

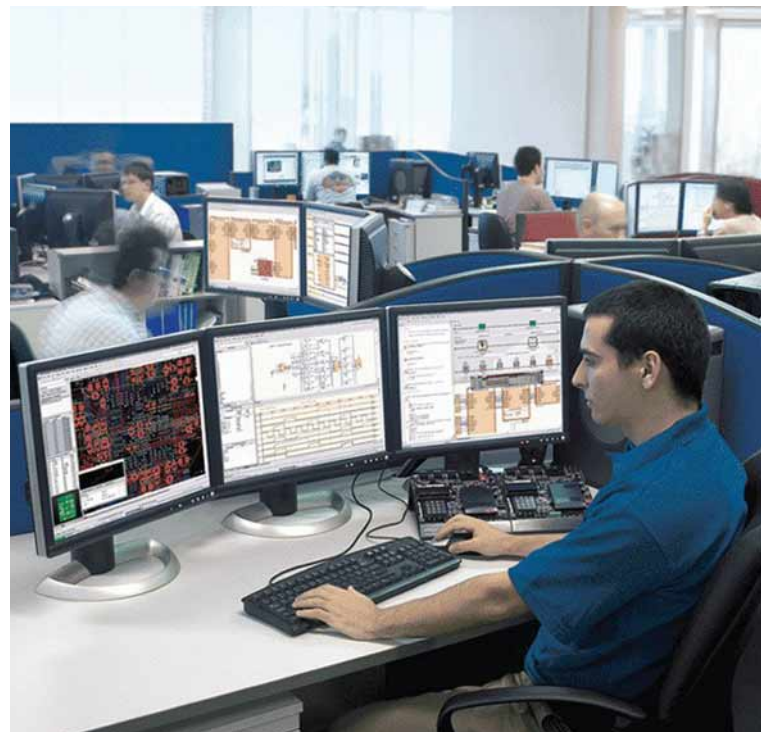
Una soluzione unificata per applicazioni spaziali

L'utilizzo di Altium Designer ha permesso ai progettisti di Omnisys di sviluppare in tempi brevi un complesso progetto di una PCDU (Power Conditioning and Distribution Unit) destinata a equipaggiare i satelliti della prossima missione PRISMA dell'Agenzia Spaziale Europea

Rob Evans
Technical Specialist
Altium Limited

Nel momento in cui, all'interno del programma satellitare europeo, i costi delle missioni spaziali hanno iniziato a rivestire un aspetto sempre più critico, le problematiche legate alla generazione, immagazzinamento e utilizzo della potenza hanno portato allo sviluppo di nuove tecniche di progettazione e a una profonda revisione dei componenti e dei tool coinvolti. I pionieri di questa evoluzione sono società come Omnisys Instruments, che ha realizzato il sistema di alimentazione della sonda scientifica SMART-1 e sviluppato i sistemi per i veicoli della nuova missione PRISMA.

Sin dalla fine degli anni '50, quando sono iniziate le missioni spaziali prive di equipaggio a bordo, la progettazione dei satelliti ha subito una costante evoluzione: si è passati dal periodo in cui si realizzavano satelliti di grandi dimensioni con budget di spesa illimitati e tempi di sviluppo decennali ai giorni nostri, in cui è richiesta la progettazione di piccoli sistemi satellitari in tempi brevi e con budget limitati. In linea con l'odierna tendenza nell'ambito della progettazione di dispositivi commerciali, anche quella in auge nell'industria spaziale prevede il contenimento dei costi e l'ottimizzazione dei profitti, con le inevitabili conseguenze in termini di progettazione e di processi utilizzati per la loro generazione. La parola d'ordine è



