

Batterie da ricarica

La ARPA-E sta finanziando diversi progetti che adottano gli elettrodi liquidi.

Kevin Bullis

Una nuova tipologia di batteria immagazzina l'energia in quelli che i ricercatori descrivono come "combustibili ricaricabili", cioè elettrodi in forma liquida. Ne risulta una batteria che può venire ricaricata come una qualunque altra batteria oppure pompando al suo interno altro combustibile.

A detta dei ricercatori che stanno sviluppando la tecnologia presso l'Argonne National Laboratory e l'Illinois Institute of Technology, i materiali potrebbero permettere a una vettura elettrica di percorrere 500 miglia con una sola carica, una distanza cinque volte superiore a quella che le attuali vetture elettriche sono in grado di percorrere. La sostituzione di questi materiali presso una stazione di ricarica richiederebbe pochi minuti. A confronto, persino le stazioni di ricarica più rapide richiedono un'ora per ricaricare la metà di una batteria.

L'autonomia limitata e i lunghi tempi di ricarica sono due delle sfide principali per le vetture elettriche. Gli elettrodi liquidi per batterie potrebbero garantire un'autonomia maggiore incrementando la quantità di energia che i blocchi batteria possono immagazzinare. Inoltre, siccome occorrerebbero meno elementi per immagazzinare l'energia, il loro impiego potrebbe contribuire alla riduzione del costo complessivo delle batterie.

Stando a Ping Liu, dell'Advanced Research Projects Agency for Energy (ARPA-E) che sta finanziando la ricerca, gli elettrodi liquidi potrebbero portare a batterie più sicure rispetto a quelle convenzionali. I materiali positivi e negativi per elettrodi verrebbero immagazzinati in taniche separate, piuttosto che all'interno della stessa cella. Ciò preverrebbe i cortocircuiti e i surriscaldamenti che possono provocare incendi all'interno delle batterie agli ioni di litio.

I combustibili ricaricabili sono ancora a uno stadio iniziale di sviluppo, ma l'AR-

PA-E li ha valutati promettenti, annunciando il finanziamento di quattro gruppi che stanno sviluppando la tecnologia. Oltre al progetto dell'Illinois, sta infatti supportando progetti presso GE, il National Renewable Energy Laboratory e 24M, una spin-off del MIT.

I ricercatori dell'Illinois, per il momento, hanno dimostrato una piccola batteria a "mezza cella" che utilizza un unico elettrodo fluido e uno solido. Per il loro progetto da 3,4 milioni di dollari, forniti da Arpa-E, il gruppo intende realizzare un prototipo che funzioni con elettrodi liquidi positivi e negativi. Questa batteria dovrebbe immagazzinare un kilowatt/ora di energia, sufficiente appena per qualche miglio di autonomia.

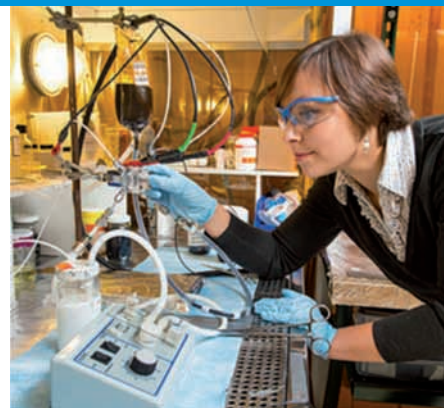
Nelle convenzionali batterie per auto elettriche, fino al 75 per cento del materiale all'interno della batteria consiste di componenti che non conservano energia, dall'involucro ai sensori, alle connessioni elettriche e via dicendo. Con lo stoccaggio fluido di energia, almeno in teoria, una grande parte di quel materiale potrebbe venire eliminata, riducendo dimensioni e costi delle celle.

Il trucco sta nel separare i materiali che immagazzinano energia dalle strutture utilizzate per estrarla e generare corrente elettrica. In una batteria convenzionale, ogni strato del materiale dell'elettrodo viene accoppiato con una pellicola di stagnola e una membrana in plastica che permettono agli elettrodi e agli ioni di scorrere e generare una corrente elettrica. Se si vuole immagazzinare più energia, occorre aggiungere altri strati di stagnola e plastica.

