



Dossier della Fondazione per lo sviluppo sostenibile

Green computing: l'efficienza energetica nel mondo informatico
di Pierluigi Adami

Roma, 22/6/2009

Indice

Contesto nazionale e internazionale.....	3
Quanto inquinano i bit.....	3
Iniziative internazionali su “Green Computing”	4
IEA Implementing Agreement on Efficient Electrical End-use Equipment (4E)	4
Ecolabel, il marchio europeo della Qualità Ambientale	5
Energy Star: la prima iniziativa	6
Climate Savers Computer Initiative (CSCI)	6
Green Electronics Council	7
The Green Grid	7
Buone pratiche di efficienza informatica	7
Componenti elettronici ed efficienza energetica	8
Conclusioni.....	9
Appendice 1: strumenti per il “green computing”	11
Virtualizzazione dei server	11
PC di rete e Terminal server.....	11
Gestione dell'energia (Advanced Configuration and Power Interface)	12
Telelavoro, Tele-Formazione e video-comunicazione	13
Appendice 2: il consumo elettrico dei componenti informatici.....	13
Microprocessori.....	14
Alimentatori	14
Dischi rigidi	14
Schede video.....	15
Schermi.....	15

Contesto nazionale e internazionale

Quando si parla di efficienza energetica e riduzione dei consumi elettrici, il comparto dei dispositivi da ufficio, dell'Information Technology e dei PC, che sono ormai capillarmente diffusi nella maggior parte delle famiglie e della quasi totalità delle imprese, viene sovente trascurato.

Eppure i personal computer per uso domestico o sulle scrivanie degli uffici, e i server che tengono in attività i servizi informatici delle aziende e delle amministrazioni, sono responsabili di una quota non irrilevante dei consumi elettrici nazionali. Consumi in parte dovuti alle straordinarie prestazioni di calcolatori, utilizzati spesso per la sola videoscrittura. PC che per la maggior parte del tempo consumano energia senza scopo.

Per questo, da anni, sono state introdotte politiche di risparmio ed efficienza energetica nel mondo dell'Information technology (IT), in genere definite come "green computing".

L'Italia, sino ad ora, non sembra aver affrontato con determinazione la tematica del green-computing, peraltro assente anche nel Piano d'azione presentato dal Governo nel 2007 in ottemperanza alla direttiva 2006/32/CE. Questa direttiva obbliga gli Stati membri ad un efficientamento energetico pari all'1,5% annuo a partire dal 2007 e sino al 2012; tale impegno dovrebbe poi giungere all'obiettivo di efficienza energetica del 20% entro il 2020. Di questa quota, il Piano d'Azione indica il contributo delle imprese pari al 25% del totale di riduzione nei consumi.

Già nel 2009 le imprese italiane devono dimostrare di aver conseguito concreti obiettivi di riduzione dei consumi rispetto al 2007.

Per quanto riguarda il comparto informatico, l'Italia sta solo lentamente colmando il grave divario informatico che anni fa la separava dagli altri paesi occidentali, che ancora persiste. Secondo una ricerca de l'Economist (settembre 2008) l'Italia è solo al 24° posto nel comparto dell'IT tra le nazioni industrializzate. La genesi di questo modesto risultato nazionale è complessa, e include fattori socio-economici come la disponibilità di personale qualificato, la presenza di infrastrutture tecnologiche avanzate, la tutela dei diritti di copyright e l'apertura alle innovazioni.

Tuttavia il 40 per cento della popolazione possiede un PC e una connessione ad Internet. Aggiungendo i PC aziendali, degli uffici e delle P.A. si tratta di decine di milioni di computer in funzione. Migliaia di aziende offrono servizi nel campo IT e di integrazione di sistemi informatici. Il giro di affari va oltre 20 miliardi di euro annui (fonte Unioncamere).

Se poi si estende l'attenzione all'intero comparto dell'elettronica di consumo (televisori, hi-fi, dvd e decoder, videogiochi) - apparati ormai tecnologicamente affini ai computer - si può immaginare l'importanza di porre la questione al centro del dibattito sull'efficienza energetica.

Quanto inquinano i bit

Un computer consuma energia anche se nessuno lo sta adoperando, e il suo microprocessore "gira a vuoto". Nonostante ciò sia intuitivo, milioni di computer restano accesi per ore, anche per tutta la notte, soprattutto negli uffici e nei centri IT delle aziende, senza svolgere alcuna attività.

Un computer consuma energia anche quando è spento, ma è attaccato all'alimentazione elettrica.

Se calcoliamo le emissioni medie di CO₂ prodotte per i consumi elettrici, si stima che decine di milioni di tonnellate di CO₂ vengono emesse inutilmente ogni anno per l'inefficienza dei sistemi informatici (1).

