

Indice

Prefazione	Pag. IX
Introduzione	Pag. XI
Riconoscimenti	Pag. XIII
Note sull'Autore	Pag. XV
Capitolo I	Pag. 3
Le impostazioni iniziali	
Capitolo II	Pag. 11
La carica conduttiva, la normativa	
I connettori	
Capitolo III	Pag. 33
La carica per induzione magnetica	
Le infrastrutture per il trasferimento di energia	
Capitolo IV	Pag. 43
Il rifornimento di energia	
Il pantografo	
La sostituzione delle batterie	
Il sistema Better Place	
La batteria zinco-aria	
Il veicolo bimodale	
IL "Biberonnage"	
La generazione a bordo	
La trasmissione per induzione magnetica	

VI

Capitolo V	La trasmissione senza contatto	Pag. 67
Capitolo VI	I punti e le stazioni di carica	Pag. 79
Capitolo VII	Wireless Power Transfer Tecnologia e Standard L'interoperabilità L'allineamento	Pag. 87
Capitolo VIII	Dynamic Wireless Power Transfer	Pag. 107
Capitolo IX	Il sistema di accumulo nel contesto del sistema ambiente	Pag. 113
Capitolo X	Il progetto Europeo FABRIC	Pag. 121
Capitolo XI	L'idrogeno Sviluppo delle infrastrutture Il rifornimento di idrogeno Idrogeno da benzina desolforata Idrogeno da LPG Idrogeno da nafta Idrogeno da metanolo Idrogeno liquefatto da gas di forno a coke Idrogeno dall'acqua Idrogeno da gas naturale	Pag. 129
Capitolo XII	L'idrogeno nella trazione elettrica	Pag. 145

Capitolo XIII	Pag. 157
Studi e attività del CRF sulle Fuel Cell	
Fiat Seicento Hydrogen	
Fiat Panda Hydrogen	
IVECO – Irisbus City Class Fuel Cell	
Capitolo XIV	Pag. 167
I Progetti Europei	
Il progetto ZERO REGIO	
Il Cluster “ Land Transport by Fuel Cell Technology”	
Capitolo XV	Pag. 181
Normativa e Regolamentazione	
Capitolo XVI	Pag. 189
Idrogeno e Fuel Cell nella Formula Electric and Hybrid Italy	
Capitolo XVII	Pag. 197
Il sistema ibrido celle a combustibile – batteria ricaricabile	
Capitolo XVIII	Pag. 209
Un sistema integrato	
Bibliografia	Pag. 217

Prefazione

La mobilità elettrica è attualmente in crescita per una gamma di veicoli di varie classi, a seguito di un processo di sviluppo di ricerca sulle tecnologie, estesa, progetti pilota e produzione di veicoli per servizi di pubblica utilità.

La Normativa ha sempre dato supporto, anche anticipatorio, allo sviluppo delle tecnologie definendo confini di progetto e costruzione in salvaguardia della sicurezza, della capacità di misura condivisa a livello internazionale, della interoperabilità delle soluzioni e dell'uso, a beneficio dell'utenza.

È ora tempo di porre mano alle infrastrutture, utilizzando le tecnologie disponibili in soluzioni avanzate, che tengano in considerazione le necessità tecniche del veicolo, le esigenze ed il confort dell'utilizzatore, ma anche quelle della rete per la ricarica delle batterie, della logistica di posizionamento delle infrastrutture e dell'impatto ecologico dell'intero sistema.

Anche per questo il Corpo normativo si è messo in opera da tempo e segue con grande attenzione e coordinamento l'evoluzione e gli intendimenti di sviluppo delle nuove tecnologie per il trasferimento dell'energia dalla fonte alle ruote nelle diverse forme e nei diversi modi.

I vettori di energia intrinsecamente non inquinanti, elettricità e idrogeno, nel percorso dalla generazione alle ruote del veicolo, possono trovare impiego sinergico in sistemi ibridi per un impiego combinato in relazione alla missione operativa con riguardo ai parametri da rispettare per l'energia e per l'ambiente.

Elemento nodale per il funzionamento del sistema veicolo – infrastruttura - rete è la comunicazione con l'utenza, che deve presiedere alla gestione ottimale tenendo conto dell'esigenza delle diverse parti. La standardizzazione è anche su questo punto presente con la prescrizione ai diversi attori per la gestione della sicurezza e dell'interoperabilità dei sistemi.

