

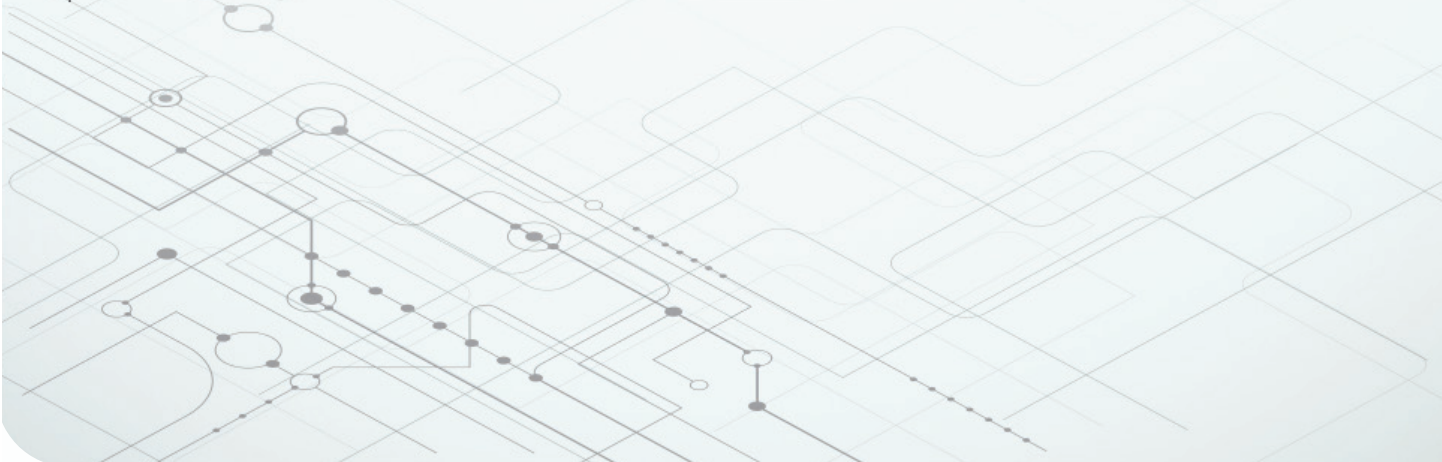
Abilitazione della differenziazione tramite l'integrazione dell'MCU sui processori Jacinto™ 7



Mahmut Ciftci
Architetto dei sistemi,
processori Jacinto

Yashwant Dutt
Responsabile tecnico,
processori Jacinto

Sujith Shivalingappa
Responsabile tecnico,
processori Jacinto



Le architetture nel settore automobilistico sono cambiate in modo piuttosto rilevante nell'ultimo decennio per soddisfare la domanda del consumatore in termini di migliori funzionalità di intrattenimento, connettività e sicurezza. Il recente focus sulla guida autonoma ha trasformato le automobili in veri e propri hub di innovazione e le ha poste in una posizione all'avanguardia in termini di progresso tecnologico. Come conseguenza, la complessità del sistema, il contenuto in semiconduttori e i costi sono tutti aumentati in modo esponenziale.

Oggi, un'automobile tipica presenta centinaia di unità di controllo elettroniche (ECU) per la gestione delle varie funzioni. La maggior parte di queste ECU sono semplici microcontroller (MCU). Tuttavia, i sistemi più complessi come i sistemi avanzati di assistenza alla guida (ADAS) e i sistemi di gateway del settore automobilistico richiedono processori applicativi più potenti in aggiunta a un MCU del veicolo, ciascuno dei quali svolge determinate funzioni relative al sistema.

Questo white paper descrive il ruolo dell'MCU per il veicolo nei sistemi automobilistici e presenta l'architettura elettronica dei processori Jacinto™ 7, che integra l'MCU del veicolo nel processore applicativo.

MCU per veicoli nei sistemi automobilistici

I sistemi complessi integrati per il settore automobilistico dividono le responsabilità di calcolo tra il processore applicativo e l'MCU del veicolo (noto anche MCU di riattivazione). La **Figura 1** mostra un diagramma a blocchi di tale sistema, laddove il processore applicativo può essere un processore a core singolo o multiplo che ospita più sistemi operativi di alto livello, nonché display di guida, gestisce middleware e software applicativi, e gestisce i dati

a throughput elevato, grafiche complesse, videocamere ed elaborazione della visione.