Un normale PC da scrivania disperde metà dell'energia che consuma. Questo significa elevata inefficienza energetica e inutile immissione di CO₂ nell'atmosfera.

Ogni anno un singolo PC da scrivania produce una media equivalente a 417 Kg di CO₂ che potrebbe essere risparmiata con semplici politiche di green computing. Negli USA, questo significa inutili emissioni per circa 15 milioni di tonnellate di CO₂ all'anno.

Con un'accorta politica di green-computing è possibile ridurre del 65% le emissioni di CO₂ di ogni PC, ottenendo anche risparmi nelle bollette.

"Attivando procedure di risparmio energetico, è possibile risparmiare \$75 per PC all'anno, riducendo le emissioni di CO₂ emesse da un singolo PC di quasi mezza tonnellata." (2 - dall'ultimo summit CSCI-Energy Star, Portland, marzo 2009).

Considerando che solo negli USA vi sono 104 milioni di PC da ufficio, e in Italia circa 20 milioni (ogni anno vengono acquistati nel nostro paese 6 milioni di computer e server nuovi), si può dedurre quanto sia rilevante l'effetto di una buona politica di efficienza energetica nel comparto IT.

Una recente ricerca USA (3 - maggio 2007, Harris Interactive su commissione di 1E) ha stabilito che dei 104 milioni di dipendenti con PC in ufficio, solo il 40% spengono il PC alla fine della giornata di lavoro. Questi PC in alcuni casi vengono posti dal sistema operativo in modalità "ibernato" (comunque onerosa in termini di consumo) oppure restano semplicemente accesi. La stessa ricerca valuta in circa 1,72 miliardi di dollari all'anno il costo per alimentare computer che non svolgono alcuna attività. Questo solo negli USA. Una grande azienda o amministrazione con 10000 PC può risparmiare \$ 165000 all'anno con l'adozione di politiche di green computing.

Iniziative internazionali su "Green Computing"

Qui di seguito sono riportate le principali iniziative di organismi internazionali nel campo del green computing, che promuovono a livello industriale e politico, azioni di efficienza energetica.

IEA Implementing Agreement on Efficient Electrical End-use Equipment (4E)

(<http://www.iea-4e.org/>)

La IEA Implementing Agreement on Efficient Electrical End-use Equipment (4E), fondata nel luglio 2007 ha preso spunto dal lavoro già iniziato dal GEEA - Group for Energy Efficient Appliances dal 1996 nel campo dell'elettronica di consumo e per ufficio; il GEEA, divenuto fondazione dal 2000, è stato promosso dalle agenzie per l'energia di diversi paesi europei (l'Italia non vi ha contribuito). Il GEEA ha definito un marchio stabilendo vari criteri restrittivi di massimo assorbimento di potenza elettrica per i principali apparati elettronici, dai televisori ai computer; per questi ultimi, i criteri GEEA riprendono quelli

¹ <http://www.climatesaverscomputing.org/news/press-releases/may-20-2009>

² <http://www.climatesaverscomputing.org/news/press-releases/march-10-2009>

³ http://www.climatesaverscomputing.org/docs/Energy_Report_US.pdf

Energy Star (si veda oltre). Molta attenzione è posta a prevenire i consumi in “stand-by” con l’obbligo di porre interruttori in grado di spegnere completamente il dispositivo (spegnimento fisico, non software).

Il “4E implementing Agreement” è un programma IEA volto a “promuovere l’adozione di politiche governative per incoraggiare l’uso di dispositivi elettronici di consumo efficienti.” Il programma ha già stabilito alcuni progetti di ricerca e metterà a punto un forum per le nazioni partecipanti e i soggetti interessati; sono previsti anche strumenti per la condivisione e la diffusione delle informazioni.

Ecolabel, il marchio europeo della Qualità Ambientale

(<http://www.apat.gov.it/certificazioni/site/it-IT/Ecolabel/>)

L'Ecolabel (Regolamento CE n. 1980/2000) è il marchio europeo di qualità ecologica.

Viene conferito, su richiesta dei produttori, e dopo certificazione presso laboratori autorizzati, ai prodotti e ai servizi migliori dal punto di vista ambientale. La gamma di prodotti è molto ampia e va dai detersivi ai tessuti, alla carta, a prodotti elettronici e informatici e fino ai servizi turistici, per citarne alcuni. Il logo è una margherita, che consente al consumatore di identificare i prodotti che hanno ricevuto questo marchio di qualità. I prodotti “con la margherita” possono così diversificarsi dai concorrenti sul mercato, favorendo la consapevolezza ambientale dei consumatori. Il marchio Ecolabel garantisce anche elevati standard prestazionali, identificando così, in vari comparti industriali, i prodotti di eccellenza per le loro qualità costruttive e per il ridotto impatto ambientale nell’intero ciclo di vita del prodotto (Life Cycle).

