

Energy harvesting: energia da mietere

Romualdo Gianoli

Il calore disperso dal motore di un'automobile, la compressione di un pavimento dovuta al passaggio di molte persone e persino il movimento del nostro corpo possono generare energia: la ricerca sta lavorando per sfruttarla sempre meglio



«La Forza! Un potente alleato essa è! La vita essa crea ed accresce [...] ci circonda e ci lega.... Tu devi sentire la Forza intorno a te, qui, tra te, me, l'albero, la pietra, dovunque!»

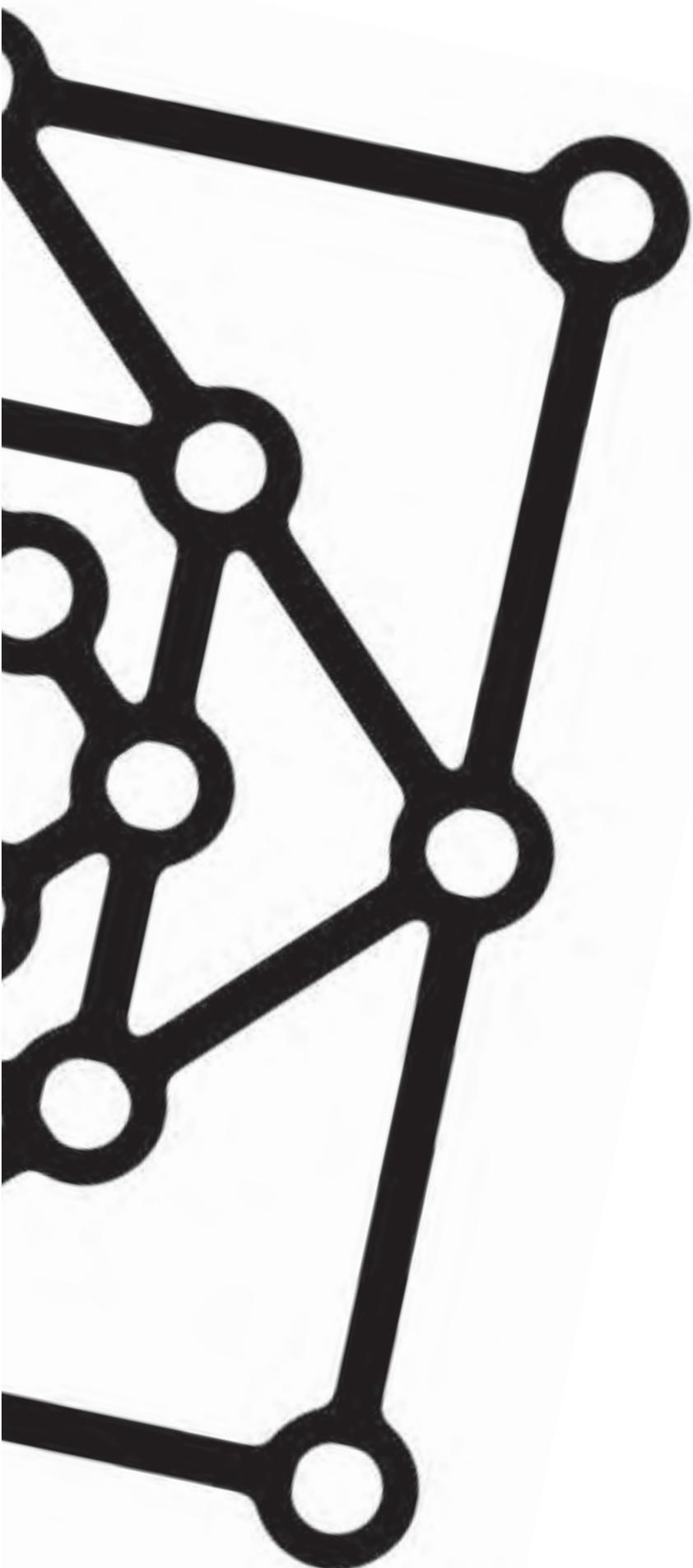
A pronunciare questa frase in uno dei film della famosa saga spaziale di *Star Wars* è il personaggio di Joda, il vecchio maestro Jedi che cerca di spiegare al giovane Luke Skywalker il significato del concetto di Forza, il principio vitale e animatore che permea tutto l'universo, così come immaginato dalla mitologia di George Lucas. Questa frase, però, si adatta molto bene anche a spiegare il principio su cui si basa un particolare insieme di tecnologie, raggruppate sotto il nome di *energy harvesting*; basta solo sostituire al fantascientifico termine "forza" la parola "energia". Letteralmente l'espressione *energy harvesting* vuol dire "mietere energia" e fa riferimento ad alcune tecnologie grazie alle quali possiamo raccogliere una parte dell'energia che, quotidianamente, ci circonda sotto molte forme, per trasformarla in energia elettrica utile ad alimentare dispositivi di vario genere. Energia - elettromagnetica - è infatti la luce; energia - termica - è il calore che si produce o si dissipa, ad esempio, con il movimento e l'attrito; energia - meccanica - è data dal vento, e così via. D'altra parte queste considerazioni non dovrebbero sorprendere più di tanto. Antoine Laurent de Lavoisier nel '700 aveva già postulato che nulla si crea o si distrugge, ma tutto si trasforma - compresa l'energia - e prima di lui ne aveva parlato anche Anassagora di Clazomene, filosofo del V secolo a.C. E allora perché non cercare di recuperare almeno una parte di tutta quest'energia che ci sta attorno, e che noi stessi contribuiamo a produrre, senza

