per le operazioni in ambito V2G, ogni protocollo di trasmissione viene valutato in base alla sua capacità di assorbire poca potenza e di garantire la sicurezza delle comunicazioni. Prendendo in considerazione queste due caratteristiche viene ora eseguito un confronto tra quattro protocolli di comunicazione.

Schema di Controllo V2G

Uno sbilanciamento tra la richiesta di potenza e la generazione può essere rilevato osservando la frequenza delle grandezze di rete in ingresso agli utilizzatori. La quantità di potenza assorbita da un veicolo elettrico in modalità V2G (PV2G) è un compromesso tra la quantità necessaria per i bisogni della rete e la quantità minima di SOC in accordo con i cicli di carica e le necessità di utilizzo impostati dall'utente. La massima potenza disponibile in modalità V2G (Pmax) dipende anche dal dimensionamento dell'impianto al quale è collegato il veicolo. Durante operazioni V2G lunghe è possibile che la batteria arrivi vicino al SOC minimo stabilito dall'utente, in questo caso interviene un controllore che permette di regolare il processo di V2G in modo che il SOC non scenda sotto il valore minimo



Florian • Florian
la Casa dal Cuore Bio



Novamind

impostato. Ipotizzando di stimare correttamente il SOC, la formula che regola il controllo della potenza prelevata in modalità V2G è la seguente:

$$P_{V2G} = P_{max} \left\{ 1 - \left(\frac{SOC - SOC_{low(high)}}{SOC_{max(min)} - SOC_{low(high)}} \right)^2 \right\}$$

Quando SOC si avvicina al valore minimo, il funzionamento V2G viene sospeso e i sistemi di controllo permettono di riportare la batteria sopra il valore impostato. Il controllo passa dalla modalità V2G alla modalità V1G che consiste in un processo unidirezionale di carica controllata.

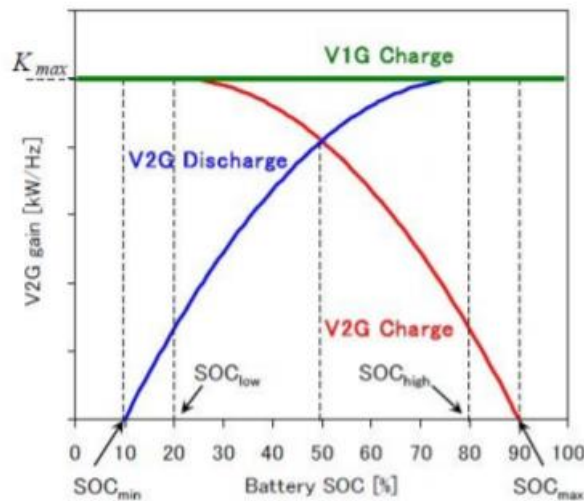


Figura 5 - Modalità di funzionamento in relazione allo stato di carica

La quantità di energia necessaria per passare dal SOC attuale a quello di destinazione SOCE viene calcolata utilizzando un accurato modello della CAPITOLO 4 - SERVIZI DI RETE OFFERTI DAL VEICOLO (V2G) 80 batteria. E' possibile effettuare una stima della durata delle operazioni V1G utilizzando la seguente formula:

$$T_{V1G} = \frac{SOC_E}{P_{V1G}}$$

Simulazione V2G

Nel momento in cui si collega il veicolo alla smart grid, i dati relativi a SOC, capacità, tensione della batteria connessa, corrente di linea, segnale di regolazione e altre variabili elettriche, vengono trasmessi in tempo reale al centro di controllo, dove vengono elaborati e memorizzati in modo da monitorare il veicolo e garantire la gestione ottimale del processo V2G. Analizzando questi dati è possibile osservare il comportamento della batteria e della rete al variare delle condizioni richieste. Le varie casistiche sono riportate e analizzate nei seguenti paragrafi.



Florian Florian
la Casa dal Cuore Bio



Novamind

Carica semplice: Quando il veicolo viene impostato nella modalità "carica" anziché in quella "V2G", inizia un processo di carica semplice che prevede il passaggio di energia dalla rete alla batteria. L'auto elettrica è vista come un carico e non viene effettuata alcun tipo di regolazione. La carica può avvenire nei diversi modi visti nei capitoli precedenti e viene eseguita alla massima potenza permessa dall'impianto a cui è collegato il veicolo (salvo disposizioni diverse impostate dall'utente). L'evoluzione del processo di carica è rappresentata nel seguente grafico:

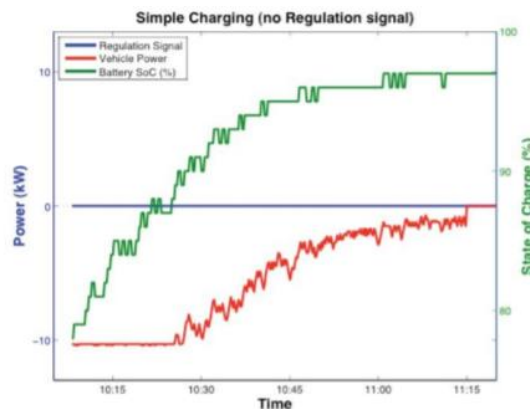


Figura 6 Andamento delle grandezze nella modalità di carica semplice

Lo stato di carica della batteria (SOC) in questo caso è un'approssimazione basata sul livello di tensione della batteria, è per questo che nel grafico mostra un aumento a gradini (linea verde). Come visto nei paragrafi 2.4 e 5.2 esistono diversi modi più o meno accurati per misurare il SOC. Nel caso in esame la batteria parte dal 78% e aumenta fino all'89% utilizzando la massima potenza disponibile di carica che, in questo caso, è di 10kW, come si vede osservando la linea rossa. Una volta raggiunto il 90%, la potenza di carica viene ridotta dal BMS (2.4) per preservare la vita della batteria. Per lo stesso motivo, la carica viene terminata al raggiungimento del 97% di SOC. Non viene effettuata alcuna procedura di regolazione (la linea blu rimane a zero).

Scarica semplice: In questa condizione la batteria è vista come un generatore e viene scaricata in modo da fornire potenza alla rete. Anche in questo caso non viene eseguita alcuna operazione di regolazione. Per avere un quadro completo di cosa succede durante la scarica, in questa simulazione la batteria è stata scaricata manualmente portandola volontariamente ad una tensione di 0 Volt. Normalmente l'operazione di scarica avviene in automatico, in accordo con le esigenze della rete, inoltre la batteria non viene mai portata a tensione nulla per motivi di sicurezza. Nel grafico seguente sono riportati l'andamento del SOC e della potenza immessa in rete



Floriana • Floriana
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind

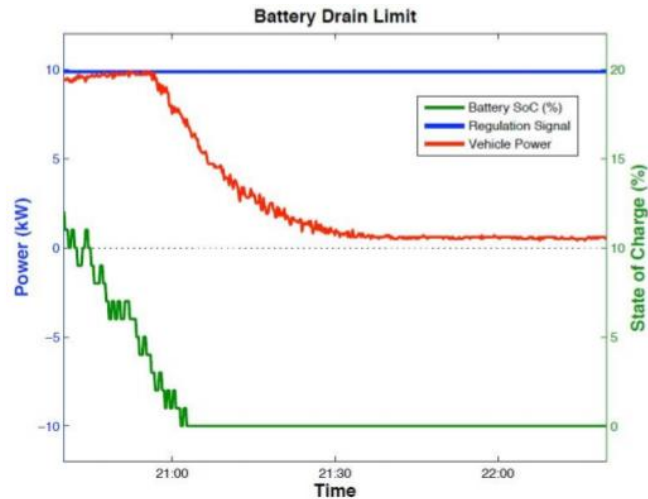


Figura 7 Andamento delle grandezze in caso di scarica semplice

Alla batteria vengono richiesti 10kW, come mostrato dallo stato del segnale di regolazione (linea blu). Finché SOC è a livelli adeguati, la batteria riesce a fornire la potenza richiesta alla rete, ma quando SOC inizia ad abbassarsi (attorno al 5%) la potenza fornita alla rete diminuisce. Questo è dovuto ai meccanismi di protezione della cella che riducono la potenza erogabile perché la sicurezza della cella è prioritaria rispetto alle operazioni V2G. Si nota che si ha un assorbimento di potenza anche quando SOC è a zero. Questo è dovuto a un sistema di protezione della cella che consiste nel dichiarare esaurita la batteria anticipatamente lasciando così una minima quantità di carica per evitare fenomeni di sovra scarica. Come anticipato, in questa simulazione si è volutamente prolungato il processo di scarica al di sotto dei limiti minimi di sicurezza.