Nella nuova batteria, gli elettrodi fluidi verrebbero conservati all'interno di serbatoi e pompati tramite un dispositivo relativamente piccolo. L'incremento della capacità energetica comporterebbe semplicemente l'utilizzo di serbatoi più grandi. Maggiori le dimensioni di questi serbatoi, minore il volume complessivo del dispositivo che genera energia.

Gli elettrodi fluidi sono in circolazione da qualche tempo, come per esempio nelle batterie di flusso, ma tendono a conservare l'energia in una soluzione diluita che richiede un volume eccessivo per risultare pratico a bordo di una vettura. Alcune batterie dispongono di elettrodi fusi, che sono più idonei per le applicazioni standard.

Tutti i progetti dell'ARPA-E mirano a trovare soluzioni per incrementare la den-



La chimica Elena Timofeeva, dell'Argonne National Laboratory, prepara un esperimento per collaudare un elettrodo liquido (nella sacca per trasfusioni).

sità energetica dei liquidi per ordini di grandezza. Da questo punto di vista, la spin-off 24M del MIT è pionieristica, poiché ha dimostrato la possibilità di sospendere grandi concentrazioni di convenzionali polveri per elettrodi a elevata densità energetica all'interno di un liquido. La sfida principale consiste nell'ottenere una conduttività elettrica sufficientemente elevata da essere pratica.

I ricercatori dell'Illinois stanno lavorando a un approccio simile, concentrandosi sull'utilizzazione di polveri in nanoscala, che possono venire sospese in concentrazioni molto elevate e, al contempo, fluire agilmente grazie alle peculiari proprietà di particelle in scala talmente ridotta. Il gruppo ha anche sviluppato un nuovo sistema per prelevare la corrente elettrica da queste particelle e spera d'incrementare la conduttività. Ulteriori dettagli a riguardo non saranno disponibili fino a quando i brevetti non saranno registrati.

Le batterie a elettrodi liquidi hanno alcuni potenziali effetti collaterali. Le nanoparticelle possono degradare rapidamente e i ricercatori hanno appena cominciato a sviluppare l'intero sistema. Non è ancora chiaro come pompare efficientemente i materiali e produrre economicamente la batteria. Oltretutto, il riempimento dei serbatoi per ricaricare una vettura richiederebbe l'installazione di nuove infrastrutture dedicate, un'operazione che può costare parecchio.

Nel frattempo, il costo delle batterie convenzionali continua a scendere e i progressi tecnologici stanno riducendo i tempi di ricarica. ■

Kevin Bullis è Senior Editor per l'energia di MIT Technology Review USA.

Batterie per l'eolico

Materiali a basso costo permettono di immagazzinare energia eolica.

Kevin Bullis

Gli operatori vorrebbero immagazzinare l'energia prodotta dalle fattorie eoliche, quando nessuno la richiede, per poterla utilizzare quando la domanda cresce durante il giorno.

La tecnologia dietro le batterie convenzionali è però troppo cara per giustificare lo stoccaggio di più di qualche minuto di elettricità, sufficiente appena per livellare qualche fluttuazione nei venti.

I ricercatori dell'Università di Harvard sostengono di avere sviluppato una nuova batteria che permetterebbe di immagazzinare economicamente qualche giorno di elettricità prodotta dalle fattorie eoliche. La nuova batteria, descritta in "Nature", si basa su una molecola organica, il chinone, che si trova in piante quali il rabarbaro e può venire facilmente sintetizzata dal greggio. Le molecole potrebbero ridurre di due terzi il costo dei materiali impiegati per lo stoccaggio dell'energia nelle batterie di flusso, che sono particolarmente idonee per lo stoccaggio di grandi quantità di energia.

Se saprà risolvere il problema dell'intermittenza di fonti energetiche quali l'eolico e il solare, la tecnologia permetterà di fare maggiore affidamento sulle energie rinnovabili. Batterie simili potrebbero anche ridurre il numero delle centrali elettriche necessarie, consentendo una gestione più efficiente delle rimanenti, così come le batterie di una vettura ibrida aiutano a migliorare i consumi.

In una batteria di flusso, l'energia viene immagazzinata sotto forma liquida all'interno di grandi vasche. Queste batterie sono in circolazione da decenni e vengono utilizzate in paesi quali il Giappone per aiutare a gestire la rete elettrica, ma a un costo elevato: stando a una stima, circa 700 dollari per kilowatt/ora di capacità energetica.