lasciarla andare totalmente sprecata? Il problema, come spesso capita, non è tanto concettuale quanto eminentemente pratico, vale a dire tecnologico. Infatti le quantità di energia disponibili sono spesso talmente piccole, che fino a qualche tempo fa è stato quasi impossibile raccoglierle, oltre che trarne una reale utilità in quanto non sufficienti per alcun uso pratico. Ma già da qualche anno lo scenario sta cambiando, proprio grazie allo sviluppo di nuove tecnologie che permettono l'*energy harvesting*. Oggi esistono dispositivi elettronici in grado di raccogliere e immagazzinare minime quantità d'energia provenienti dall'ambiente circostante e renderle disponibili per far funzionare piccoli dispositivi *wireless*, ad esempio i sensori, rendendoli autonomi dal punto di vista dell'alimentazione elettrica. La somma di due fenomeni - l'aumento dell'efficienza con cui si riesce a raccogliere l'energia e la riduzione dei consumi dei microprocessori - hanno fatto sì che l'*energy harvesting* cominciasse a manifestare una reale utilità pratica e interessanti sviluppi sia economici, sia ambientali.

UNA FONTE INESAURIBILE DI ENERGIA

Ma come funziona l'*energy harvesting*? Per spiegarlo, cominciamo dalle fonti. Come detto il suo scopo è attingere energia da qualunque fonte disponibile; basta guardare le cose nella giusta maniera per scoprire che, nella nostra vita quotidiana, siamo realmente circondati dall'energia, ma spesso ne siamo del tutto inconsapevoli. Infatti si può ricavare energia elettrica da innumerevoli fonti:

1) dall'energia meccanica, come nel caso delle vibrazioni o del movimento di vei-



coli e persone;

2) dall'energia termica che viene dispersa in molti modi attorno a noi, attraverso gas di scarico caldi e calore prodotto dall'attrito o persino dal nostro stesso corpo.;

3) dalla luce che, in fin dei conti, altro non è se non un campo elettromagnetico e dunque, grazie a fotosensori, fotodiodi (e, ovviamente, pannelli solari), può essere trasformata in energia elettrica. Ma si può ricavare energia anche dalle sorgenti di campi magnetici come bobine e trasformatori o da tutte le fonti naturali, quali flussi d'aria e d'acqua, gradienti termici e di pressione. Altre possibili fonti sono quelle chimiche o biologiche, come nel caso delle reazioni di ossidazione degli zuccheri nel sangue.