Regolazione verso l'alto e verso il basso: Quando il veicolo è impostato per rispondere alle esigenze di regolazione della rete, il flusso di potenza tra il veicolo e la rete non è più unidirezionale ma dipende dal segnale di regolazione (linea blu nel grafico). Dal grafico si nota come il segnale di regolazione varia velocemente e come il flusso di potenza del veicolo riesca a seguire queste fluttuazioni.



Florian Florian
la Casa dal Cuore Bio



Novamind

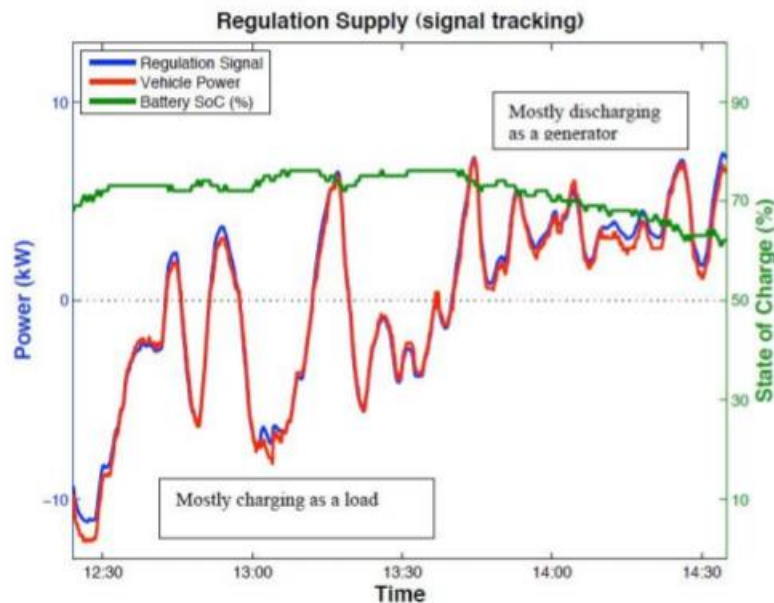


Figura 8 Andamento delle grandezze nel funzionamento V2G

Lo stato di carica della batteria varia da circa 70% a circa il 60%. Fino alle 13.30 circa SOC si mantiene mediamente costante perché la potenza richiesta in regolazione verso l'alto (scarica) è quasi uguale a quella richiesta verso il basso (carica). Dopo le 13.30, invece, SOC decresce perché le richieste di regolazione verso l'alto (scarica) prevalgono su quelle verso il basso.

Simulazione di una giornata: E' possibile ora vedere il comportamento della batteria in una tipica giornata. Viene preso in considerazione un veicolo usato sporadicamente. Nel nostro caso viene usato 3 volte: - tra le 14.48 e le 15.16, SOC scende da 97% a 91%; - tra le 18.54 e le 20.30, SOC scende da 97% a 88%; - tra le 8.35 e le 9.13, SOC scende da 70% a 49%. Quando non è utilizzato, il veicolo è sempre connesso alla rete in modalità V2G, per un totale, nel nostro caso, di 21.5 ore. Si nota dal grafico come la carica disponibile dopo i periodi di regolazione sia sufficiente per utilizzare in maniera soddisfacente il veicolo, questo perché le regolazioni verso il basso (carica) sono state superiori rispetto a quelle verso l'alto (scarica). La presenza di numerose regolazioni verso il basso ha escluso i periodi di sola scarica del veicolo permettendo così di poter effettuare operazioni di regolazione per tutta la durata del tempo di connessione alla rete. Dal grafico si nota come la variazione di SOC prodotta dal processo V2G sia comparabile con quella ottenuta durante i periodi di utilizzo del veicolo. Normalmente le variazioni di SOC dovute alla V2G devono essere contenute per minimizzare il danneggiamento e l'invecchiamento della batteria.



Florian Florian
la Casa dal Cuore Bio



Novamind

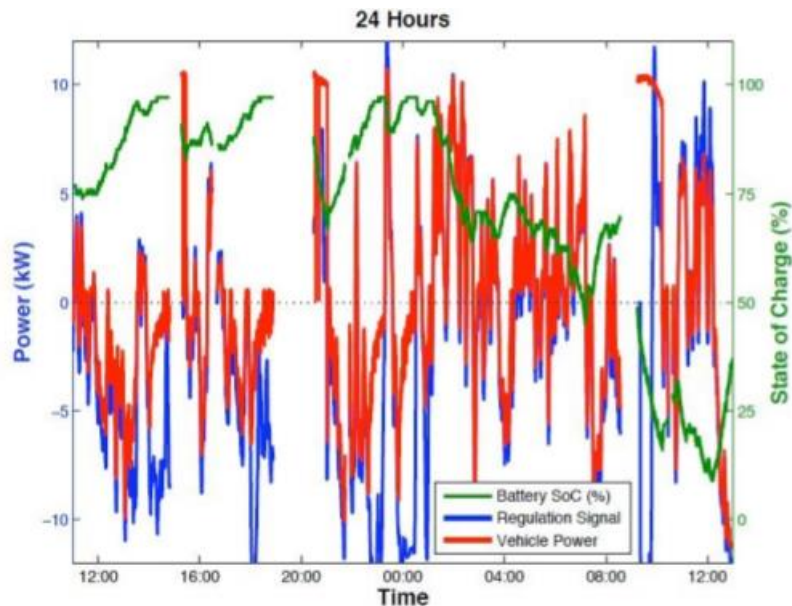


Figura 9 Andamento giornaliero delle grandezze in modalità V2G

- INTERFACCIA RETE VEICOLO

Introduzione

Affinché il veicolo elettrico abbia successo commerciale occorre creare un'adeguata struttura di punti e stazioni di carica in grado di comunicare tra loro e con la rete di distribuzione. Ogni punto di ricarica non deve essere isolato. Con il progresso tecnologico nella produzione di energia da fonti rinnovabili, è possibile costruire stazioni di carica alimentate da centrali eoliche o fotovoltaiche. La colonnina deve essere in grado di effettuare un processo di carica rapido, efficiente e che rispetti i parametri di sicurezza della batteria. Per far questo sono numerosi i parametri che devono essere monitorati, come la temperatura e la tensione della batteria, la corrente di carica e il tempo totale del processo.

Struttura Lo scopo principale della colonnina è quello di fornire energia al veicolo elettrico (normalmente 220V AC-13A) e di effettuare processi di scambio e acquisizione dati. La struttura di una colonnina isolata è quella riportata nella figura

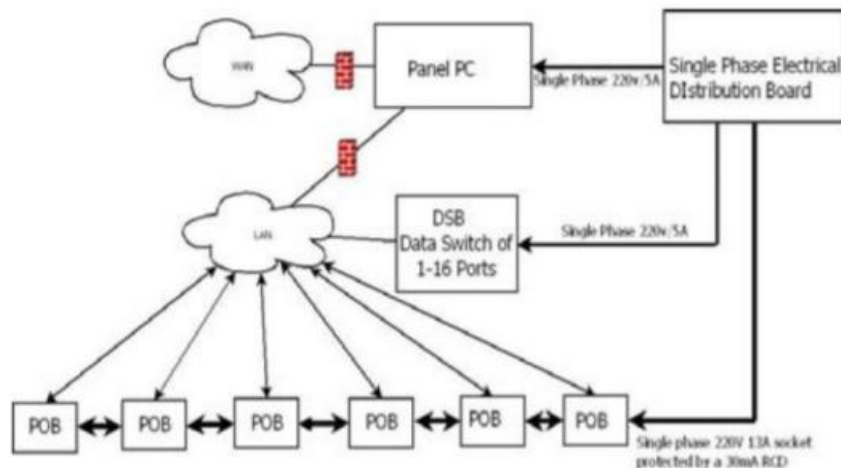


Figura 10- Struttura logica di una colonnina di ricarica

Gli elementi che la costituiscono sono:

POB: Power Output Box, è l'uscita di potenza della colonnina. Contiene da 3 a 6 prese per la ricarica, relay di controllo e sensori per verificare lo stato di connessione della presa. Costituisce l'interfaccia con l'utente attraverso la quale è possibile stabilire i parametri di carica e le soglie che definiscono i punti di arrivo.

DSB: Data Switch Box, è l'interfaccia tra il POB e il computer di controllo del processo di carica. In questa unità vengono elaborati i dati di controllo del processo, quali il flusso di energia, lo stato delle prese di ricarica e lo stato dei relay di controllo.