A titolo di esempio si riporta di seguito una sintesi dei criteri energetici decisi dalla Commissione UE per l’assegnazione del marchio Ecolabel a un prodotto della categoria “Computer portatili” (2005/343/CE - 4):

Il computer portatile deve essere dotato di un interruttore di accensione/spegnimento facilmente accessibile; Il computer portatile deve supportare la modalità «veglia» ACPI S3 (funzione «sospensione in RAM») e deve essere impostato in modo tale da passare automaticamente dalla modalità di operatività normale alla modalità «veglia» ACPI S3 dopo un tempo di inattività non superiore a 15 minuti: Il consumo energetico del computer portatile nella modalità «spento» deve essere pari o inferiore a 2 watt a batteria completamente carica e con l’alimentatore collegato alla rete elettrica; Il consumo massimo dell’alimentatore del computer portatile deve essere pari o inferiore a 0,75 watt quando è collegato alla rete elettrica, ma non è collegato al computer.

Il requisito sul consumo elettrico dei PC portatili quando sono “spenti” ma connessi alla rete, mostra come, per un parco di decine di milioni di apparati, svariate decine di MW servano per alimentare computer che l’utente ritiene addirittura spenti.

Seguono poi requisiti costruttivi, sull’accessibilità e sostituibilità di singole componenti (memoria, dischi, lettori DVD), sulla riduzione dei componenti tossici o inquinanti, come il mercurio degli schermi retroilluminati, sulla massima rumorosità (es: 40 dB(A) nella fase di accesso al disco), sul ritiro, riciclaggio e sulla riduzione e gestione dei materiali pericolosi.

⁴ http://www.apat.gov.it/certificazioni/site/contentfiles/01378500/1378579_DecisioneEcolabelcomputerportatili.pdf

Energy Star: la prima iniziativa

(<http://www.eu-energystar.org/it/index.html>)

La prima iniziativa di promozione di sistemi di contenimento energetico nel settore informatico e delle macchine per ufficio è il marchio Energy Star.

L'ENERGY STAR è un sistema volontario internazionale di etichettatura per l'efficienza energetica introdotto dall' Agenzia statunitense per la protezione dell'ambiente (EPA) nel 1992. Attraverso un accordo con il governo degli Stati Uniti, la Comunità europea partecipa al sistema ENERGY STAR per quanto riguarda le apparecchiature per ufficio. All'inizio il marchio era focalizzato sull'identificazione di schermi e monitor a tubo catodico a bassa emissione elettromagnetica e consumi inferiori, poi esteso ad altri criteri di risparmio energetico, come l'adozione della modalità di sospensione delle attività del computer dopo un certo tempo di non utilizzo. Nel 2006 sono state aggiunte regole più restrittive e stringenti per riservare il marchio a dispositivi che rispondono a vari criteri di risparmio energetico e rispetto dell'ambiente. Da qualche anno, il marchio Energy Star è stato adottato in sede UE.

Il programma ENERGY STAR dell'Unione europea, dedicato all'efficienza energetica delle apparecchiature per ufficio (PC, stampanti, monitor ecc.), ha definito una serie di parametri che consentono di identificare i prodotti elettronici "ecologicamente sostenibili" attraverso un marchio riconosciuto a livello internazionale. È costituito un European Community Energy Star Board che si riunisce periodicamente per definire obiettivi del programma ed emettere la documentazione con le specifiche tecniche.

Negli anni è stata raccolta un'ampia banca dati di prodotti elettronici per ufficio che permette di scegliere i modelli più efficienti in termini di risparmio energetico.

Nel sito del progetto sono disponibili informazioni e suggerimenti utili sul "perché acquistare le apparecchiature per ufficio energeticamente efficienti, sul come scegliere la configurazione che ti permette il maggior risparmio di energia e sul come utilizzarla nel modo più efficiente" (5).

Climate Savers Computer Initiative (CSCI)

(<http://www.climatesaverscomputing.org/>)

CSCI è indirizzata alla riduzione dei consumi elettrici dei PC, per contribuire al raggiungimento degli obiettivi di Kyoto. Fondata nel 2007 sul modello Climate Savers del WWF (che è tra i promotori dell'iniziativa CSCI con Google e Intel), fornisce un catalogo di "prodotti verdi" a consumo ridotto.

Si tratta di una organizzazione internazionale no-profit, per aziende, professionisti e consumatori "eco-consapevoli"; vi aderiscono oltre 400 aziende del settore tra cui Dell, Google, HP, Intel, Gigabyte, Lenovo, Novell, Microsoft. Tra gli sponsor Acer, AMD, Delta Electronics, Fujitsu, Hitachi, Intuit, Lite-On, NEC, Sun e Supermicro.