Aspetti fondamentali del sistema devono essere la semplicità d'uso da parte dell'utenza e l'efficienza energetica della rete, con l'utilizzo razionale delle infrastrutture.

Vengono in soccorso di questi requisiti le nuove tecnologie in sviluppo per il trasferimento di potenza wireless, per via magnetica, che possono concorrere alla semplicità d'uso e alla maggiore continuità di flusso di energia, ridimensionando gli ingombranti requisiti dei sistemi di accumulo di bordo.

Questo libro intende offrire una visione del percorso compiuto dall'industria, dagli enti di ricerca e dagli enti

X

normatori per rendere disponibile addivenire ad un complesso di tecnologie atte al trasferimento dell'energia dalle fonti al veicolo elettrico nei modi consoni alle necessità dell'utilizzatore e delle infrastrutture per la generazione ed il trasferimento dell'energia.

Il libro intende illustrare inoltre lo sviluppo delle varie soluzioni per la definizione di un sistema di mobilità rispettoso dell'Ambiente, delle risorse energetiche e dell'Uomo, perseguendo l'obiettivo della massimizzazione dell'efficienza energetica e operativa e del comfort per l'utilizzatore.

Lo sviluppo della mobilità sostenibile trae conforto e spinta dal mondo della normativa, sotto la guida degli standard che proteggono tutte le aree delle tecnologie coinvolte nei nuovi prodotti, definendo i criteri e le misure di sicurezza, le modalità di uso, l'interoperabilità delle soluzioni per una applicabilità diffusa, bene agibile dall'utilizzatore ed indicando i metodi di comunicazione e interconnessione con le infrastrutture, per un utilizzo coordinato con le esigenze della rete fornitrice di energia.

Gian Maurizio Rodella
Direttore CUNA

Introduzione

In questo libro si intende presentare l'evoluzione nel tempo delle infrastrutture per il trasferimento dell'energia dal punto di generazione al serbatoio di bordo del veicolo elettrico per le due linee di trasferimento non inquinanti, l'energia elettrica e l'idrogeno da utilizzarsi in celle a combustibile, per addivenire all'attuazione di una mobilità esente da inquinamento nel luogo di utilizzo.

La prima parte della narrazione ripercorre i vari modi di carica per la linea del vettore elettricità, linea che offre le migliori condizioni di efficienza energetica e di minori emissioni di CO₂ nel percorso globale dal pozzo alle ruote. La focalizzazione dell'obiettivo essendo concentrata sulla migliore ottemperanza delle esigenze dell'utilizzo pratico del veicolo nelle operazioni di interfacciamento con l'infrastruttura e, d'altro canto sul rispetto delle condizioni di efficienza del sistema veicolo – rete.

In questo percorso si sta addivenendo a rendere disponibili sistemi di trasferimento di potenza di minimo impegno da parte dell'utilizzatore e, d'altro canto di flusso di energia coordinato e quasi continuo, a beneficio dell'equilibrio della rete e della minimizzazione dell'impegno sul fronte delle batterie: il trasferimento di potenza per via magnetica "wireless".

La seconda parte tratta della linea idrogeno, che offre le migliori condizioni di autonomia ed anche le condizioni più favorevoli in termini di tempo di rifornimento, a condizione della disponibilità di infrastrutture per la produzione e distribuzione dell'idrogeno.

A cavallo degli anni 2000 una intensa attività sulla tecnologia delle celle a combustibile e dell'idrogeno fu condotta dalle industrie, enti di ricerca e di standardizzazione a livello europeo e mondiale, che rese disponibile una copertura generale di tutti gli aspetti tecnici e applicativi di queste tecnologie.

Questa seconda parte si estende alla descrizione delle tecniche di produzione dell'idrogeno, particolarmente sviluppate nell'ambito di programmi giapponesi, ma anche in Europa ed in America.

Si approfondisce poi la possibilità di integrazione delle due linee di trasmissione di energia elettrica e idrogeno, considerando l'opportunità di sistemi ibridi elettrici e a celle a combustibile, nella ricerca dell'otti-

XII

mizzazione del sistema in termini di efficienza energetica, emissione di CO₂ e di pianificazione della missione operativa del veicolo.