CPCC: Charging Point Control Console, è l'interfaccia tra l'utente e il sistema di carica. Si occupa della fatturazione e dell'eventuale stampa delle ricevute.

Remote Server: Il server effettua il controllo in remoto delle operazioni di carica e mantiene un archivio dei dati registrati. Analizzando i dati contenuti nell'archivio, l'operatore può avere tutte le informazioni sulle fatturazioni e sull'energia fornita ad un singolo utente. Oltre all'hardware, deve essere presente un software di controllo, la cui struttura tipica è la seguente:

Hardware Monitor: controlla lo stato delle prese di carica ed eventuali errori sulle misurazioni. **Hardware Driver and Control:** implementa operazioni hardware come ad esempio togliere l'alimentazione quando viene raggiunto il tempo massimo di carica.

Human Machine Interface (HMI): è l'interfaccia uomo/macchina, tra il sistema di carica e il proprietario del veicolo elettrico. Deve essere più semplice e intuitiva possibile così da semplificare le operazioni di connessione e di ricarica.

Operazione/Manutenzione: è una parte del software di controllo, accessibile solo agli operatori, che permette operazioni di debug e di risoluzione dei guasti. Una stazione di carica isolata utilizza un sistema di comunicazione



Florian • Florian
la Casa del Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind

basato su client/server: il client acquisisce il segnale e lo invia al server, il quale manda per risposta un segnale di comando che permette lo svolgimento delle operazioni.

Con lo sviluppo dei sistemi di comunicazione e in previsione di un forte livello di penetrazione del veicolo elettrico, è necessario che le varie stazioni di carica isolate possano comunicare tra loro formando una rete distribuita. La struttura di comunicazione sarà costituita da 2 livelli: quello più interno mette in connessione i componenti delle singole stazioni, mentre quello più esterno cura la connessione tra il server e le stazioni. La scelta di un protocollo di comunicazione standard è importante per il futuro sviluppo delle stazioni di carica. Attualmente non è ancora stato adottato uno standard ma uno dei più utilizzati al momento è il protocollo Ethernet. Sebbene la suddivisione su 2 livelli sia ottima, la soluzione che porta all'ottimizzazione è quella di riorganizzare le stazioni in base alla loro grandezza (potenza) e alla regione di appartenenza. In questo modo otteniamo 3 livelli: - unità intelligente di carica e scarica: questa comprende una centralina per l'acquisizione dei dati, lo "smart meter" (3.2.1), il BMS (2.4) e l'interfaccia con l'utente; - controllo integrato della stazione e sistema di gestione: completa il processo di monitoraggio delle operazioni e gestisce l'effettiva interazione tra la rete e l'autoveicolo connesso regolando i processi di carica e scarica. Effettua ulteriori procedure di misurazione e gestisce la fatturazione. Gestisce anche i parametri relativi alla sicurezza (2.4.2); - stazione regionale di monitoraggio dei processi di carica-scarica: fornisce un controllo uniforme sui bisogni della rete e sulla regolazione dei processi di V2G, permette inoltre di monitorare un numero più elevato di veicoli connessi così da poter pianificare al meglio le operazioni di V2G.

Valutazione dello stato di carica (SOC)

Una funzione molto importante della colonnina è quella di valutare lo stato di carica della batteria (SOC) per poter calcolare di conseguenza l'algoritmo di carica più adatto. Lo stato di carica (SOC) è definito come la percentuale della capacità totale della batteria che è disponibile per la prossima scarica o anche come il rapporto tra la capacità disponibile della cella e la sua capacità massima. Il metodo di misurazione dello stato di carica deve essere semplice, pratico e accurato, perché solo una misurazione precisa del SOC permette l'utilizzo ottimale della batteria. Misurazioni poco accurate e poco affidabili del SOC portano ad avere stime errate dell'autonomia della batteria e questo può indurre ad effettuare cicli di ricarica non necessari, con il conseguente aumento del processo di invecchiamento e consumo della cella, oppure può portare a ritrovarsi con la batteria esaurita nonostante venga ancora indicata della capacità residua.

Gli effetti di una misurazione poco accurata dello stato di carica possono avere conseguenze peggiori durante il processo di carica, infatti la batteria può non essere caricata completamente oppure essere sovraccaricata. Ci sono diversi metodi per la valutazione dello stato di carica. I più vecchi si basano sulla misurazione della tensione della cella, ma forniscono risultati poco affidabili perché questa cambia con la temperatura, con l'età della cella e con la corrente di scarica. Altri metodi prevedono la misurazione dell'impedenza della cella utilizzando circuiti a ponte, confrontando poi la misura ottenuta con curve standard di riferimento. Uno dei metodi più diffusi per la misurazione del SOC è quello di misurare il flusso di corrente in ingresso e in uscita dalla batteria e stimarne la capacità integrando nel tempo la corrente (metodo di Coulomb). I risultati di questa misurazione vanno però corretti perché vengono alterati da fattori come la temperatura, l'efficienza del processo di carica o scarica e il numero di cicli di vita della batteria (metodo book-keeping). Il problema principale nella scelta del sistema di misurazione dello stato di carica è l'imprevedibilità del comportamento della batteria e delle abitudini del suo utilizzatore.

Gestione del processo di carica



Floriana • Floriana
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind

Come abbiamo visto, la batteria è il componente fondamentale dell'auto elettrica e la sua vita utile dipende fortemente anche dai metodi di carica utilizzati. Per quanto riguarda le batterie Li-Ion, i metodi di carica più diffusi sono quelli a corrente costante e a tensione costante. Il primo metodo ha un'efficienza elevata nel caso in cui vengano utilizzate correnti elevate, ma certi livelli di corrente non possono essere forniti alla cella quando questa è quasi carica perché si andrebbe incontro alla formazione di gas e a fenomeni rischiosi per la vita della cella stessa e per la sicurezza di quello che la circonda. Utilizzando una corrente costante bassa il processo di carica potrebbe avere una durata inaccettabile, ma in questo modo si avrà la possibilità di effettuare un bilanciamento più accurato delle tensioni delle singole celle. Con il metodo a tensione costante la corrente è elevata all'inizio del processo di carica per poi calare alla fine, quando la cella raggiunge i 4.2V. Le fasi finali di carica sono effettuate con correnti molto basse. Il metodo di carica migliore per garantire ottime prestazioni e un aumento della vita utile della batteria consiste nel monitorare costantemente i parametri delle celle (temperatura, tensione e corrente) e scegliere di conseguenza la tipologia di carica adeguata. Le tipologie di carica più diffuse sono le seguenti: Corrente costante con tensione limitata: questa tipologia viene utilizzata all'inizio della carica e consiste nel mantenere la corrente costante mentre la tensione aumenta progressivamente. Nel momento in cui la cella raggiunge il livello di tensione prestabilito, la tipologia di carica viene cambiata in accordo con le condizioni della batteria. Tensione costante con corrente limitata: mentre la tensione viene mantenuta ad un livello costante, la corrente scende progressivamente e il processo termina quando raggiunge il valore minimo prefissato. Questa tipologia viene utilizzata a metà del processo di carica. Corrente costante e tempo fisso: questa tipologia viene utilizzata a fine processo di carica per provvedere all'equalizzazione delle celle. Tensione costante e tempo fisso: mantiene la tensione costante per un tempo prefissato. Viene spesso utilizzata a metà del processo di carica. Il compito della colonnina è quello di controllare la situazione della batteria e scegliere di conseguenza la tipologia di carica più adeguata. Tutto questo deve avvenire in maniera automatica.