Minimizzando il consumo di energia elettrica e riducendo le emissioni di gas che causano l'effetto serra, il gruppo CSCI intende ridurre le emissioni globali di CO₂, causate dalle piattaforme dei computer, entro il 2010 per 54 milioni di tonnellate all'anno. Ciò - dichiarano nel sito dell'organizzazione - equivale alle emissioni di circa 12-15 milioni di autovetture o decine di impianti di produzione elettrica a carbone.

⁵ <http://www.eu-energystar.org/it/index.html>

Green Electronics Council

(<http://www.greenelectronicscouncil.org/>)

Il GEC, definendo in modo operativo quanto indicato dallo standard IEEE 1680 al punto 4, ha messo a punto lo *strumento per la valutazione ambientale dei prodotti elettronici* (Electronic Products Environmental Assessment Tool - EPEAT) basato su 51 criteri, 23 dei quali obbligatori e altri 28 opzionali, per classificare i prodotti elettronici in base all'efficienza e alla sostenibilità ambientale: prodotti premiati con un marchio di *bronzo, argento, oro* a seconda se soddisfano ai soli criteri obbligatori, o in più, rispettivamente, almeno al 50% o al 75% dei criteri opzionali.

Piuttosto che su criteri di efficienza nei consumi, il GEC è focalizzato su norme stringenti per ridurre l'inquinamento ambientale:

- 4.1. Riduzione/Eliminazione dei materiali ambientalmente sensibili: mercurio, piombo, cromo esavalente, parti plastiche ecc.
- 4.2. Selezione dei materiali: contenuto in plastica riciclabile, e in bio-materiali rinnovabili;
- 4.3. Progettazione per la dismissione a fine ciclo: identificazione dei materiali che richiedono trattamenti specifici, riduzione delle vernici e colle, facilità di smontaggio;
- 4.4. Estensione della longevità e del ciclo di vita: ulteriore garanzia di tre anni, disponibilità di parti di ricambio, progetto modulare, facile aggiornabilità;
- 4.5. Riduzione energetica: adesione allo standard Energy Star, disponibilità di componenti ad energie rinnovabili;
- 4.6. Gestione dello smaltimento: disponibilità del servizio di ritiro e smaltimento, anche per le batterie;
- 4.7. Capacità aziendale: adesione allo standard ISO 14001, a certificazione di compatibilità ambientale;
- 4.8. Imballaggio: riduzione imballaggi, dei materiali tossici, 90% di riciclabilità.

Nel 2007 il presidente Bush ha emesso l'Executive Order 13423, che obbliga gli uffici federali USA a seguire la norma EPEAT nell'acquisto di prodotti elettronici.

The Green Grid

(<http://www.thegreengrid.org/>)

È un consorzio internazionale di imprese volto a promuovere l'efficienza energetica nei centri di calcolo aziendali. È stato fondato nel febbraio 2007 dalle principali aziende informatiche mondiali, tra le quali AMD, APC, Dell, HP, IBM, Intel, Microsoft, Rackable Systems, SprayCool, Sun Microsystems e VMware. Sta producendo raccomandazioni tecniche volte al raggiungimento degli obiettivi di efficienza energetica nel comparto IT.

Buone pratiche di efficienza informatica

A livello consumer, sarebbe auspicabile promuovere l'informazione sull'uso consapevole del personal computer:

- Assicurare lo spegnimento fisico dell'apparato se non lo si utilizza per un certo tempo;

- visto che PC e trasformatori assorbono comunque corrente anche a PC spento, suggerire l'adozione di sistemi per scollegare l'alimentazione (ad es. con le cosiddette "ciabatte" dotate di interruttore);
- Rendere automatica e già attiva all'accensione la modalità "risparmio energetico" sempre disponibile nel sistema operativo;
- Promuovere, come si fa nel campo degli elettrodomestici, l'acquisto di nuovi apparati a basso consumo ed eco-compatibili, certificati da label riconosciute a livello europeo, come Ecolabel ed Energy Star;
- Non tutti i sistemi operativi sono uguali: alcuni sono più "energivori" di altri. Microsoft Windows Vista[®], che pure implementa in modo più completo politiche di risparmio energetico rispetto al predecessore XP[®], richiede più risorse (processore, memoria RAM, dischi rigidi), rispetto ad altri sistemi operativi, come quelli della famiglia Linux o MacOSX[®] di Apple, e dunque consumi più alti a parità di prestazioni.