Una volta individuate le fonti da cui attingere, la catena di un sistema per l'*energy harvesting* si compone di almeno altri tre elementi:

- un dispositivo trasduttore, in grado, cioè, di effettuare la conversione da una qualsiasi di queste forme d'energia a energia elettrica;
- un componente in grado di immagazzinare l'energia elettrica così ottenuta e metterla successivamente a disposizione degli apparecchi utilizzatori;
- un'applicazione in grado di gestire un sistema di sensori wireless o di controllo e monitoraggio di apparecchiature.

I FONDAMENTI DELL'ENERGY HARVESTING

Alla base della tecnologia dell'*energy harvesting* vi sono alcuni principi fisici ben noti. Uno tra i più comuni è quello piezoelettrico, grazie al quale una compressione o dilata-



Nella nostra vita quotidiana siamo circondati da fonti di energia di ogni tipo, molte delle quali sono utilizzabili

zione meccanica di certi materiali produce una debole corrente o una piccola differenza di potenziale. Sono molte le fonti che si incontrano quotidianamente e sono in grado di generare corrente con questo meccanismo: il movimento del corpo umano, le vibrazioni a bassa frequenza o le onde acustiche dei rumori sono solo alcuni esempi. In questi casi le potenze che si riescono a generare sono piccole, dell'or-

dine di milliwatt, tuttavia sono sufficienti ad alimentare piccoli dispositivi che in tal modo diventano autosufficienti dal punto di vista energetico; una caratteristica molto utile nel caso di sensori localizzati in punti particolarmente difficili o con dimensioni



Si sta lavorando per produrre su larga scala dispositivi autosufficienti dal punto di vista energetico

tali da rendere impossibile l'alimentazione esterna. Molti dispositivi sperimentali o dimostrativi, basati sull'effetto piezoelettrico, sono stati messi a punto negli ultimi anni: ad esempio, le scarpe che producono corrente sfruttando la compressione delle soles, o il telecomando a infrarossi per il televisore, che funziona senza batterie e si affida completamente all'*energy harvesting*. Altri dispositivi sono in fase di studio o realizzazione per un'applicazione su più ampia scala. È il caso dello speciale manto stradale capace di generare elettricità recuperando energia dal passaggio delle automobili che comprimono leggermente l'asfalto o dei pavimenti che producono corrente sfruttando il passaggio di molte persone. A dimostrazione del fatto che questa tecnologia sia tutt'altro che trascurabile, c'è l'interesse manifestato nei suoi confronti dalla famosa agenzia americana DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*), che negli ultimi anni ha finanziato ricerche per studiare la possibilità di ricavare energia dal movimento di gambe, braccia, piedi e dalla pressione sanguigna di soldati dotati di speciali uniformi, così da alimentare in maniera autonoma sistemi di sensori utili su un campo di battaglia.

LA BIOENERGIA

Altri effetti (pireoelettrico e termoelettrico) consentono di ricavare energia elettrica da situazioni in cui si verifica una differenza di temperatura tra due materiali. Anche principi più "esotici", come il metabolismo degli alberi o l'ossidazione degli zuccheri nel