Un sistema proposto per compiere questa gestione è basato sullo standard RS-485 e contiene un algoritmo di controllo del processo di carica che si basa sullo stato di carica, sulla tensione e sulla temperatura delle singole celle. L'intero sistema si appoggia ad un personal computer che viene utilizzato per monitorare il processo di carica e per organizzare i blocchi del sistema di controllo. E' presente anche un'interfaccia che permette la comunicazione tra il caricabatterie e il personal computer. Come anticipato, la trasmissione dei dati dell'intero sistema avviene utilizzando lo standard RS-485, che è caratterizzato da una velocità massima di trasmissione di 10Mbps, una distanza di trasmissione fino a 1200m (a 90kbps) e ha la capacità di eliminare gli errori di modo comune perché i dati vengono trasmessi con un sistema bilanciato. Il sistema di comunicazione tra il personal computer e i sistemi di controllo è del tipo master-slave: i nodi slave non possono comunicare tra loro e non possono occupare il canale di trasmissione senza che prima non siano stati interrogati dal nodo master. Ogni nodo è descritto da un indirizzo univoco. Quando viene trasmesso un comando, tutti i nodi ricevono lo stesso indirizzo contemporaneamente, ma solo il nodo destinatario riconosce il proprio indirizzo e si attiva connettendosi con il master. Il messaggio è composto da 11 bit: un bit di start (0), 8 bit che codificano il messaggio, un bit per l'identificazione dell'indirizzo e un bit di stop (1). L'operatore può eseguire il controllo del processo di carica direttamente attraverso il PC, e può anche effettuare modifiche sui parametri di carica dei singoli caricabatterie controllati dal sistema. Il processo di carica può essere effettuato in maniera differente in base all'orario di inizio: si può avere una carica veloce durante il giorno e una carica lenta di equalizzazione la notte. Durante la carica veloce vengono utilizzate contemporaneamente le prime due tipologie di carica proposte, corrente costante e tensione costante: la carica parte a corrente costante e quando la tensione della batteria raggiunge i 460V il sistema di controllo comanda il passaggio alla tipologia di carica a tensione costante. I grafici relativi alle curve di carica sono riportati di seguito:



Florian Florian
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind

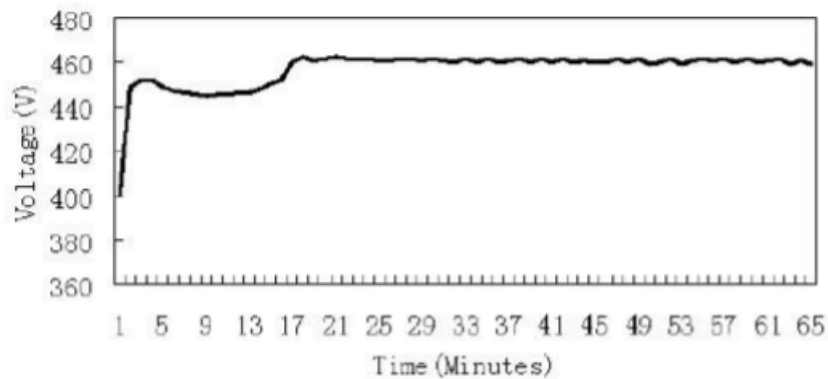


Figura 11 Andamento della tensione durante la carica CC-CV

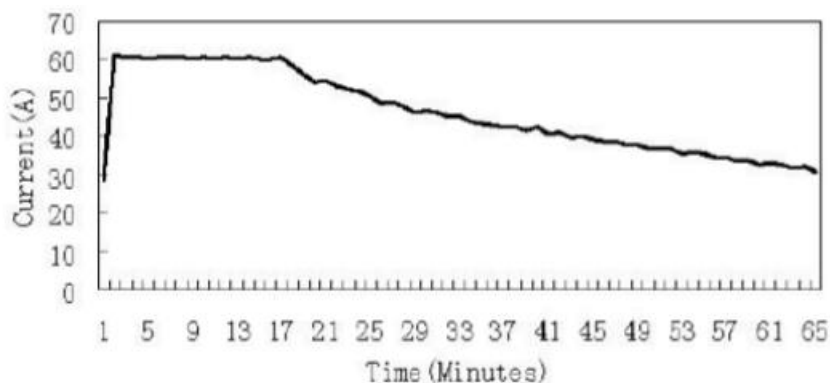


Figura 12 Andamento della corrente durante la carica CC-CV

Durante la ricarica notturna si ha abbastanza tempo per effettuare anche l'equalizzazione delle celle. Viene utilizzata la tipologia di carica con corrente costante e durata limitata, dove la corrente viene mantenuta ad un valore basso per un tempo prestabilito. La carica viene iniziata con il metodo a tensione costante per poi passare, al raggiungimento della tensione di soglia, al metodo corrente costante e durata limitata. I grafici relativi a questa condizione di carica sono riportati di seguito.



Florian • Florian
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind

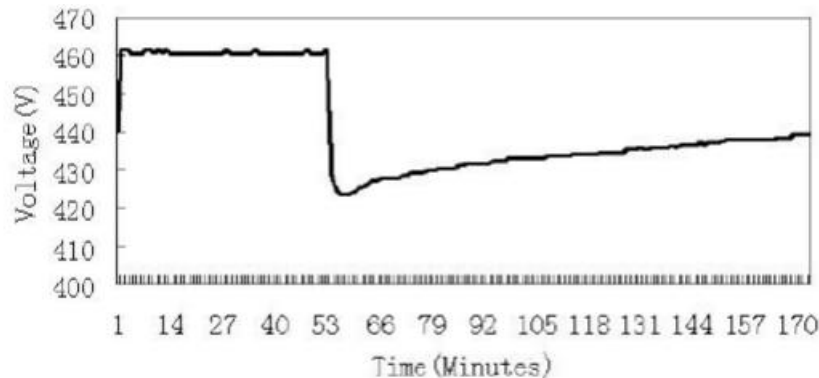


Figura 13 Andamento della corrente durante la carica CV-CC a durata limitata

Il sistema di controllo offre anche una funzione di sicurezza: se la batteria supera i livelli massimi (o minimi) consentiti per tensione, corrente o temperatura, viene lanciato un segnale di allarme, viene riportata la situazione sullo schermo di controllo e il processo di carica viene immediatamente bloccato. Oltre ai dati riguardanti la batteria, il sistema di controllo effettua un campionamento anche sulle grandezze in uscita dal caricabatterie come la tensione di carica e la corrente di carica. La presenza di un amperometro permette di calcolare il flusso di corrente e di energia che scorre tra il caricabatterie e la batteria. I dati vengono elaborati dal sistema di controllo centrale che può così effettuare le operazioni di fatturazione.

Dimensionamento di una stazione di carica

I metodi di carica descritti dallo standard SAE J1772 adottato negli Stati Uniti sono 3: -corrente alternata livello 1 - corrente alternata livello 2 -corrente continua Una stazione di ricarica ideale deve essere in grado di ricaricare l'auto elettrica in tempi brevi, come avviene nelle attuali stazioni di rifornimento per veicoli a motore termico, per questo devono essere utilizzati caricabatterie in grado di sostenere la ricarica veloce (fast charge). Come visto nel capitolo 1, un veicolo elettrico può montare batterie per una capacità superiore ai 60kWh. Viste le potenze in gioco, la carica veloce può essere eseguita solamente con un processo di carica DC. Per avere una velocità di rifornimento paragonabile a quella delle stazioni di servizio, una stazione di carica deve essere in grado di effettuare una carica ad un livello compreso tra 3C e 5C. Per un pacco batterie da 60kWh il livello di carica massimo è di 4C poiché, come da standard SAE J1772, la potenza della carica veloce è limitata a 240kW. Supponendo di avere 10 colonnine di ricarica all'interno della stazione, il caso peggiore è quello che vede la presenza di 10 veicoli con batteria da 60kWh e un SOC del 20% che iniziano contemporaneamente il processo di ricarica veloce a 4C. Una volta terminato il primo gruppo di 10 veicoli, altri 10 veicoli uguali ai precedenti iniziano lo stesso processo di carica con le stesse condizioni di partenza. Ipotizzando che la transizione tra i due gruppi avvenga in 1 minuto, si ottiene che la potenza massima richiesta dalla stazione di carica è di 2.4MW, mentre la potenza media è di 2.05MW. L'andamento nel tempo è riportato nella figura 50. I livelli di potenza richiesti in questa situazione sono inaccettabili e una stazione dimensionata in questo modo va evitata poiché, se realizzata in zone urbane, porterebbe sicuramente al sovraccarico della rete di alimentazione e il corretto funzionamento del sistema sarebbe garantito solo con l'installazione di centrali elettriche dedicate.



Florian Florian
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind

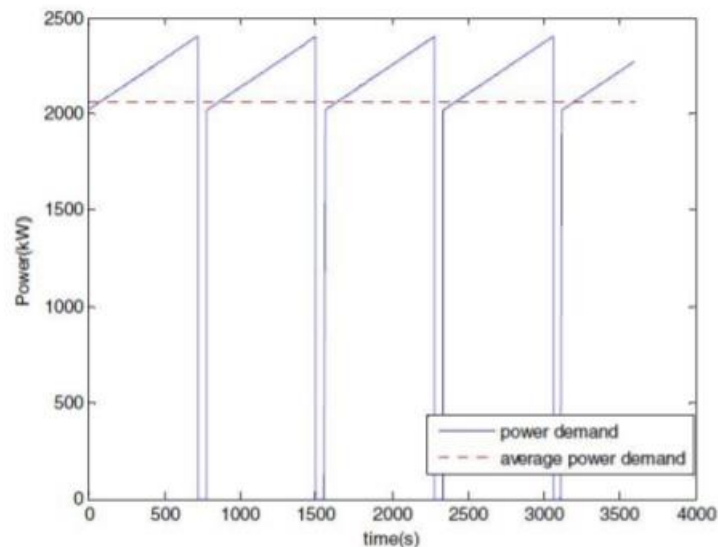


Figura 14 Richiesta di potenza della stazione di carica nel caso peggiore ipotizzato

Per avere un quadro più realistico delle potenze coinvolte nella stazione di carica è possibile effettuare le seguenti ipotesi: - lo stato di carica delle batterie degli autoveicoli è compreso tra il 20% e il 50% (media 35%) - il range di capacità delle batterie installate sui veicoli elettrici va da 5kWh a 60kWh, con una media di 32.5kWh.