A livello di centri di calcolo delle imprese, oltre ai precedenti punti validi per il settore consumer, vi sono vari livelli di intervento possibili nell'ambito del "green-computing", descritti più avanti in dettaglio:

- suggerire ai sistemisti dei centri di calcolo e agli IT-manager di provvedere allo spegnimento da remoto, nelle ore notturne, dei PC nella rete che non hanno processi di calcolo attivi;
- suggerire architetture di rete basate su PC di ufficio "lite", ossia a bassa capacità di calcolo ed efficienti in termini di risorse, nel caso siano usati prevalentemente per applicazioni di ufficio; altre risorse possono essere disponibili e condivise nell'Intranet aziendale;
- procedere alla sostituzione dei server fisici (singoli apparati reali) con server virtuali (sistemi software) attraverso programmi di "virtualizzazione" (come VMware o analoghi anche open-source) che consentono grandi risparmi energetici;
- promuovere l'uso dei sistemi di lavoro collaborativo da remoto, formazione a distanza, videocomunicazione, in sostituzione di riunioni che prevedono la trasferta fisica dei partecipanti (risparmio su trasporti e mobilità).

Componenti elettronici ed efficienza energetica

L'efficienza energetica di un calcolatore può essere misurata dal parametro "**performance per watt**" che indica la "quantità di calcolo" che può essere sviluppata da un dato sistema hardware e software per ogni watt di potenza elettrica consumato.

La potenza elettrica consumata non è costante, e dipende in ogni istante dalla quantità di elaborazioni effettuate; parametri significativi sono la potenza media, quella di picco (al massimo consumo) e quella in inattività (stato *idle*). L'efficienza nello stato idle è molto importante perché il microprocessore è inattivo per buona parte del suo tempo, se applicato in operazioni poco complesse come quelle d'ufficio.

La misura di efficienza in operazioni al secondo per watt, può essere anche calcolata in operazioni per watt al secondo, e dunque in operazioni / joule, visto che 1 Joule = 1 Watt/secondo.

Parte della potenza elettrica consumata in un PC viene convertita in calore, e all'aumentare della potenza, aumenta la necessità di installare ventole raffreddanti. Inoltre, il calore viene dissipato nell'ambiente e costringe il gestore a dotare i centri di calcolo di costosi impianti di condizionamento dell'aria. Tra l'altro, l'efficienza in operazioni / joule diminuisce all'aumentare della temperatura ambiente, per cui a parità di operazioni svolte, il computer consumerà più energia e emetterà più calore se la temperatura ambiente è più alta.

Per quanto riguarda i singoli componenti costituenti un personal computer, i più energivori sono la CPU (unità centrale di calcolo: il microprocessore) e l'alimentatore (PSU: Power Supply Unit); anche la scheda video, se ad alte prestazioni e presente come scheda separata dalla scheda madre, contribuisce in modo rilevante al consumo. Seguono poi i dischi rigidi, la scheda madre, la memoria RAM. Anche il sistema operativo - ossia l'insieme dei programmi software che fanno funzionare il PC - influisce sull'efficienza energetica: come accennato, alcuni sistemi operativi sono più "energivori" di altri, e richiedono computer più potenti a parità di prestazioni, per cui bisogna tenerne conto all'atto della scelta di PC secondo criteri di efficienza energetica.

Negli ultimi anni la diffusione dei PC portatili (+21% nel 2008 ⁶) e la necessità di migliorare la durata della batteria di questi apparecchi, hanno spinto la ricerca di soluzioni a basso consumo con ottimi risultati: oggi la CPU di un PC da scrivania tradizionale consuma in media 100 W, mentre la CPU di un PC portatile meno di 40W.

A titolo indicativo, l'assorbimento elettrico di un portatile si pone intorno a 100-150W, un PC da scrivania 200-300W (anche oltre con schede video potenti), un server multiprocessore oltre 500W.

Il recente successo di mini-PC per il collegamento mobile a Internet (netbook) sta facendo ulteriormente progredire la qualità energetica dei componenti, con l'introduzione di microprocessori a basso consumo, come l'Intel Atom, e dispositivi di memorizzazione dati basati su memorie flash e non sui tradizionali dischi rigidi, che assorbono molta corrente a causa delle parti in movimento.

Conclusioni

Il "green computing" è una tecnologia che consente un notevole risparmio energetico, efficienza di calcolo e minori emissioni inquinanti nel mondo dell'informatica. Rappresenta anche un'opportunità per i produttori del settore, che possono incentivare un mercato oggi in crisi con nuove linee di prodotto che consentono riduzioni dei consumi elettrici.

Come si è visto in questo documento, i produttori di componenti e apparati IT hanno investito molto, singolarmente o in consorzi, per proporre nuovi dispositivi ad alta efficienza, alta riciclabilità, basso impatto ambientale. Vari marchi con liste di prodotti eco-sostenibili aiutano il consumatore a individuare i prodotti migliori dal punto di vista ambientale ed energetico.