I progettisti di Omnisys hanno sfruttato le potenzialità del sistema unificato Altium Designer per raggiungere l'efficienza necessaria per sviluppare un sistema complesso e ad alta densità come la PCDU per il progetto PRISMA

dunque efficienza, per quel che concerne sia il progetto di sistema sia il processo di sviluppo. Tutto ciò ha favorito la proliferazione di progetti innovativi realizzati in tempi brevi, l'utilizzo di componenti e moduli più economici e l'adozione di un approccio più efficiente per i processi di design: tutti questi elementi sono contenuti "in nuce" nel progetto della missione

Data l'impossibilità di riparare un guasto in tempi successivi, la componente hardware deve essere assolutamente priva di difetti ed essere soggetta a controlli di qualità particolarmente severi

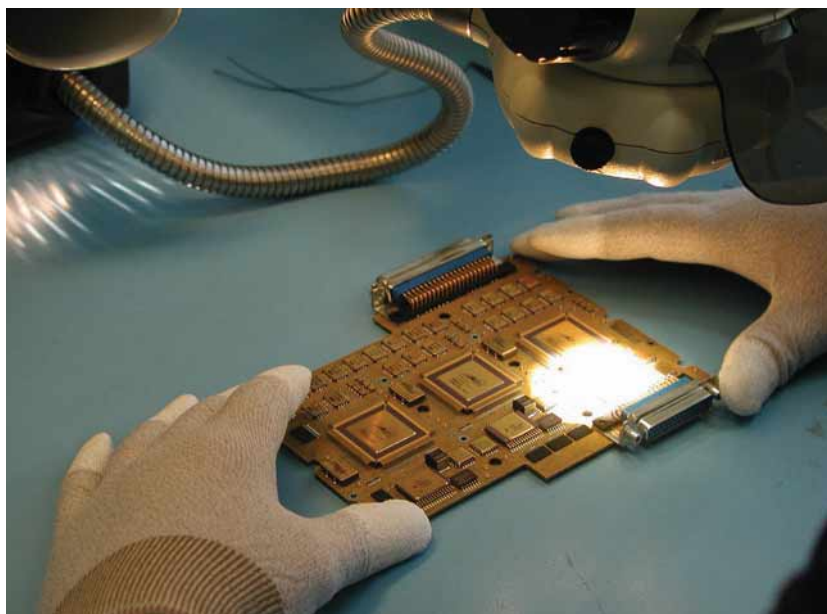
SMART-1 e nel nuovo programma satellitare PRISMA.

Lanciata nel 2003, la sonda spaziale SMART-1 è arrivata sulla Luna sfruttando un efficiente motore a ioni a energia solare come sistema di propulsione principale, agendo nel contempo come piattaforma di test per le

nuove tecnologie spaziali. SMART-1 è stata la prima "Small Mission for Advanced Research Technology" (SMART, appunto) dell'Agenzia Spaziale Europea a utilizzare la propulsione solare-elettrica in alternativa ai tradizionali sistemi a razzi chimici.

Il motore a ioni della sonda ha utilizzato 60 litri di xeno inerte per alimentare l'aeromobile attraverso una serie di orbite terrestri fino ad arrivare, nel 2004, a un'orbita lunare stabilizzata. Durante questo periodo di tempo il motore a energia elettrica-solare di SMART-1, che utilizza un campo elettrostatico per espellere gli ioni di xeno a elevata velocità, è stato attivato 843 volte ed è rimasto in funzione per circa 5.000 ore. Le elevate prestazioni e le doti di affidabilità di SMART-1 hanno consentito di prolungare di un anno la durata della missione.

Il progetto SMART-1 ha rivestito una notevole importanza sia per ESA sia per Swedish Space Corporation (SSC), la principale azienda appaltatrice del progetto, che opera sotto la supervisione di SNSB (Swedish National Space Board). Il team di progetto di SSC ha gestito e portato a termine lo sviluppo della sofisticata sonda lunare a partire da zero in soli 39 mesi, in parte grazie anche a società come Omnisys Instruments, che ha sviluppato un apparato critico come l'unità PCDU (Power Conditioning and Distribution Unit). Poiché la propulsione solare-elettrica della sonda dipendeva esclusivamente dalla potenza fornita da questo sottosistema, le prestazioni e l'affidabilità della PCDU erano elementi fondamentali per il successo della missione.