- il range della potenza di carica varia da 3C a 5C, con una media di 4C. - tutti i caricabatterie lavorano contemporaneamente ad eccezione del periodo di 3 minuti in cui si ha il passaggio dal veicolo carico a quello che deve iniziare il processo. Basandosi su queste assunzioni è possibile calcolare il profilo di carico richiesto alla rete. Effettuando l'osservazione per 12 ore si nota che la potenza media richiesta è di 942kW, che è notevolmente inferiore al picco massimo di 1678kW. Nonostante la diminuzione delle potenze in gioco, la richiesta alla rete rimane elevata. Una prima soluzione per limitare l'impatto sulla rete è quella di adottare dei sistemi di accumulo dell'energia in grado di fornire potenza aggiuntiva quando la richiesta è elevata e di ricaricarsi nei momenti di basso carico. Una seconda soluzione è quella di affiancare alle stazioni di ricarica delle fonti di energia rinnovabile, come pannelli solari o turbine eoliche. Se queste soluzioni non dovessero essere sufficienti, è possibile ridurre l'impatto sulla rete ritardando e rinviando i processi di carica. Una struttura per la stazione di carica è riportata in figura:



Florian Florian
la Casa dal Cuore Bio



Novamind

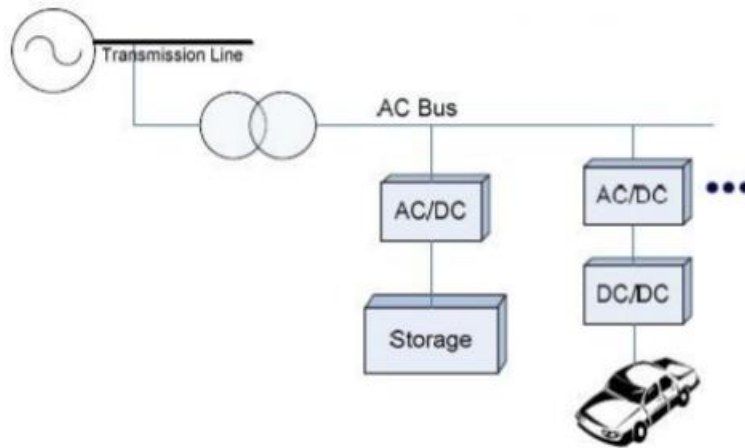


Figura 15 Struttura logica di una stazione di carica

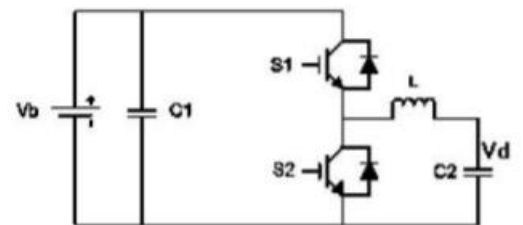
Come si vede dalla figura, nella stazione di carica è presente un bus AC necessario per il collegamento dei vari componenti. La soluzione in corrente alternata è la più sviluppata e standardizzata, per questo è anche la più diffusa. Nonostante questi vantaggi, la soluzione più adeguata dal punto di vista pratico ed economico è quella del bus DC. Tutti i componenti in continua della stazione di carica possono essere interfacciati su un bus in DC, e questo permette di eliminare i sistemi di conversione AC/DC relativi ad ogni:

caricabatteria sostituendoli con un unico convertitore posto a valle del sistema. Questo porta ad un guadagno in termini economici e di efficienza. In base ai dati riportati in precedenza, il convertitore viene dimensionato per una potenza di 1.1MW, di poco superiore alla potenza media richiesta dalla stazione di carica (942kW). Un altro componente che deve essere dimensionato in maniera efficace è il sistema di accumulo di energia che serve per ridurre l'impatto del profilo di carico della stazione sulla rete. Si ipotizza la presenza di 10 veicoli che arrivano alla stazione di ricarica con un intervallo di 2 minuti tra l'uno e l'altro. Se durante la simulazione viene superata la potenza di carica massima disponibile al DC bus, la richiesta di potenza aggiuntiva che dovrebbe fornire il sistema di accumulo viene registrata e i dati vengono elaborati estrapolando il valore massimo e il valore medio.

No.	Needed storage capacity (kWh)			Needed storage capacity (kWh)	
	max.	mean	median	max.	mean
1	66.68	13.01	9.72	646.81	17
2	88.79	12.77	8.51	741.20	16
3	84.15	12.88	9.42	779.07	16
4	72.07	12.63	8.59	694.85	16
5	74.62	13.42	10.13	698.88	17

Figura 16 Risultati della simulazione

Dalla tabella si nota come il valore medio sia molto inferiore rispetto al valore massimo, quindi è più conveniente effettuare il



(a) Half-bridge BUCK-BOOST converter

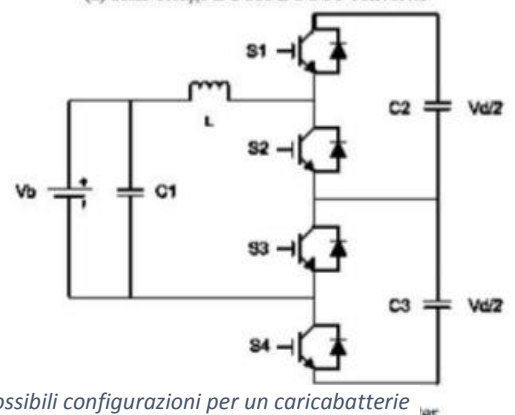


Figura 17- Possibili configurazioni per un caricabatterie



Floriana • Floriana
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind

dimensionamento sul valore medio, in questo caso 13kWh di capacità e 170kW di potenza. In base a questi dati la scelta migliore per il sistema di immagazzinamento dell'energia ricade sui supercondensatori. A causa delle caratteristiche del supercondensatore, ci sarà una caduta di tensione che ne andrà a limitare la capacità effettiva al 75%. Questo componente va quindi sovradimensionato: nel nostro caso occorre quindi installare un supercondensatore da 20kWh per avere 15kWh disponibili. Con questi dati di dimensionamento è possibile effettuare una simulazione del funzionamento della stazione lungo un intervallo di 12 ore. Più del 98% delle richieste di carico vengono soddisfatte e solo pochi clienti vedono la loro carica ritardata nel tempo (in media 10 secondi). Per quanto riguarda il convertitore AC/DC, per una potenza di 1.1MW, la soluzione del raddrizzatore ad alta frequenza può non essere la migliore a causa dei suoi elevati costi di realizzazione. Un semplice raddrizzatore a diodi può costituire una soluzione competitiva. Le fluttuazioni di tensione tipiche di questo raddrizzatore non costituiscono un problema per i caricabatterie, mentre la presenza di armoniche può creare più di un problema di distorsione. Un primo metodo per eliminare le armoniche presenti nel segnale è quello di aumentare il numero di impulsi nel raddrizzatore fino a 18. Anche se questa soluzione abbassa notevolmente il livello di distorsione, è di difficile realizzazione, quindi si preferisce modificare un raddrizzatore a 12 impulsi in modo da ottenere un THD inferiore al 5%. L'ultimo componente che rimane da dimensionare è il caricabatterie. Ci sono due tipologie di caricabatterie: uno che può effettuare operazioni di carica e scarica (V2G) e l'altro che effettua solo la carica. Le configurazioni tipiche per un caricabatterie bidirezionale sono un BuckBoost a semi-ponte e un convertitore Buck-Boost a tre livelli. Queste configurazioni sono riportate nella figura 52: Per avere le stesse prestazioni e lo stesso ripple sulla corrente, la frequenza di switching del convertitore a tre livelli deve essere molto più bassa di quella del convertitore a semi-ponte; l'induttore nel convertitore a tre livelli è più piccolo (1/3) rispetto a quello del convertitore a semi-ponte. Lo stress sui componenti è simile nelle due tipologie. C'è una relazione tra la frequenza di switching e la tensione sulla batteria: il ripple sull'induttore aumenta al diminuire del duty cycle e l'efficienza diminuisce perché le perdite non decrescono seguendo l'andamento dell'uscita. Da questo punto di vista il convertitore migliore è il Buck-Boost a tre livelli, ed è questo che viene scelto nella maggior parte delle colonnine di ricarica. Rispetto al convertitore a semi-ponte, il "tre livelli" ha 4 valvole controllate anziché 2, quindi avrà un costo maggiore, ma la tensione che ogni singolo componente deve sopportare nel semi-ponte è doppia rispetto al convertitore a tre livelli.