Secondo lo US Department of Energy, affinché lo stoccaggio di energia prodotta

dalle fattorie eoliche diventi economico, le batterie dovrebbero costare appena 100 dollari per kilowatt/ora.

I materiali per lo stoccaggio elettrico ammontano solo a una frazione del costo complessivo di una batteria di flusso. Il vanadio, prevalentemente in uso oggi, costa intorno agli 80 dollari per kilowatt/ora ed è già troppo caro per permettere di raggiungere il traguardo dei 100 dollari per un sistema intero.

Michael Aziz, professore di tecnologie dei materiali e energia dell'Università di Harvard, che ha guidato la ricerca, dice che il chinone permetterà di abbattere il costo del materiale ad appena 27 dollari per kilowatt/ora. Insieme ad altri recenti progressi nella riduzione del costo complessivo del sistema, questo dovrebbe permettere di raggiungere il traguardo suggerito dal DOE.

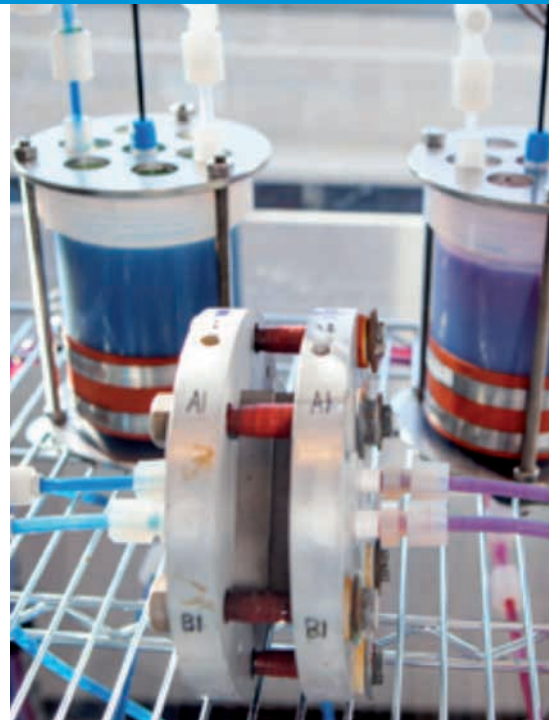
Il lavoro dei ricercatori di Harvard dimostra per la prima volta il funzionamento di batterie di flusso ad alte prestazioni, che fanno uso di molecole organiche al posto degli ioni metallici tipicamente in uso.

Il chinone può venire modificato facilmente, il che permetterebbe di migliorarne l'efficienza e ridurne ulteriormente il costo. «Le opzioni per gli ioni metallici cominciavano a scarseggiare», dice Aziz, «ma ora abbiamo introdotto un importante gruppo di nuovi materiali».

Una volta identificato il chinone come molecola potenzialmente idonea allo stoccaggio di energia, i ricercatori di Harvard hanno utilizzato tecniche di controllo ad alte prestazioni per setacciare 10mila varianti e identificare quelle con le proprietà giuste per un impiego nelle batterie, quali il voltaggio, la capacità di resistere alle fasi di caricamento e scaricamento, la possibilità di dissolversi nell'acqua per venire conservato all'interno di taniche.

Al momento, i ricercatori stanno utilizzando i chinoni per il solo polo negativo della batteria. Il polo positivo utilizza il bromo, un materiale tossico e corrosivo. I ricercatori stanno sviluppando nuove versioni dei chinoni che potrebbero prendere il posto del bromo.

I ricercatori di Harvard stanno collaborando con la start-up Sustainable Innovations per sviluppare una batteria,



Materiali per lo stoccaggio di energia scorrono dai contenitori bianchi ed entrano in un dispositivo simile a una cella combustibile, dove generano elettricità.

delle dimensioni di un carro da rimorchio, che possa venire impiegata per immagazzinare l'energia prodotta dai pannelli solari montati su edifici commerciali.

Devono però ancora dimostrare che i nuovi materiali siano sufficientemente durevoli da resistere quei 10/20 anni che gli operatori richiederebbero, spiega Robert Savinell, un professore di ingegneria e ingegneria chimica presso la Case Western Reserve University. Savinell non è coinvolto in questa ricerca, ma ritiene che i primi risultati sulla durata dei chinoni sia promettente e che questi nuovi materiali possano senza alcuna ombra di dubbio risultare abbastanza economici per batterie da destinare alle fattorie eoliche. Aggiunge, infine, che «probabilmente i materiali potranno venire commercializzati in un tempo relativamente breve», entro qualche anno.