Potenza "intelligente"

Il sistema di propulsione di SMART-1 dipendeva in larga misura sia dal sistema per la generazione della potenza della sonda sia dal sottosistema impiegato per regolare e distribuire quella potenza all'interno del satellite. La potenza è fornita da una matrice solare in grado di erogare una potenza iniziale di circa 2 kW utilizzando celle solari a tripla giunzione ad alta efficienza e cinque batterie a ioni di litio di grandi dimensioni.

Il compito, assai critico di controllare e distribuire questa potenza è affidato al sistema PCDU. Pesante 12,3 chili, questa unità da 2700 W assolve parecchie funzioni. Le più importanti sono il condizionamento e la distribuzione della potenza proveniente dalle batterie e dalle celle solari. Ciò significa anche regolare la tensione del bus a 50 V sia in presenza di luce solare sia al verificarsi delle eclissi, controllare le funzioni di carica e scarica delle batterie, commutare la potenza verso i carichi della piattaforma e proteggere i sottosistemi elettronici della sonda da sovraccarichi e transitori di sovratensione.

Per realizzare un'unità compatta e ad alta potenza come la PCDU, Omnisys ha deciso di realizzare il circuito per il condizionamento della potenza sfruttando la topologia Sequential Shifting Shunt Regulator (S3R) sviluppata da ESA negli anni '70. Questa collaudata tecnologia per sistemi spaziali controlla la potenza proveniente dalle batterie e dalle matrici solari attraverso resistori (shunt) commutati, sotto il controllo di un sofisticato sistema DOC (Domain Controller). Il controllore sfrutta

amplificatori di errore d'anello che effettuano il monitoraggio dello stato del sistema di potenza.

Se si considera un carico fisso sul bus, nel caso venga erogata più corrente dai pannelli solari, il sistema DOC metterà in parallelo in modo sequenziale ciascuna matrice solare finché il sistema non raggiunge l'equilibrio. L'ultimo shunt regolerà la potenza allo stesso modo di un controllore bang bang. Per la PCDU della sonda SMART-1, Omnisys ha ulteriormente perfezionato questo sistema mediante l'inclusione di shunt resistivi e di un sistema di controllo digitale più sofisticato. Oltre a correnti di valore relativamente elevato, gli shunt della matrice solare devono occuparsi della gestione della capacità di elevato valore delle matrici oltre che delle induttanze del sistema di cavi che provocano impulsi transitori e oscillazioni sul bus di alimentazione a 50 V della sonda. Gli shunt resistivi aggiuntivi diventano un carico resistivo (resistive dump) che agisce come dispositivo di regolazione principale in presenza di luce solare, riducendo l'attività di commutazione degli shunt della matrice solare.

La distribuzione della potenza del satellite è gestita dall'insieme di SSPC (Solid State Power Controllers) della PCDU, commutatori di potenza "intelligenti" caratterizzati da protezioni contro sovracorrenti, spegnimento temporizzato e possibilità di effettuare misure di corrente. Il sistema PCDU ospita versioni a bassa potenza con limiti di corrente compresa da 1 a 3 A e una versione a elevata potenza in grado di distribuire una corrente di 30 A con limiti di corrente variabili.