Studio sulla possibilità di integrare all'interno del sistema la ricarica di veicoli speciali (carrozzine elettriche e deambulatori per disabili o altri ad uso della popolazione anziana) che possono essere integrati nella smart grid di un'abitazione, di una residenza per anziani o di una clinica medica

Ricaricare una carrozzina elettrica, deambulatori o qualsiasi altro dispositivo alimentato da una presa USB. Il tutto grazie a un piccolo dispositivo attaccato alla sedia che sfrutta come fonte niente meno che l'auto elettrica. Le persone con handicap, infatti, rimangono sedute per lunghe ore in auto, da qui l'intuizione di recuperare energia dal mezzo stesso. Il miglioramento della vita quotidiana delle persone con disabilità, la riduzione dei consumi energetici e rappresenta un passo avanti nel campo dell'innovazione.

NOTE SULL'INTEGRAZIONE DI UN SISTEMA DI RICARICA PER AUSILI A BORDO DEL VEICOLO RETROFIT



Florian • Florian
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind

Uno degli obiettivi di progetto è quello di valutare la possibilità di integrare, nel veicolo soggetto ad attività di retrofit, una sorgente in grado di supportare la ricarica di dispositivi per persone con difficoltà motoria.

E' necessario quindi circoscrivere il campo di applicazione e di impiego considerando che:

- Esistono varie tipologie di limitazione motoria dovute ad età, tipo e grado di disabilità, esigenze specifiche del soggetto,
- Il mercato mette a disposizione diversissime tecnologie e prodotti per far fronte all'ampia varietà e specificità di esigenze,
- La tecnologia nel settore è in costante evoluzione,
- I dispositivi portatili (elettrici) seguono l'evoluzione del settore delle batterie, caratterizzato da un trend crescente in termini di densità di energia, durata della carica, contenimento dei pesi/volumi, possibilità di ricarica,

Si assume pertanto che sia sufficiente, ai fini del progetto, dimostrare la possibilità di equipaggiare il veicolo trasformato, con una linea elettrica:

- Dedicata alla ricarica di dispositivi elettrici esterni alla vettura, asportabili dalla stessa
- Autonoma e di facile accesso/uso
- Dotata di un adeguato livello di sicurezza
- In grado di dialogare col sistema nell'ottica di non inficiare il livello di carica della batteria di trazione.
- L'uso di una vettura da parte di un guidatore con limitate capacità motorie richiede adattamenti alle interfacce e agli spazi interni che dipendono dalle specifiche esigenze-necessità, abitudini e gusti personali dello stesso e a volte delle persone famigliari/altri utilizzatori del veicolo.

AUTO E DISPOSITIVI PER LA MOBILITA' DI PERSONE CON LIMITAZIONI MOTORIE

In linea generale esistono due possibilità nell'adattamento di veicoli per persone con limitazioni motorie:

- Costruzione di un veicolo specifico, progettato sulle esigenze del guidatore:



- Adattamento di un veicolo di serie:

IL NOSTRO CASO....



Essendo l'attività di retrofit condotta da drive Srl, svolta su uno specifico telaio (Panda169) è comprensibile come ci si debba scontrare con i limiti che tale presupposto comporta nel raggiungimento di una soluzione che abbia una ricaduta ampia nel settore di riferimento.

Limiti per esempio dovuti alla riduzione del piano di carico del prototipo, dovuti all'inserimento del pacco batterie nel portabagagli.



TIPOLOGIA DI AUSILI



E' limitativo pensare ad applicazioni relative alle sole carrozzine elettriche.

Il mercato mette a disposizione dispositivi tra i più vari ed è necessario guardare anche all'evoluzione del settore.

Spesso le carrozzine elettriche sono pesanti e hanno ingombri significativi, ma soprattutto vengono impiegate da persone che hanno problemi di mobilità importanti e che quindi possono trarre beneficio dall'uso di vetture costruite ad hoc.



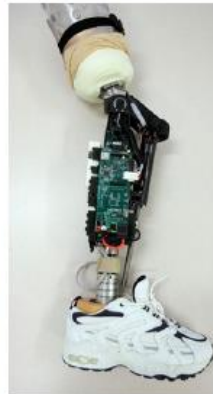
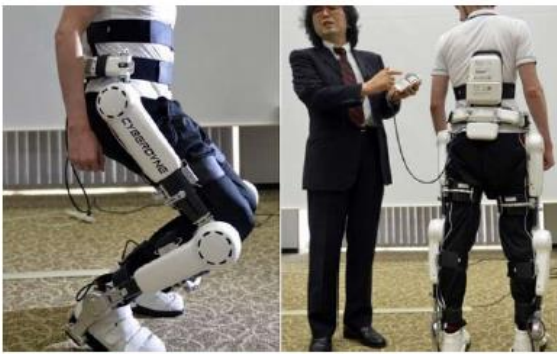
Florian Florian
la Casa dal Cuore Bio



Novamind

Si stanno diffondendo sempre più dispositivi da impiegare su carrozzine manuali, rimuovibili alla necessità, in grado di alleggerire il lavoro necessario alla movimentazione manuale, superare dislivelli e allargare il raggio di azione dell'utente.

può infine ipotizzare di allargare l'orizzonte ad altri dispositivi, tra i più vari, pensando anche all'evoluzione del settore:



Attualmente la ricarica di batterie o dispositivi a bordo macchina avviene utilizzando piccoli e inefficienti inverter esterni, a bassa tensione (prelevano dalla linea 12-24V del veicolo).

Questa soluzione, nei veicoli endotermici necessita di tener acceso il motore, per non esaurire in brevissimo tempo la batteria di avviamento.

L'idea è quella invece di mettere a disposizione una linea dedicata, agli inverter a bassa tensione di commercio, una presa elettrica più in grado di mettere a disposizione potenze più alte, prelevando energia batteria di trazione del veicolo.

Avendo a bordo già un inverter con tensione di rete, si può ipotizzare di la ricarica degli ausili, dette caratteristiche, ampliando quindi l'applicazione a tutti i dispositivi commercializzati, a prescindere dalle tensione/corrente necessarie alla loro ricarica.



affiancando strutturale, dalla

fornire per esigenze



Florian • Florian
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind

Report sul processo di retrofit standardizzato

Il primo output da raggiungere è la trasformazione, tramite il processo chiamato “retrofit elettrico”, di un veicolo con motore endotermico in veicolo elettrico. Le componenti afferenti la propulsione endotermica (motore, serbatoio, impianto di scarico) verranno rimosse e sostituite da componenti

elettriche. Il blocco motore verrà sostituito con un motore elettrico, che tramite opportune carpenterie verrà collegato alla scatola del cambio originale. Verrà installato un pacco batterie, un BMS (elettronica di controllo delle batterie) e una presa di ricarica per fare “rifornimento”.

Il secondo output di risultato intermedio sarà una Smart Home, isolata termicamente con materiali sostenibili e tecniche a basso impatto ambientale (legno, calce e canapa), alimentata da energie rinnovabili quali geotermia, energia solare o eolica, in grado di dialogare con il veicolo elettrico e con i dispositivi mobili (computer, tablet, smartphone ecc.) attraverso un software bidirezionale che sarà pronto al termine del secondo periodo. Edificio reso “passivo” e veicolo trasformato con retrofit sono quindi output fondamentali per il raggiungimento degli obiettivi di progetto, in quanto il carattere di sviluppo sperimentale della proposta presuppone la predisposizione di un prototipo e la sua convalida come tecnologia funzionante in un ambiente che riproduce condizioni reali.