L'MCU è responsabile di tutte le azioni intraprese dall'ECU. Monitora il processore applicativo e ne valuta i risultati di calcolo. L'MCU elabora inoltre gli altri input del sensore, gestisce la comunicazione con la rete del veicolo (tramite CAN (Controller Area Network), LIN (Local Interconnect Network) ed Ethernet), esegue altre attività di manutenzione e supporta le funzionalità di riattivazione e standby. In funzione dei casi di utilizzo della sicurezza funzionale, l'MCU del veicolo può gestire anche i requisiti di sicurezza funzionale.

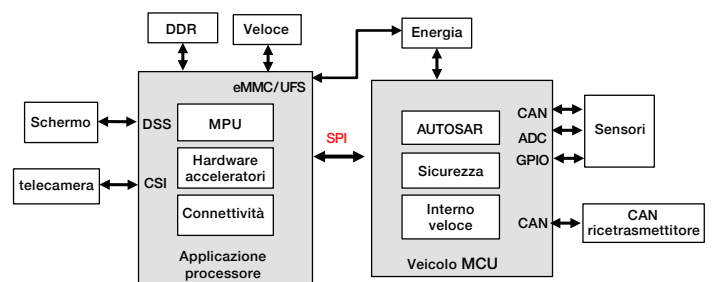


Figura 1. Un generico diagramma a blocchi per un sistema complesso nel settore automobilistico.

Un MCU tipico per i veicoli supporta:

- Varie interfacce di connettività per la comunicazione con altri nodi di una rete del veicolo mediante CAN, LIN ed Ethernet.
- Varie interfacce di ingresso e uscita (come le uscite/gli ingressi per uso generale (GPIOs), i convertitori analogici-digitali (ADC), l'interfaccia periferica seriale (SPI) e I2C) per monitorare e controllare i vari sensori e periferiche.
- Memorie ad alta velocità per archiviare dati e programmi (memorie integrate/esterne).
- Modalità standby a basso consumo.
- Avvio rapido per rispondere ai messaggi della rete del veicolo (come una risposta CAN entro 50 - 100 ms).
- Supporto sicurezza di livello ASIL-D (Automotive Safety Integrity Level), se necessario, per essere in linea con gli obiettivi di sicurezza del sistema.
- Stack e applicazione dell'AUTOSTAR (Automotive Open System Architecture).

All'aumentare della complessità e dei set di sicurezza, aumentano anche i requisiti dell'MCU del veicolo, tra cui:

- Maggiore potenza di calcolo per soddisfare le crescenti esigenze di calcolo del complesso software.
- Maggiore dimensione della memoria flash per gestire il software più complesso.
- Memorie ad alta velocità migliorate per supportare il software più impegnativo (sia in termini di dati che di istruzioni).
- Porte Ethernet multiple per supportare più reti.
- Numero maggiore di interfacce di ingresso e uscita (CAN, LIN e ADC).
- Requisiti più elevati di cybersicurezza.

Tali requisiti maggiori comportano costi più elevati per gli MCU del veicolo e di conseguenza maggiori costi delle distinte base.

Lo sviluppo del software è una sfida con l'architettura di suddivisione mostrata nella **Figura 1**. Il processore applicativo e l'MCU del veicolo sono basati su architetture diverse e hanno i relativi kit di sviluppo del software (SDK).

Lo sviluppo del software e la convalida devono avere luogo in due diversi ambienti software, il che aumenta in modo significativo l'impegno richiesto e la complessità della convalida e dello sviluppo software.

Un'architettura suddivisa complica inoltre la capacità di soddisfare i requisiti del sistema di sicurezza e della sicurezza funzionale. La gestione sia del processore applicativo che dell'MCU diventa complessa se è necessario prendersi cura dei requisiti dei due componenti. Inoltre, in un sistema con requisito di sicurezza ASIL-D, la comunicazione interprocessore (IPC) richiede prestazioni dell'unità di elaborazione centrale piuttosto rilevanti per soddisfare le esigenze di sicurezza funzionale (in particolare per grandi quantità di dati).