Andrea Oceano
Funzionario Tecnico CUNA

Riconoscimenti

Questo libro sulla evoluzione delle infrastrutture per l'alimentazione dei veicoli elettrici intende presentare una rassegna dei momenti e delle tappe nel processo di sviluppo dei mezzi e dei modi di supporto necessari per l'operatività dei veicoli, a trazione elettrica o ibrida, con alimentazione da rete e da idrogeno, corredata con le considerazioni correlate con lo sviluppo delle tecnologie dei veicoli elettrici in evoluzione.

Desidero esprimere la mia gratitudine ai miei Dirigenti, per il conferimento della responsabilità del coordinamento della ricerca sulla trazione elettrica stradale, che ha comportato l'ampliamento dell'orizzonte conoscitivo alle attività in sviluppo a livello internazionale. Mi riferisco ai Progetti Europei, che hanno consentito l'estensione della conoscenza e della collaborazione con gran parte delle Entità industriali e di ricerca europee ed alla attività normativa e di regolamentazione internazionale, che costituisce il tessuto connettivo della tecnologia, a supporto del relativo sviluppo armonico e coordinato.

Alla CUNA un ringraziamento per l'attività di standardizzazione internazionale svolta e per il supporto specifico dato per quest'opera.

Un grande ringraziamento al Professore Peter Van den Bossche, per il suo contributo al processo di standardizzazione, riportato nella sua tesi di Dottorato in Scienze Applicate alla Vrije Universiteit Brussel "The Electric Vehicle: raising the standards".

Un ringraziamento sentito all'ingegnere Pietro Menga, Presidente CEI-CIVES, per i lavori fatti assieme in effettiva collaborazione sui veicoli elettrici e per gli studi sugli aspetti ecologici ed energetici, richiamati anche in questo libro.

Un riconoscimento all'ATA, agli ingegneri Luciano Pera e Giuseppe Righes, per aver varato e condotto la meritevole iniziativa della Formula Electric and Hybrid Italy, dedicata alla formazione degli studenti nel campo delle tecnologie dell'elettrico ed in particolare agli aspetti di innovazione.

Ringrazio, inoltre, Patrizia Mantovani per la preziosa attività di ideazione e realizzazione grafica del libro.

Note sull'Autore

Laureato Presso il Politecnico di Torino in Ingegneria Elettrotecnica nel 1956 ed in Ingegneria Aeronautica nel 1958.

Ha iniziato lo studio sui veicoli elettrici nel 1960, presso l'Ufficio Tecnico Apparecchi Elettrici della Fiat, su incarico dell'Ingegnere Giacosa.

Ha svolto la progettazione e l'applicazione di sistemi di trazione elettrica sperimentali su vetture Fiat negli anni '63 - '69.

Negli anni '70, come responsabile degli studi speciali elettrici presso il Centro del Sangone Fiat, ha curato gli sviluppi di progettazione, realizzazione e sperimentazione di veicoli elettrici, fra cui il prototipo di vettura da città X1/23 ed i furgoni elettrici per flotte di servizio derivati dal Fiat 900 T.

Negli anni '80, come responsabile dell'Unità di Ricerca Sistemi Elettrici al Centro Ricerche Fiat, ha coordinato lo sviluppo di autobus ibridi/bimodali nei Progetti CNR Energetica e Trasporti.

Dal 1981 ha coordinato, come presidente, l'Azione Europea quinquennale COST 302, dedicata allo studio dell'impatto tecnico, industriale, energetico ed ecologico dei veicoli elettrici.

Nel triennio 1983 - 85 è stato presidente della Associazione Europea Veicoli Elettrici Stradali (A.V.E.R.E.). Negli anni 1986 - 92 ha partecipato al Progetto EUREKA Prometheus, come rappresentante Fiat nello Steering Committee del progetto.

Dagli anni '93 ha operato per il Centro Ricerche Fiat in diversi progetti di ricerca della Commissione Europea sui sistemi per veicoli elettrici e ibridi.

Negli anni 2000 ha operato per ATA come capo progetto in programmi europei dedicati alle infrastrutture per il sistema di mobilità elettrica, al trasferimento di energia dalla rete al veicolo e alla relativa normativa, nell'ambito della attività internazionale curata dalla CUNA.