La prossima generazione

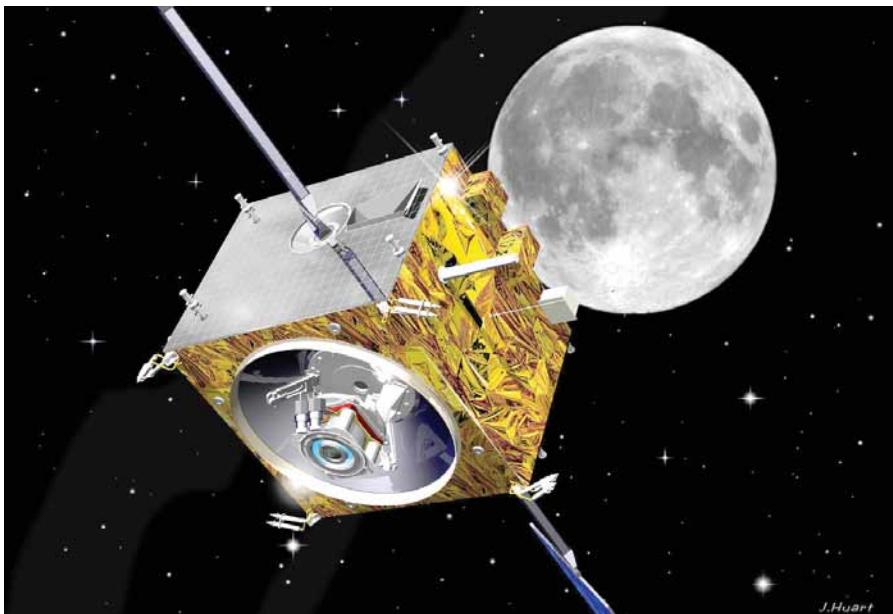
Sulla base del successo del progetto SMART-1, Omnisys si è ora impegnata nello sviluppo di una PCDU per la nuova mis-

sione PRISMA di SSC, finalizzata alla dimostrazione di tecnologie di rendez-vous (incontri in orbita) e formazione di volo. Questo sistema satellitare risulta composto da due veicoli spaziali, un satellite principale del peso di 140 kg estremamente manovrabile e un satellite "bersaglio" più semplice pesante 40 kg privo di doti di manovrabilità. I due veicoli verranno lanciati come se fossero una singola unità in posizione agganciata, ma infine si divideranno per effettuare una serie di complesse esercitazioni di rendezvous. Nel corso della missione il veicolo principale, dotato di larga autonomia, utilizzerà la matrice di sensori e i sistemi di guida per effettuare una serie di manovre attorno al veicolo bersaglio sia a lunga sia a breve distanza. Poiché verrà lanciato nel 2008 in un'orbita sincrona rispetto al sole, PRISMA sarà un laboratorio volante utile per il collaudo di tecnologie avanzate e sensori per la prossima generazione di satelliti da utilizzare per operazioni di rendezvous.

La PCDU per il progetto PRISMA si differenzia da quella utilizzata per SMART-1 in due aspetti principali: i componenti impiegati e le dimensioni e la capacità dell'unità. Questo progetto è sviluppato direttamente da SSC e quindi non deve sottostare alle rigorose regole di ESA relative ai componenti certificati per applicazioni spaziali. In questo modo è possibile realizzare la maggior parte della PCDU per PRISMA con componenti commerciali a basso costo.

I requisiti, in termini di potenza e dimensioni, di questa unità devono conformarsi alle esigenze del veicolo spaziale, che è molto più piccolo rispetto a SMART-1, non richiede una propulsione solare-elettrica di elevata potenza e opererà all'interno di un'orbita fissa sincrona rispetto al sole, per cui è molto ridotto il periodo in cui si verificano le eclissi. Quindi ci saranno due PCDU, uno per veicolo, contraddistinte da una capacità

totale pari a circa il 30% di quella dell'unità SMART-1. Esse impiegheranno il medesimo progetto S3R modificato, in modo da permettere a Omnisys di sfruttare le conoscenze e i tool utilizzati nel precedente progetto.



Omnisys ha sviluppato l'unità PCDU (Power Conditioning and Distribution Unit) per SMART-1, la prima "Small Mission for Advanced Research Technology" dell'Agenzia Spaziale Europea a utilizzare la propulsione solare-elettrica in alternativa ai tradizionali sistemi a razzi chimici

Altium Designer: un tool indispensabile

Come in passato, Omnisys sfrutta le soluzioni di progettazione elettronica di Altium per il design a livello di scheda e di sistema della nuova PCDU.