⁶ <http://www.ilsole24ore.com/art/SoleOnLine4/Economia%20e%20Lavoro/2009/02/mecato-pc-italia.shtml?uuid=4212e6c6-f78b-11dd-b0ab-ff715bf2e370&DocRulesView=Libero>

Tuttavia, la presenza quantitativa nei centri di calcolo dei prodotti “verdi” è ancora minoritaria, anche se si attende una progressiva migrazione verso tali prodotti con il progressivo rinnovamento del parco macchine (PC, server, router) installate.

L’Italia è indietro rispetto agli altri paesi da questo punto di vista, per cui è fondamentale promuovere tra i consumatori i marchi come Ecolabel o Energy Star per indirizzare le scelte verso prodotti più attenti alla questione ambientale.

A livello dei PC da ufficio, che rappresentano un cospicuo parco di milioni di dispositivi, soprattutto nella Pubblica Amministrazione potrebbe essere vantaggiosamente intrapresa la strada del “green computing” sia promuovendo i comportamenti “virtuosi” citati in questo documento, sia procedendo a un rinnovamento del parco informatico verso dispositivi “verdi” con marchio ecologico, che garantirebbe anche un cospicuo e duraturo risparmio sui costi elettrici.

Appendice 1: strumenti per il “green computing”

Virtualizzazione dei server

In sintesi, si può dire che la tecnica della virtualizzazione consente di concentrare in un unico dispositivo fisico le caratteristiche e le funzionalità disponibili in due o più apparati differenti.

Questa tecnica si rivolge naturalmente agli amministratori di centri di calcolo che ospitano decine o centinaia di apparati (principalmente “server”, in sostanza dei computer dotati di grande capacità di calcolo per servire gli utenti di una rete di PC).

Con l'aumentare della potenza di calcolo dei processori, la virtualizzazione consente di poter implementare in un unico dispositivo ciò che prima doveva essere implementato con diversi apparati, con ovvi vantaggi in termini di efficienza energetica.

I sistemi di virtualizzazione più recenti, inoltre, consentono di ripartire in modo dinamico le risorse di calcolo, affidando di volta in volta la potenza della macchina ai processi che realmente ne hanno bisogno in un dato istante. Ciò consente dunque di evitare che un dato server resti acceso in rete senza svolgere attività utili.

La tecnica consente di attivare diverse “macchine virtuali”, il cui numero dipende dalla capacità di calcolo del sistema e dal tipo di servizi, completamente indipendenti – persino differenti per tipo di sistema operativo: ad esempio, possono convivere più server virtuali Linux e Windows nello stesso dispositivo fisico. Ovviamente ciò comporta dei vantaggi anche sui costi di gestione e di manutenzione.

Vi sono in commercio diversi produttori proprietari di sistemi di virtualizzazione, tra i quali il più diffuso è senz'altro VMware, ma esistono anche implementazioni gratuite e open-source, tra cui Xen.

PC di rete e Terminal server

Molto spesso i personal computer posti sulla scrivania di ogni dipendente di un ufficio o di una azienda sono dei potentissimi centri di calcolo, in grado di effettuare operazioni complesse, tuttavia utilizzati prevalentemente per scrittura di documenti o di fogli di calcolo.

Tanta potenza, e tanta energia, che dunque resta sprecata per il 99% del tempo.

L'alternativa consiste nel centralizzare la maggior parte delle risorse di calcolo in un unico apparato (server) a cui si connettono i PC degli utenti (client) che a quel punto non necessitano di ingenti capacità di calcolo proprie (memoria, disco rigido, processori potenti, schede video) perché condividono quelle fornite dal server di rete. Unica funzione dei PC client è di fornire un'interfaccia utente e connettersi al server per accedere alle risorse e applicazioni da esso messe a disposizione. Per far ciò, i PC client non hanno neppure bisogno di un disco rigido interno.

Tutte le reti basate sui sistemi Unix e Linux possono da anni fornire questa modalità client/server, ma anche Terminal Services per Microsoft Windows® e Aqua Connect Terminal Server® per Mac, forniscono questa funzionalità.

Un mini-PC client consuma circa 1/8 dell'energia di un normale PC da scrivania.

Una rete informatica così strutturata consente di ridurre i costi di gestione, perché gli aggiornamenti del sistema operativo vengono effettuati sul solo server e non su tutte le decine o centinaia di PC ad esso connessi. Oltre al risparmio nei consumi elettrici, questa organizzazione delle reti informatiche riduce anche l'obsolescenza e la produzione dei rifiuti, in quanto i PC da scrivania non hanno bisogno di essere periodicamente sostituiti da modelli più nuovi e potenti.

Tuttavia i produttori hardware e software non promuovono per motivi commerciali questa tecnologia che pure è già disponibile.