I ricercatori devono affrontare la competizione con altre start-up che stanno sviluppando batterie di flusso economiche quali la EnerVault e la SunCatalytix. La Sun Catalytix sta sviluppando molecole inorganiche per migliorare le prestazioni e ridurre i costi. La EnerVault utilizza ferro e cromo come materiali di stoccaggio e sta ricercando metodi per ridurre il costo complessivo del sistema. ■

Razzo andata e ritorno

Il nuovo booster della SpaceX potrebbe consentire un accesso molto più economico allo spazio per scopi scientifici e commerciali.

Michael Belfiore

La Space Exploration Technologies, o SpaceX, sta raggiungendo un primato nel volo spaziale. Dopo avere consegnato un carico alla Stazione Spaziale Internazionale, il primo stadio del razzo Falcon 9 utilizzato per la missione avvierà una seconda volta i propri motori per ritornare nell'atmosfera in un volo controllato, senza andare distrutto, come solitamente avviene con dei razzi booster.

Il velivolo si fermerà nell'Oceano Atlantico, al largo della costa di Cape Canaveral, e qui, con i motori ancora accesi e quattro carrelli di atterraggio, si stabilizzerà per un tuffo nell'oceano e il recupero da parte di una chiatta in attesa.

I futuri voli dei cosiddetti razzi F9R ne prevedranno l'atterraggio a terra. Per ora, un ammaraggio garantisce la massima sicurezza in caso di errore nella traiettoria di rientro.

Il test della tecnologia per il razzo booster riutilizzabile della SpaceX costituisce il primo del suo genere e potrebbe aprire la strada a un accesso molto più economico allo spazio. «La riutilizzabilità è da decenni il Sacro Graal nell'industria dei lanci spaziali», dice Jeff Foust, un analista presso Futron, società di consulenze di Bethesda, nel Maryland. In effetti, i cosiddetti razzi espandibili di produzione industriale aggiungono costi enormi alle operazioni, equivalenti alla costruzione di un velivolo per ogni volo transatlantico.

Nel 2012 SpaceX ha cominciato a condurre presso il suo territorio di prova a McGregor, nel Texas, i primi test a bassa quota del primo stadio di un Falcon 9 con motore singolo, un razzo conosciuto come Grasshopper. I voli sono arrivati sempre più in alto, fino al test finale del-

l'ottobre scorso, quando il razzo ha raggiunto l'altezza di 744 metri. Nel mese di novembre, a seguito di un volo partito dalla base dell'aeronautica militare di Vandenberg, in California, per posizionare un satellite in orbita geostazionaria, il primo stadio di un Falcon 9 ha riavviato tre dei suoi nove motori per effettuare un rientro supersonico dallo spazio.

Il razzo è sopravvissuto al rientro, ma ha poi perso il controllo e si è disintegrato a seguito dell'impatto nel Pacifico. Il CEO di SpaceX, Elon Musk, ha in seguito dichiarato alla stampa che dei carrelli d'atterraggio, di cui il razzo era privo, avrebbero potuto stabilizzarlo a sufficienza da permettere un ammaraggio controllato. Il nuovo volo del Falcon 9 rappresenterà il primo test orbitale con carrelli d'atterraggio.

Una volta recuperato il razzo, i tecnici della SpaceX lo esamineranno per determinare cosa servirebbe per riutilizzarlo. La SpaceX ha anche piani per recuperare e riutilizzare il secondo stadio del razzo ma, per ora, si concentrerà sul recupero del primo stadio e dei suoi nove motori Merlin, che costituiscono la componente più costosa del razzo.

Anche senza razzi riutilizzabili, l'azienda ha già scosso il mercato dei lanci spaziali, che vale 190 miliardi di dollari l'anno, con costi radicalmente inferiori rispetto a quelli dei suoi concorrenti. L'azienda offre lanci con Falcon 9 a 55,6 milioni di dollari, ma la società francese Arianespace ha preannunciato che richiederà un aumento nei sussidi governativi per competere con SpaceX.