Il primo elemento da considerare come opportunità è il retrofit elettrico, normato dal decreto 219 del 1/12/2015 sul “sistema di riqualificazione elettrica destinato ad equipaggiare vetture M e N1”. Il progetto permetterà di consolidare e industrializzare il processo, introducendo elementi

innovativi per quanto riguarda la ricarica e l’utilizzo del veicolo e valorizzando commercialmente il know-how dell’ATS. Obiettivo è quello di

standardizzare un kit di motore elettrico da utilizzare nel processo di retrofit, di ottenere la necessaria omologazione rilasciata dai Centri Prove Autoveicoli della Motorizzazione a fronte di opportuni test e prove funzionali, e di poterla utilizzare successivamente nella stessa famiglia di veicolisenza la necessità di dover ripetere l’iter omologativo.

Il secondo possibile sviluppo di mercato potenziale per l’ATS sarà quello relativo alla possibilità di offrire l’intero sistema integrato V2H, composto da Smart Home, veicolo elettrico e App di controllo. Questo sarà possibile coinvolgendo, oltre ai partner tecnologici dell’ATS, anche gli attori che si

occupano di bioedilizia, con un approccio integrato che offra ai potenziali clienti un sistema - casa - mobilità completo, all’avanguardia e totalmente green - oriented.

L’AUTOFFICINA SANGUIN dal 2008 si specializza nel retrofit elettrico di auto tradizionali, convertendo la prima 500 d’epoca. Grazie alle competenze di un team di 5 tecnici di alto profilo solo per la parte elettrica, in pochi anni converte auto quali una De Lorean, una

Ford T d’epoca, dei go-kart e auto moderne quali Fiat Panda e Toyota. Dal 2000 è certificata UNI EN ISO 9001:08.

RIFERIMENTO NORMATIVO



Florian • Florian
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind

Il retrofit elettrico è normato dal decreto 219 del 1/12/2015 sul "sistema di riqualificazione elettrica destinato ad equipaggiare vetture M e N1".

Il decreto intende per :

a) "sistema di riqualificazione elettrica", un sistema che consente di trasformare un veicolo con motore endotermico in un veicolo con esclusiva trazione elettrica e che sia costituito almeno da:

- un motopropulsore (macchina elettrica e relativo convertitore di potenza), montato a monte degli organi di trasmissione;

- un pacco batterie (comprensivo di sistema di gestione elettrica e termica degli accumulatori e di sistema di sezionamento e protezione) inteso a fornire in modo esclusivo l'energia e la potenza di trazione;

- un'interfaccia con la rete per la ricarica del pacco batterie;

- eventuali altri sottosistemi necessari al corretto funzionamento del veicolo trasformato;

b) «pacco batterie»: un gruppo di accumulatori elettrochimici collegati tra loro o racchiusi come un'unità singola e a sé stante in un involucro esterno non destinato ad essere lacerato o aperto dall'utilizzatore;

c) "tipo di veicolo": l'insieme dei veicoli quali definiti dall'articolo 3, comma 17, della direttiva 2007/46/CE e successive modifiche ed integrazioni;

d) "famiglia di veicoli": sottoinsieme di versioni di varianti, quali definite dall'allegato II, parte B, della direttiva 2007/46/CE e successive modifiche ed integrazioni, appartenenti allo stesso tipo di veicolo, che non differiscano per caratteristiche dimensionali e di prestazioni funzionalmente connesse con il sistema di riqualificazione elettrica;

e) "campo d'impiego": le famiglie di veicoli sulle quali il "sistema di riqualificazione elettrica" può essere installato, secondo i criteri tecnici indicati

Il decreto disciplina le procedure per l'approvazione nazionale, ai fini dell'omologazione, e le procedure di installazione di sistemi di riqualificazione elettrica su veicoli delle categorie internazionali M1, M1G, M2, M2G, M3, M3G, N1 e N1G, immatricolati originariamente con motore termico.

Ciascun sistema di riqualificazione elettrica è progettato, costruito e montato in modo che, in condizioni normali di impiego e nonostante le sollecitazioni cui può essere sottoposto, non siano alterate le originarie caratteristiche del veicolo in termini di prestazioni e sicurezza, nonché in modo da resistere agli agenti di corrosione e di invecchiamento cui è esposto.

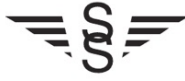
E' richiesto il preventivo nulla osta del costruttore del veicolo nei casi in cui il sistema di riqualificazione elettrica richieda sostituzioni o modifiche di parti del veicolo al di fuori del sistema di propulsione stesso, ovvero di software per la gestione dei sistemi antibloccaggio, controllo della trazione e della stabilità del veicolo con altri di caratteristiche diverse da quelli previsti dal medesimo costruttore del veicolo.

Il costruttore del sistema di riqualificazione elettrica è responsabile dell'omologazione e della conformità di produzione di tutti i componenti del sistema stesso, nonché delle modifiche necessarie per installare il sistema su un veicolo appartenente al campo di impiego del sistema medesimo.

IL VEICOLO RETROFIT CONSIDERAZIONI PRELIMINARI

La costruzione del veicolo retrofit muove dalle precedenti esperienze maturate in Drive Srl, nello specifico:





Florian • Florian
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind

Costruzione di un veicolo elettrico a partire da una vettura modello Fiat Panda 169
Attività di test su strada e collaudo della stessa
Pratiche di omologazione del tipo di veicolo presso MTCT-Centro Prove Autoveicoli di Verona

L'obiettivo è quello di proseguire l'esperienza, migliorando gli aspetti di ingegnerizzazione, le caratteristiche tecniche e tecnologiche del veicolo, uscendo quindi da un contesto di produzione artigianale con un approccio teso ad un'ottimizzazione di tipo industriale dei processi.

OFFICINA

Per lo sviluppo del nuovo prototipo, il partner tecnico, Officina Sanguin Sergio, ha allestito uno spazio dedicato presso la propria struttura, e si è provveduto a predisporre opportuni meccanismi di registrazione delle attività, dei componenti e delle attrezzature necessarie.



BATTERIE

Si è deciso di sperimentare chimiche diverse per raggiungere il miglior compromesso peso/volume/densità di energia.

E' stato ristretto il campo a due differenti tecnologie sempre della famiglia del Litio:

- LiFePo4 (litio ferro fosfato)
- NCM (nichel cobalto manganese)



Florian Florian
la Casa dal Cuore Bio



Novamind



BATTERIE LiFePo4

Sono state selezionate per le caratteristiche elettriche, la loro sicurezza e robustezza meccanica e diffusione. Dai test effettuati si è evidenziata però una certa vulnerabilità una volta assemblate in serie. Sono infatti soggette a sbilanciamenti tra le celle e hanno alcune caratteristiche costruttive che ne limitano la disposizione all'interno del veicolo.



Cella



Test a banco



Costruzione della carpenteria

BATTERIE NCM

Chimica innovativa e recente sul mercato. Di difficile reperimento (l'importazione dal produttore in Cina ha comportato alcune difficoltà).

E' in corso di perfezionamento l'elettronica di controllo (BMS) e della carpenteria, progettata internamente e in lavorazione con la collaborazione di alcuni terzisti.

Il vantaggio di queste celle risiede nella maggior densità di energia, che comporta, a parità di prestazioni elettriche con le LiFePo4, minor ingombro e peso. Ciò si traduce in migliori prestazioni per il veicolo.

Verranno effettuati dei test sul veicolo per verificare quanto assunto.



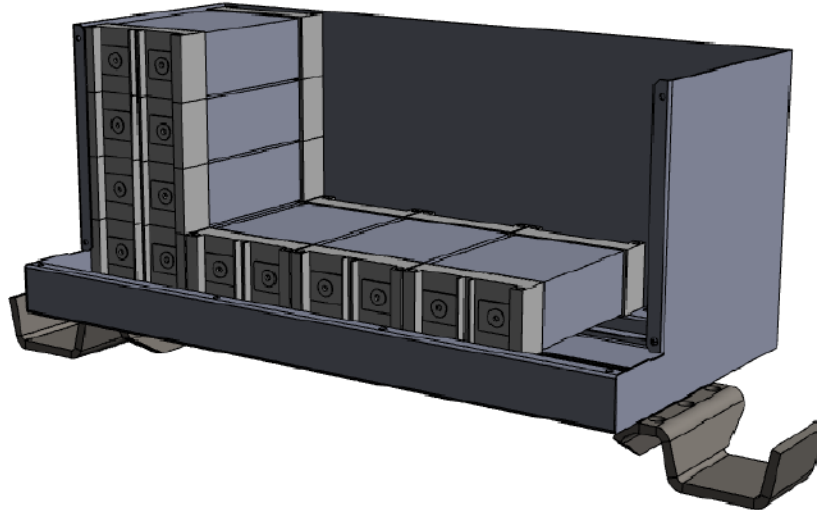
Florian • Florian
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind



POWERTRAIN

Il powertrain è composto da motore e componenti necessari al suo controllo (inverter).