Gestione dell'energia (Advanced Configuration and Power Interface)

(<http://www.acpi.info/>)

ACPI è uno standard industriale aperto volto a definire specifiche per il riconoscimento dell'hardware di un PC, la configurazione dei componenti e la gestione del risparmio energetico. Iniziato nel 1996 è ora giunto alla versione 3.0b. La più nota e importante componente dello standard ACPI è proprio la gestione energetica, ormai adottata dai principali sistemi operativi: Windows, MacOSX, Linux, FreeBSD. Il successo di ACPI è cresciuto con la grande diffusione dei PC portatili e la necessità di prolungare la durata della carica delle batterie interne, con tecniche di risparmio energetico.

In particolare, è possibile spegnere dei componenti del computer dopo un certo periodo di inattività: schermo, dischi rigidi, e anche il processore e la memoria RAM vengono disattivati se non utilizzati. Nello standard sono definiti gli *stati* in cui il PC può essere posizionato, a seconda del suo livello di attività, e le modalità di transizione da uno stato all'altro.

Sono definiti 4 stati fondamentali:

- G0: *Esecuzione*, computer in piena attività, CPU, RAM accesi; alcune periferiche, come i dischi possono essere temporaneamente spente in C0 per ridurre consumi e rumore, ma si riattivano immediatamente al bisogno;
- G1: *Addormentato*, a sua volta diviso in 4 sottostati:
 - S1 POS – *power-on-standby*, attività ridotta di CPU (che resta accesa) e periferiche, stato di riposo “vigile”, consumo ridotto ma significativo;
 - S2 – poco implementato
 - S3 STR – *Suspend-to-RAM* (“stand-by” o “sleep”) – in questo caso l'unico componente acceso è la memoria RAM che immagazzina tutti i dati attivi, pronti per essere ripristinati e far ripartire la macchina al risveglio, che è molto rapido;
 - S4 – *Suspend-to-disk* (“ibernazione”, “safe sleep”), anche la memoria RAM viene spenta, ma prima tutti i dati attivi sono salvati su disco; il consumo elettrico è minimo ma il ripristino dei dati da disco rende il risveglio S4 più lento rispetto a S3. S4 è più sicuro: nel caso di interruzione dell'alimentazione elettrica, il PC può tornare in esecuzione, mentre in S3 vengono persi i dati immagazzinati nella RAM.
- G2: *Soft-off (spegnimento software)*: è lo stato nel quale si porta il PC quando si spegne il PC con il tasto *spegni* o *arresta* del sistema operativo. Nonostante la maggior parte degli utenti lo ignori, alcune porte di comunicazione e

periferiche restano comunque alimentate (USB, LAN, Modem) per riattivare il PC a fronte di specifici comandi di “risveglio” (wake on ring, ad esempio, su chiamata modem). Il computer consuma comunque una quota di potenza elettrica (alcuni Watt) per alimentare le periferiche. Il ritorno allo stato G0 richiede la normale riaccensione.

- G3: *Mechanical-off (spegnimento meccanico)* è lo stato in cui al PC manca completamente l'alimentazione elettrica, e l'unico assorbimento di corrente è dovuto all'orologio interno, alimentato da una piccola batteria.

Telelavoro, Tele-Formazione e video-comunicazione

Nell'ambito delle attività del “green computing” sono incluse queste applicazioni che, pur disponibili da oltre un decennio, hanno oggi raggiunto maturità tecnologica e diffusione tali da iniziare a incidere positivamente sul risparmio energetico.

Applicazioni come il telelavoro consentono a dipendenti di imprese di lavorare nella propria casa ma condividendo le risorse informatiche dell'azienda via Internet, senza bisogno di spostarsi fisicamente nella sede di lavoro. Nell'Europa del Nord, dove questa pratica è più diffusa, molti dipendenti si recano in ufficio solo quando è indispensabile, il resto del lavoro si svolge da casa.

La teleconferenza, la teleformazione e i sistemi di lavoro collaborativo, oggi molto diffusi anche in Italia, consentono analogamente di risparmiare viaggi e spostamenti di persone, missioni di dipendenti, mettendo in grado i partecipanti alla riunione in teleconferenza – o ad una classe virtuale in teleformazione – di discutere in audio e in video, e condividere file e documenti ciascuno dalla propria sede, come se si operasse sullo stesso PC.

Queste tecniche comportano ovviamente risparmio nei trasporti e migliore mobilità, riduzione di viaggi non necessari nonché una diminuzione di emissioni di gas serra. Laddove si diffonda la pratica del telelavoro, ciò consentirà sedi aziendali più snelle con meno uffici, meno riscaldamento e condizionamento dell'aria e illuminazione, con conseguenti risparmi nei consumi.

Appendice 2: il consumo elettrico dei componenti informatici

Analizziamo ora i principali componenti “energivori” di un computer, per sottolineare possibili interventi di efficienza energetica.