La complessità e il livello di densità di quest'ultima pongono problemi di notevoli entità al team di sviluppo di Omnisys, che comunque può contare sull'elevato livello di integrazione tipico di Altium Designer per ottenere il livello di efficienza richiesto in fase di progetto.

Grazie alle sue caratteristiche multi-canale, Altium Designer consente agli ingegneri di riprodurre in maniera rapida ed automatica parti di progetto apportandovi modifiche specifiche, come ad esempio quelle relative agli SSPC, che differiscono solamente in termini di limiti di corrente tipici del componente e tempo di disinnesto. In passato progetti di questo tipo dovevano essere effettuati in maniera manuale e quindi richiedevano un tempo decisamente più lungo, incompatibile quindi con scadenze molto strette.

I ridotti tempi di sviluppo per il progetto SMART-1 prima e PRISMA ora è uno dei problemi più importanti per il team di Omnisys, che sviluppa la componente hardware e l'elettronica della PCDU dal principio. Le caratteristiche di controllo della versione di Altium Designer e l'avanzata gestione della libreria dei componenti hanno permesso a Omnisys di gestire in maniera ottimale il processo, focalizzando la loro attenzione sul progetto e sul processo di sviluppo. L'efficienza e la velocità del processo di progettazione è completamente supportata dalla natura stessa di Altium Designer, che mette a disposizione un'applicazione unificata che integra tutte le tecnologie e le funzionalità necessarie per la realizzazione del sistema elettronico completo.

Le caratteristiche della soluzione di Altium hanno anche permesso ai progettisti di Omnisys di sviluppare sistemi FPGA embedded sfruttando il medesimo package di design e collegarli senza problemi con il progetto di progettazione fisica. Il controllore della potenza delle PCDU utilizza tre FPGA della serie APA-750 di Actel, in configurazione ridondante, per controllare il sistema e comunicare con la piattaforma del satellite attraverso un bus CAN master. Le FPGA, a loro volta, ospitano un certo numero di core processori soft TSK51 di Altium, che vengono forniti senza alcuna royalty e già preverificati insieme al sistema Altium Designer.

Il progetto della PCDU di Omnisys si è rivelato molto impegnativo sia per i progettisti sia per i tool usati per lo sviluppo di questo complesso sistema hardware che deve operare in un ambiente particolarmente ostile come quello spaziale. Poiché in quell'ambito non vi è alcuna possibilità di riparare eventuali guasti, recuperare l'unità per effettuare la manutenzione, o perfino eseguire un test in condizioni reali, i sistemi dovevano essere "impeccabili" fin dall'inizio.



Target diversi,
un'unica soluzione.

VNU BUSINESS PUBLICATIONS ITALIA È LEADER NELL'EDITORIA INFORMATICA, TECNICA E DELLA COMUNICAZIONE.

VNU Business Publications Italia è oggi il grande protagonista dell'editoria per l'informatica, il settore tecnico e il mondo della comunicazione. Inoltre, con Pubblicità Italia e BIAS Group, è attivo nelle attività di marketing e nell'organizzazione di fiere ed eventi. Ciò significa offrire a target diversi, sinergie efficaci e soluzioni mirate. **Che solo un gigante editoriale può mettere in campo.**

PUBBLICAZIONI DI INFORMATION TECHNOLOGY:

- Computer Idea • CRN Computer Reseller News
- Data Business • GDO • Network News Italia
- PC Magazine • PMI@Business • www.vnunet.it

PUBBLICAZIONI TECNICHE:

- Automazione Oggi • Automazione e Strumentazione • Elettronica Oggi
- Embedded • EO News • Fieldbus & Networks
- Fluidotecnica • Inquinamento
- Progettare • Rich-Mac Chimica News
- SdA • Rivista di Meccanica Oggi
- Trasmissioni Meccaniche
- www.ilb2b.it

GRUPPO PUBBLICITÀ ITALIA:

- Pubblicità Italia • Today
- Guida Agenzie • Guida Marketing
- Media Book Specializzati
- www.pubblicitaitalia.it

BIAS GROUP - LE FIERE:

- Bias • E-manufacturing forum • Rich Mac
- Aqua • Milano Energia



I ridotti tempi di sviluppo per il progetto SMART-1 prima e PRISMA ora costituiscono uno dei problemi più importante per il team di Omnisys. L'efficienza e la velocità del processo di progettazione è completamente supportata dalla natura stessa di Altium Designer, che mette a disposizione un'applicazione unificata che integra tutte le tecnologie e le funzionalità necessarie per lo sviluppo del sistema elettronico completo

Un progetto per lo spazio

Dal punto di vista della scheda, l'ambiente spaziale richiede l'adozione di un approccio tradizionale al progetto del PCB, con ampi spazi liberi (clearances) tra le vie e le piste ottenuti sfruttando le funzionalità di sbroglio (routing) e le regole di progettazione avanzate di Altium Designer. Le schede sono in vetro/poliammide per le sezioni a elevata potenza e in Thermount 85NT per le aree a bassa potenza, e non è previsto l'uso di una maschera di saldatura, in modo da consentire una dettagliata ispezione della scheda e impedire il fenomeno di outgassing (rilascio di gas). Inoltre, le piste sulla superficie sono in numero ridotto e saldate a riflusso con una lega di stagno-piombo al fine di impedire l'ossidazione, mentre le vias non sono presenti al di sotto dei componenti per semplificare l'ispezione. Una volta ultimato l'assemblaggio, sulle schede è stato applicato uno strato di conformal coating.

Lo sviluppo della PCDU per PRISMA ha evidenziato un problema di notevole entità rispetto al progetto precedente: infatti nel caso di PRISMA sono stati utilizzati componenti commerciali e non certificati per applicazioni spaziali. Anche se ciò comporta notevoli vantaggi in termini di disponibilità e costi, l'aspetto affidabilità riveste un ruolo di primaria importanza. Per quanto riguarda i componenti, per il loro impiego in ambiente spaziale è necessario prendere in considerazione alcuni fattori:

- Derating: il valore della tensione nominale e le altre prestazioni di rilievo devono poter subire un derating (riduzione delle prestazioni) in misura fino al 50%;
- Radiazioni: le radiazioni spaziali possono manifestarsi sotto forma di esposizione su base continua dei componenti o di un burst (raffiche) di forte intensità. Il blocco (latchup) dei circuiti logici è il pericolo maggiore provocato dalle radiazioni, in

quando mette fuori uso il dispositivo e una dissipazione eccessiva di potenza. I sistemi presenti nella PCDU utilizzano timer di watchdog e circuiti per il monitoraggio della potenza per rilevare fenomeni di sovraccarico e riavviare il sistema se richiesto;

- Trasferimento termico: i componenti in un ambiente spaziale privo di aria devono trasferire il calore mediante il contatto fisico con la struttura del satellite;

- Fuoriuscita di gas: parecchi materiali con cui sono realizzati i componenti sono soggetti a fuoriuscite di gas (soprattutto quando sono caldi), un fenomeno indesiderabile in un ambiente controllato come quello del satellite;

- Materiali magnetici: in parecchi casi anche un campo magnetico di lieve entità può interferire con quello terrestre, con conseguenti influenze negative sui sistemi di navigazione e sui sensori.

Per lo sviluppo del progetto PRISMA, Omnisys ha tratto notevoli benefici dall'utilizzo di componenti commerciali. Il loro impiego, unito all'elevato livello di integrazione tra le diverse discipline reso possibile da Altium Designer, ha consentito ai progettisti di Omnisys di ottemperare i severi vincoli temporali del progetto. Un approccio di questo tipo permetterà di migliorare ulteriormente l'efficienza di sistemi e soluzioni destinate alle applicazioni spaziali. ✍

Altium Italia

readerservice.it n. 44