Considerata l'esperienza pregressa, positivamente accertata, si è deciso di replicare gli aspetti progettuali relativi a queste componenti.

Si ritiene necessario comunque effettuare alcuni test, prove e misurazioni a banco per validare le assunzioni di progetto, ottenere alcuni dati utili ai fini ingegneristici e valutare eventuali impatti del nuove funzionalità V2H.





Florian • Florian
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind

ELETRONICA

Lo sviluppo degli apparati elettronici verte a migliorare, ingegnerizzare e semplificare le componentistiche del sistema, ottimizzando e irrobustendo gli apparati, nell'ottica di implementare le nuove funzionalità V2H.



INVERTER V2H – dalla batteria alla casa

La realizzazione del sistema V2H rappresenta la novità sfidante per Drive Srl e i partner di progetto.

Allo scopo sono state valutate diverse strategie progettuali che hanno evidenziato pregi e criticità. Una prima soluzione già implementata e testata positivamente consiste nell'impiego di un inverter bidirezionale di derivazione fotovoltaica, che consente di impiegare l'auto come accumulatore per fornire tensione alla rete domestica.

I prossimi step consistono nella messa a punto dell'interfaccia e dei protocolli di trasmissione dei dati, dell'analisi delle problematiche elettriche (costruttive e normative) e nella realizzazione di test funzionali.

Si sta lavorando per predisporre altre due possibili soluzioni con tecnologie differenti, per il raggiungimento del medesimo scopo.

Le problematiche da superare sono relative alla realizzazione di un sistema, riduca al minimo l'intervento da parte dell'operatore, e che sia in di gestirsi quanto più autonomamente possibile.



che
grado



Florian • Florian
la Casa dal Cuore Bio



Novamind

A tal scopo sarà necessario progettare, testare e programmare un sistema che si integri con l' "intelligenza" del veicolo.

Un'altra tematica coinvolta è relativa al superamento di problematiche normative legate alla connettivistica tra veicolo e rete domestica (infrastruttura di ricarica): a tal proposito si sta collaborando con aziende leader nel settore (manca ancora un quadro normativo sulla specifica tematica).

STRUMENTI SKILLS

Ai fini della realizzazione di progetto ci si è avvalsi di:

- Software parametrica Software di modellazione 3d parametrica
- Software FEM Software di simulazione FEM
- Software bus Software di programmazione CAN-bus
- Software elettroniche Software di modellazione per la produzione di schede elettroniche
- Prototipazione plastica Prototipazione rapida: stampa 3d di componenti in materiale plastico
- Carpenteria piegati Carpenteria metallica: realizzazione di particolari tagliati al laser e presso-piegati

Le competenze messe in gioco:

- Progettazione meccanica Progettazione meccanica
- Progettazione e programmazione elettronica
- Progettazione prototyping Progettazione per il rapid prototyping
- Progettazione elettrica
- Competenze batterie Competenze su costruzione di pacchi batterie
- Competenze automotive Competenze in ambito normativo/certificativo/automotive
- Specifiche elettrici Specifiche competenze relative all'ambito della ricarica di autoveicoli elettrici

ATTIVITA' PER REALIZZAZIONE VEICOLO "RETROFIT"

INIZIO CONVERSIONE
SMONTAGGIO DELLE COMPONENTI ENDOTERMICHE

Vano motore liberato dei componenti non utilizzabili.



Florian Florian
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind

**INIZIO CONVERSIONE
ANALISI E RILIEVO DEL VEICOLO**



Veicolo sul ponte per rilievi sotto scocca.

**SVILUPPO DEL POWERTRAIN
E DELLA CARPENTERIA PORTANTE**



Assemblaggio motore elettrico con campana del cambio originale.



Florian • Florian
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK

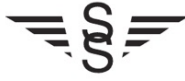


Novamind

**PREASSEMBLAGGIO
POWERTRAIN E CASSETTA DI POTENZA**



Test di assemblaggio a banco del powertrain.



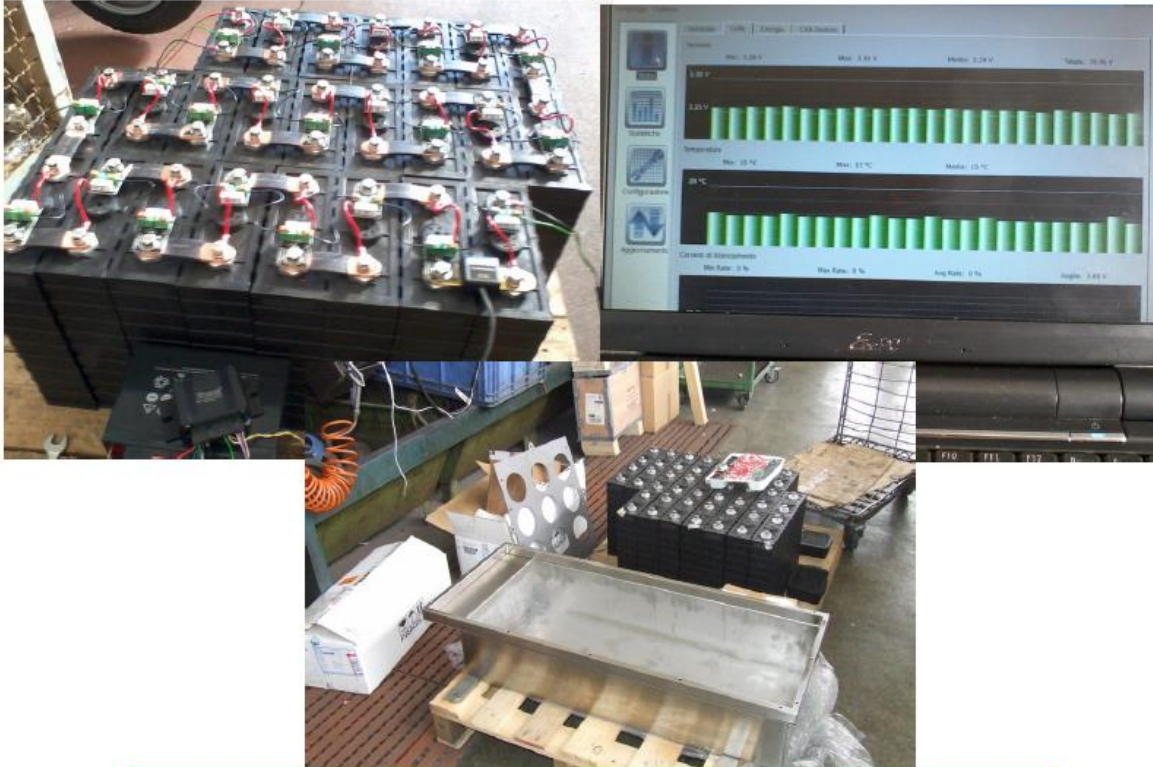
Florian • Florian
la Casa del Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind



**SVILUPPO DEL PACCO BATTERIE
E DEL BMS (elettronica di controllo)**



Il “matrimonio” è l'accoppiamento del powertrain con il telaio del veicolo.



**SMONTAGGIO CRUSCOTTO E COMPONENTI ABITACOLO
SVILUPPO GRUPPO RISCALDAMENTO E PULSANTIERA CAMBIO**

Le plastiche vengono smontate per intervenire sugli impianti sottostanti.
Il cruscotto necessita di modifiche per eliminare le spie specifiche del motore endotermico.



**SVILUPPO CABLAGGI ED ELETTRONICA
PARALLELO "CAN-Bus"**

Il montaggio delle varie componenti necessita di attività di cablaggio da affiancare all'esistente.



**PROVE DI INSERIMENTO
PACCO BATTERIE**

Il pacco batterie e la sua carpenteria vengono saldamente vincolate al telaio del veicolo sfruttando il volume del portabagagli.



Florian Florian
la Casa dal Cuore Bio

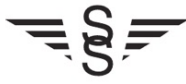


FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind





Florian Florian
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind



**MONTAGGIO COMPONENTI
PROVE A BANCO**



Florian Florian
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind



**MONTAGGIO COMPONENTI
PROVE A BANCO**



Florian • Florian
la Casa dal Cuore Bio



FENICE
GREEN ENERGY PARK



Novamind



**TEST "SU STRADA"
TEST DI ENDURANCE**

Il veicolo viene testato in condizioni reali, con percorrenza stradale e su "bagnato" per verificare il funzionamento dei vari apparati.

Prototipo di casa in Canapa e calce naturale