I SoC (system on chip) Jacinto DRA8xx e TDA4xx fanno parte della famiglia di processori Jacinto 7 e offrono una nuova architettura che integra l'MCU del veicolo nel processore applicativo. Questa architettura soddisfa i requisiti del sistema sempre crescenti e allo stesso tempo ottimizza i costi in termini di distinta base, unificando lo sviluppo del software e semplificando il supporto in termini di sicurezza e sicurezza funzionale.

Integrazione dell'MCU sui processori Jacinto 7

La piattaforma del processore applicativo Jacinto 7 include funzionalità innovative per ADAS, sistemi cruscotto e gateway per il settore automobilistico, in particolare con l'integrazione dell'MCU del veicolo. La Figura 2 mostra l'architettura di alto livello di un SoC Jacinto 7. Il processore applicativo è diviso in due domini indipendenti: il dominio principale e il dominio MCU. Il dominio principale fornisce core di calcolo ad alte prestazioni come l'unità di micro-elaborazione e l'unità di elaborazione grafica, gli acceleratori multimediali e gli acceleratori hardware di visualizzazione, inclusi i processori dei segnali digitali. Il dominio principale fornisce inoltre le interfacce video, di ingresso e di uscita necessarie (come l'acquisizione e la visualizzazione).

Il dominio MCU sostituisce la funzionalità di solito affidata a un MCU esterno per veicoli. Il dominio principale e il dominio MCU sono separati gli uni dagli altri con funzioni di reimpostazione, clock, potenza e tensione indipendenti. I firewall hardware garantiscono libertà dalle interferenze (FFI) tra i due domini.

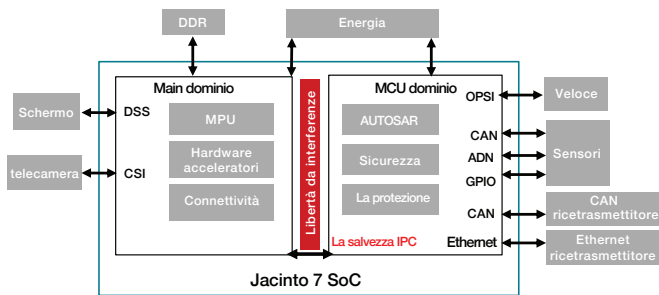


Figura 2. Architettura di sistema basata su SoC Jacinto 7.

Il dominio MCU del SoC Jacinto 7 include:

- **Core di elaborazione.** Il dominio MCU si basa su doppi processori Arm® Cortex®-R5F; ciascun core è configurabile in modalità lockstep o suddivisione. I core Cortex-R5F raggiungono un massimo di 1 GHz e forniscono prestazioni significativamente più elevate in confronto agli MCU per veicoli standalone.
- **Periferiche e interfacce I/O (ingresso/uscita).** Il sottosistema MCU presenta un set esteso di ingressi/uscite per supportare l'uso nel settore automobilistico, incluso quanto segue:
 - Casi multipli di velocità dati flessibili in relazione alla rete CAN.
 - Ethernet.
 - Casi multipli di modulazione della larghezza di impulso, GPIO, SPI, I2C.
 - ADC multicanale.
- **Sicurezza funzionale.** Il dominio MCU del SoC Jacinto 7 è progettato per supportare i sistemi fino al livello ASIL-D. Le seguenti unità funzionali sono state integrate nel dominio MCU per abilitare un livello di sicurezza maggiore:
 - Autotest integrati.
 - Codice di correzione degli errori (ECC) su tutte le memorie.
 - Moduli di segnalazione errore.
 - Controlli ciclici di ridondanza.
 - Timer watchdog.
 - Doppi comparatori clock e sensori di temperatura.

Per ulteriori dettagli, vedere le nostre [caratteristiche di sicurezza funzionale dei processori Leverage Jacinto™ 7 per il white paper](#) sui progetti nel settore automobilistico.