A titolo di esempio, riportiamo la tabella dei consumi di un PC portatile di ultima generazione, dunque a basso consumo, dischi rigidi esclusi, sia in condizioni di inattività (idle), sia attivo:

	Idle	attivo
Alimentatore	5.00 W	14.20 W
Microprocessore	8.49 W	38.66 W
Raffreddamento	1.00 W	1.00W
Scheda madre	7.78 W	19.71 W
Memoria RAM	6.06 W	6.23 W
Totale:	61.23 W	115.60 W

Microprocessori

I microprocessori sono il cuore dei computer e tra i componenti che consumano più energia.

Un microprocessore produce operazioni di calcolo in modo sincronizzato con un orologio interno che scandisce la frequenza delle istruzioni elaborate al secondo (*clock*).

In generale, all'aumentare della frequenza del clock, aumentano le elaborazioni al secondo, ma anche l'energia consumata. Negli ultimi anni si è assistito ad un rapidissimo aumento della velocità del clock, grazie al progresso dell'integrazione dei componenti interni che costituiscono un microprocessore. Per dare un'idea, in venti anni si è passati dai 100 MHz (100 milioni di cicli al secondo) del processore Intel 486 (primo processore a richiedere una ventola di raffreddamento a causa dell'elevato calore dissipato) agli attuali 4 GHz (4 miliardi di cicli al secondo) dei processori contemporanei.

La quantità di calcolo eseguita da un microprocessore è spesso indicata attraverso parametri come il numero di operazioni in virgola mobile al secondo (floating point - FLOPS) o il numero di istruzioni eseguite al secondo (MIPS). La misura in flops - che fa riferimento alla capacità di calcoli complessi - è utilizzata nell'ambito scientifico e nei sistemi video e grafici, la misura in mips è più generica.

Un server multiprocessore può operare ad alcune decine di milioni di operazioni al secondo per watt (ad es. 50 MFLOPS/W) mentre un supercomputer ad altissime prestazioni, come l'IBM Roadrunner può arrivare a 376 MFLOPS/W.

In generale, il progresso tecnologico ha fatto crescere notevolmente l'efficienza in termini di operazioni al secondo per watt, ma la produzione elettronica industriale, basata sulla messa in commercio di microprocessori a capacità di calcolo sempre più elevata, ha in parte vanificato la migliore efficienza, mantenendo i consumi complessivi sempre elevati. Tuttavia, la diffusione dei PC portatili e dei nuovi mini-PC per collegamento a Internet sta stimolando la produzione di nuovi processori a basso consumo, come l'Intel Atom, ad altissima integrazione (in un chip da 25 mm² possono essere integrati oltre 500 milioni di transistor).

Alimentatori

Gli alimentatori per PC, che trasformano la corrente alternata a 220 in corrente continua, sono apparsi dall'efficienza media del 70-75%. Ciò significa che nel normale funzionamento quasi il 30% dell'energia viene dissipata inutilmente in calore.

Il progresso del settore ha migliorato l'efficienza di questi dispositivi, e oggi sono disponibili in commercio prodotti dall'efficienza dell'80% o superiori. Tutti gli apparati certificati con il marchio Energy Star dal 4.0 rientrano in questa categoria.

Dischi rigidi

I dischi rigidi consumano molta energia a causa della componente meccanica di accesso in

movimento ai vari settori del disco. In generale, l'aumento della capacità e delle dimensioni fa aumentare il consumo, per cui sarebbe buona pratica utilizzare dischi della capacità realmente utile al tipo di applicazioni usate.

I dischi più recenti, di dimensioni inferiori a parità di capacità di memorizzazione, consumano comunque meno energia delle precedenti generazioni.

I nuovi dispositivi di memorizzazione, basati su memorie di tipo flash, che non contengono parti in movimento, non sono ancora comparabili per capacità e prestazioni ai dischi rigidi tradizionali, per cui sono installati solo nei mini-PC.

Schede video

Le schede video ad elevata potenza di calcolo, adatte per applicazioni tridimensionali e video giochi rappresentano una delle principali fonti di consumo energetico in un PC. Queste schede riscaldano molto e spesso richiedono ventole di raffreddamento.

Anche in questo caso la soluzione per il risparmio energetico consiste nell'utilizzare schede ad alte prestazioni solo se realmente necessarie per le applicazioni in uso (grafica, elaborazione video, giochi). Per tutte le applicazioni d'ufficio basterebbero schede video di modeste prestazioni.

Schermi

Il passaggio ormai definitivo dagli schermi tradizionali a quelli piatti LCD (a bulbo fluorescente) ha già rappresentato un passo importante verso il risparmio energetico. Recentemente sono stati introdotti schermi basati su tecnologia Led (diodi ad emissione) che migliorano ulteriormente le caratteristiche di consumo elettrico.