sangue, consentono di "mietere" questa bioenergia e trasformarla in corrente elettrica. Sono allo studio possibili utilizzi di queste minuscole celle a biocarburante per alimentare impianti medicali elettronici come pacemaker o biosensori per diabetici, liberando così i pazienti dalla necessità di sostituire le batterie. Ad esempio, presso il *Department of Physics* dell'Università di Saint Louis, un gruppo di ricercatori sta sperimentando degli enzimi in grado di ricavare energia dagli zuccheri del sangue¹, ma al momento il principale inconveniente consiste nel fatto che tali enzimi dopo alcuni anni esauriscono la loro capacità e vanno sostituiti. Su un altro fronte, quello della produzione di bioenergia dagli alberi, nel Massachusetts l'azienda Voltree ha sviluppato un sistema per ricavare energia dal metabolismo degli alberi²: questo sistema è già in grado di alimentare un sistema di sensori per il monitoraggio degli incendi boschivi o delle condizioni meteorologiche. Secondo i responsabili dell'azienda, la vita utile di questi dispositivi sarebbe limitata solo dalla durata di vita degli alberi a cui sono collegati. Come è facile intuire, le applicazioni e le possibilità d'uso delle tecnologie dell'*energy harvesting* potenzialmente sono illimitate. E siamo appena agli inizi; il settore ha enormi margini di sviluppo, tanto tecnologico quanto commerciale. A ulteriore dimostrazione del crescente interesse che questo settore sta suscitando, ci sono le cifre degli investimenti: secondo i dati della società di analisi IDTechEx³, nel solo 2011 circa 700 milioni di dollari sono già stati spesi nell'*energy harvesting*. Ma le stime indicano che entro il 2021 il mercato dei componenti per l'*energy harvesting* raggiungerà i 4,4 miliardi di dollari. Nel corso del 2011 le principali tecnologie adoperate per l'*harvesting* sono state le celle solari e le elettrodinamo, due tecnologie già sufficientemente mature. Nei prossimi anni, però, altre tecnologie verranno perfezionate, rendendo ancora più interessante il settore dal punto di vista economico e commerciale, col risultato di richiamare altri investimenti che potranno generare ulteriore sviluppo. All'orizzonte già si delinea il miglioramento dei sistemi di generazione termoelettrica (trasformazio-

ne di calore in energia elettrica) ai quali sta lavorando il dipartimento dell'energia americano, assieme a due colossi del settore *automotive*, BMW e General Motors; l'obiettivo è sfruttare il calore disperso dai motori per produrre corrente in grado di far funzionare



È allo studio un modo per alimentare i *pacemaker* con minuscole celle a biocarburante

l'elettronica di bordo, impiegando una tecnologia d'avanguardia già adoperata dalla NASA per alimentare i Mars Rovers. A completare il quadro delle tecnologie più promettenti, c'è quella della generazione piezoelettrica cui abbiamo già accennato. Promettente sia per il grado di miniaturizzazione con cui può essere realizzata, sia per la gran quantità e varietà di fonti disponibili⁴. Secondo lo scenario previsto da IDTechEx, saranno proprio queste quattro tecnologie - celle solari, elettrodinamo, termoelettrica e piezoelettrica - che nei prossimi anni avranno il maggior sviluppo, raggiungendo quote di mercato consistenti e pressoché paragonabili.

Insomma, lo scenario è sicuramente molto promettente e in rapida evoluzione, soprattutto se si pensa che tutte queste tecnologie, una volta che saranno diffuse su vasta scala, come sembrano indicare le previsioni, potrebbero senz'altro contribuire a recuperare una notevole quantità di energia, che altrimenti andrebbe sprecata. Una logica, più futura che futuribile, che prevede l'interconnessione in un'unica "*super grid*" globale, una grande rete composta da modalità di produzione dell'energia integrate.

Riferimenti bibliografici

¹ Per un inquadramento della questione si veda anche il seguente documento: http://www.electrochem.org/dl/interface/sum/sum07/su07_p28_31.pdf

² http://voltreepower.com/pdfs/ViasalaPressRelease_Jan2010.pdf

³ <http://www.idtechex.com>

⁴ Per consultare ulteriori dati aggiornati e le previsioni per il settore, si veda la seguente pagina: <https://www.idtechex.com/estore/o.asp?cartpageid=10>