SpaceX è anche in lizza per i contratti legati alla realizzazione dell'Evolved Expendable Launch Vehicle, destinato al lancio di satelliti per l'aeronautica militare statunitense. Il suo unico concorrente, la United Launch Alliance, chiede 380 milioni di dollari per lancio.

Il 5 marzo, Musk ha dichiarato di fronte al Senate Appropriations Subcommittee on Defense che la sua azienda è in grado di abbattere i costi a 90 milioni di dollari per lancio, sottolineando che, rispetto ai voli commerciali, i costi maggiori per le missioni governative sono dovuti alla mancanza di assicurazioni fornite da parte dei governi stessi: «Perciò, al fine di migliorare la probabilità di successo, occorre un notevole sovraccarico di garanzie». Ciò non toglie che la tariffa



Il Grasshopper, un veicolo di prova utilizzato dalla SpaceX, mentre decolla dal sito aziendale di lancio, a McGregor, in Texas, nel giugno 2013.

proposta dalla SpaceX per le missioni governative sia pari ad appena il 23 per cento di quella richiesta dalla ULA.

SpaceX sta facendo affidamento sui minori costi di lancio per incrementare la domanda di servizi.

Foust avverte però che questa strategia comporta dei rischi: «Vale la pena notare che gli attuali clienti dei servizi di lancio, inclusi gli operatori dei satelliti commerciali, non sono particolarmente sensibili al prezzo, per cui non contano sulla riutilizzabilità dei razzi per ridurre i propri costi».

Ciò significa che gli altri lanci addizionali, con ricavi più cospicui, potrebbero provenire da mercati che ancora non esistono. «Un sistema riutilizzabile con costi di lancio inferiori comporterebbe profitti minori, a meno che l'azienda non riesca a incrementare notevolmente la domanda», precisa Foust. «Questa domanda addizionale dovrebbe provenire da nuovi mercati, come i voli umani, per esempio».

SpaceX è stata fondata con i voli umani come traguardo definitivo.

L'azienda è ora una delle tre che stanno lavorando con fondi NASA per costruire navicelle capaci di trasportare astronauti fino alla Stazione Spaziale Internazionale. Musk intende portare persino oltre la SpaceX, fino a Marte e alla sua colonizzazione: una missione che richiederà molti voli a basso costo. ■

Michael Belfiore è autore di Rocketeers: How a Visionary Band of Business Leaders, Engineers and Pilots Is Boldly Privatizing Space.

Pirelli e i suoi pneumatici intelligenti

Giorgio Audisio illustra come il progresso tecnologico stia permettendo di migliorare la sicurezza di guida partendo dai pneumatici.

Matteo Ovi

Negli ultimi anni, la riduzione dei costi e la miniaturizzazione delle componenti elettroniche hanno stimolato un processo d'innovazione trasversale, che ha portato alla nascita di nuove categorie di prodotti *smart* connessi a Internet e di sistemi capaci di interagire attivamente con essi.

Le categorie più popolari includono gli smartphone, i tablet, i gadget indossabili, ma anche sistemi di gestione in rete di una moltitudine di dati la cui raccolta è resa possibile dai cosiddetti MEMS.

Nella ricerca delle imprese *Smart e Disruptive* del 2014, abbiamo incontrato Giorgio Audisio, responsabile dei progetti di sviluppo Cyber di Pirelli e padre del Cyber Tyre.

Già quattordici anni fa, quando lavorava in Fiat come responsabile dell'innovazione, Audisio aveva avuto modo di sviluppare il sistema che avrebbe trasformato le automobili della marca torinese in vere e proprie *dock stations*, capaci di riconoscere e dialogare con dispositivi elettronici esterni. Questa piattaforma di *infotainment* è conosciuta come Blue&Me.

«Quando mi è stato chiesto di portare l'elettronica nel mondo dello pneumatico ho accettato senza esitazione. Talvolta, però, per quanto l'innovazione sia giusta, gli innovatori possono sbagliare il momento in cui lanciare una nuova idea», dice, riferendosi al TPMS (*Tire Pressure Monitoring System*), un sistema di segnalazione della pressione degli pneumatici che, attraverso speciali sensori montati all'interno, permette di segnalare perdite di pressione e pericolose variazioni di temperatura. Questo sensore, obbligatorio sui nuovi modelli europei dal 2012, non aveva interessato particolarmente i clienti prima dell'obbligatorietà. In quel caso

la legislazione (di solito quella statunitense prima, seguita poi da quella europea) ha contribuito all'introduzione dell'elettronica all'interno dello pneumatico.

Nel caso della tecnologia Cyber di Pirelli, invece, la prima applicazione ha interessato un'utenza imprevista: il mondo delle flotte di autobus e di *heavy trucks* in Brasile. Qui, Pirelli ha scoperto una particolare attenzione verso il consumo di carburante e il controllo dei costi. «I nostri clienti in Brasile, i *fleet managers*, sono sempre attenti a controllare l'efficienza del veicolo e il nostro sistema telematico ha attirato un'enorme attenzione e un consenso generale», spiega Audisio.

Nel controllo della *rolling resistance*, che influenza i consumi di carburante, un 20 per cento in meno nella pressione dello pneumatico può provocare una perdita di efficienza energetica del 3 per cento: «Se immaginiamo una percorrenza di 120mila km l'anno, questa perdita può comportare un incremento fino a 1.000 euro sul consumo di carburante e una riduzione fino al 25 per cento della vita utile di uno pneumatico. La possibilità di monitorare e intervenire su queste prestazioni comporta un ulteriore risparmio che può arrivare a 750 euro l'anno sulla sostituzione degli pneumatici, nel caso di un tir con dodici gomme».

La telematica sta però esplodendo su più fronti e per motivi diversi. Sempre in Brasile, racconta Audisio, le probabilità di ritrovare un tir carico di merci in avaria in una strada di periferia dopo due ore di sosta è del 10 per cento. Per questo motivo, il 50 per cento dei veicoli commerciali in circolazione in Brasile monta già sistemi telematici a bordo. Questo è l'effetto dell'interessamento da parte delle Compagnie assicurative a un sistema che garantisce loro una maggiore protezione dei clienti e dei propri interessi.

«In Europa, il modello di business è più tecnico e interessa maggiormente la sicurezza e il controllo dei costi di manutenzione del veicolo. Nel mondo della telematica è difficile integrare sistemi perché tutti i competitori nel settore cercano di sopraffarsi a vicenda con le rispettive tecnologie, ma in questo caso particolare, la leadership Pirelli ci permette di dettare uno standard. Da novembre, le vetture che verranno vendute in Europa dovranno montare nuovi sensori per il monitoraggio degli pneumatici e nel 2015 dovranno essere in grado di inviare una chia-



mata di emergenza in caso di incidente».

La tecnologia sviluppata da Pirelli per il mercato auto, denominata Cyber Tyre, dovrebbe trovare le sue prime applicazioni nei prossimi mesi. «Teoricamente, il prodotto è pronto e pure i clienti, ma la catena distributiva e il mercato potrebbero non esserlo. Se consideriamo che ogni anno lo 0,7 per cento dei sensori di pressione attualmente installati sulle vetture viene rotto in fase di sostituzione dello pneumatico, e lo moltiplichiamo per i 50 milioni di sensori distribuiti a oggi, 350mila sensori vengono rotti ogni anno», continua Audisio. Ciò non impedisce a Pirelli di avviare diverse collaborazioni con le Case automobilistiche per valutare l'integrazione dei sistemi Cyber Tyre a bordo delle vetture di alta gamma. Si sta persino contemplando l'ipotesi di riuscire a definire la direzione che questo nascente mercato prenderà.

A prescindere dai tempi di adozione, se l'attuale tecnologia Cyber Tyre può paragonarsi all'iPhone 1, la tecnologia a cui i ricercatori Pirelli stanno lavorando è paragonabile a un iPhone 20: «Nel futuro della tecnologia Cyber prevediamo implementazioni che riguarderanno il monitoraggio del manto stradale da parte degli operatori. La possibilità di individuare e segnalare variazioni nelle condizioni delle strade, siano esse dovute a condizioni atmosferiche avverse o al logoramento dell'asfalto, permetterà agli operatori di valutare l'intervento ideale».

All'incremento della sicurezza e della tracciabilità delle vetture si potrebbe aggiungere, quindi, il monitoraggio delle strade, funzione che potrebbe rivelarsi particolarmente utile per garantire importanti risparmi sulle spese associate ai molteplici interventi. ■