- **Sicurezza.** Il dominio MCU dell'architettura Jacinto 7 è l'elemento responsabile della sicurezza dell'interno SoC. Il dominio MCU include una gestione del dispositivo e un controller sicurezza che fornisce:
 - Avvio sicuro con tasto unico.
 - Crittoacceleratori: Rivest, Shamir e Adelman-4K; generatore numero random reale/generatore bit random deterministico; algoritmo Hash sicuro 2-512; e Standard di crittografia avanzata 256.
 - Servizi modulo di sicurezza hardware.
 - Firewall memorie e periferiche.

Alimentazione

Il basso consumo in standby è una delle funzionalità chiave offerte dall'MCU del veicolo. Il SoC Jacinto 7 è in grado di raggiungere un basso consumo fornendo alimentazione indipendente al dominio MCU. In uno scenario tipico, il dominio MCU verrà disattivato e riattivato solo in presenza di attività CAN. In funzione del messaggio CAN ricevuto, il SoC inizializza l'accensione dell'intero sistema o tornerà in modalità di spegnimento.

Flash

Il SoC Jacinto 7 SoC non supporta la memoria flash integrata e si fonda invece su una memoria flash NOR, come Octal SPI (OSPI) o Hyperflash, per archiviare i file di avvio e altre immagini. Il dominio MCU include la memoria di accesso random interna con supporto ECC per eseguire lo stack AUTOSTAR o altro software e ha accesso a un'ampia memoria esterna con velocità doppia dei dati per programmi aggiuntivi e spazio per i dati. Execute in place (XIP) è supportato su OSPI per abilitare tempi di riattivazione più brevi e l'immagine in XIP viene autenticata prima dell'avvio dell'esecuzione.

Avvio e risposta CAN precoce.

Il tempo di avvio veloce per una risposta CAN precoce è raggiungibile sulla piattaforma del processore Jacinto 7 con l'integrazione dell'MCU. Il dominio MCU è il master di avvio dell'intero SoC e può avviare ed eseguire lo stack CAN per rispettare il requisito 50 ms - 100 ms.

Confronto dell'integrazione dell'MCU Jacinto 7 con un MCU esterno del veicolo.

La **Tabella 1** confronta le caratteristiche del dominio MCU della piattaforma Jacinto 7 in relazione a un MCU esterno.

Caratteristiche	MCU Jacinto 7	MCU esterno
Core di elaborazione	Fornisce prestazioni più elevate; i core possono funzionare a velocità più elevate in confronto a un MCU esterno	Prestazioni minori
Supporto I/O (ingresso/uscita)	CAN, ADC, SPI, GPIO, PWM, Ethernet	CAN, ADC, SPI, GPIO, PWM, Ethernet
Sicurezza funzionale	Fino al livello ASIL-D; semplifica il supporto di sicurezza per le applicazioni con criticità mista	Fino al livello ASIL-D; possibile ritardo rispetto ai più recenti requisiti di sicurezza funzionale
Sicurezza	Supporto sicurezza più recente	Possibile ritardo rispetto ai più recenti requisiti di sicurezza
Alimentazione	Può rispettare i requisiti di basso consumo	Bassa corrente di standby
Costo della distinta base del sistema	Offre risparmi in termini di costo della distinta base del sistema attraverso la rimozione di un MCU esterno e protezione dell'area dei circuiti stampati (PCB)	Può determinare significativi aumenti dei costi in funzione della dimensione della memoria flash, dei requisiti di sicurezza funzionale, ecc.
Avvio	Rispetta i tempi di avvio da 50 a 100 ms per la risposta CAN	Rispetta i tempi di avvio da 50 a 100 ms per la risposta CAN
Sviluppo software	Sviluppo software unificato con processore applicativo	SDK separati
Flash	Memoria flash (OSPI, Hyperflash)	Memoria flash interna; il costo dell'MCU aumenta significativamente poiché è necessaria una maggiore dimensione della memoria flash.
Comunicazione	L'IPC interna offre una comunicazione più veloce e sicura	Interfaccia esterna, SPI, ecc.

Tabella 1: Caratteristiche dei processori Jacinto 7 con l'integrazione dell'MCU in confronto agli MCU esterni tradizionali.

Architetture software Jacinto 7

Lo sviluppo del software Jacinto 7, incluso lo sviluppo dei SoC DRA8xx e TDA4xx, è unificato per il processore applicativo e per l'MCU del veicolo. Un singolo SDK della piattaforma Jacinto 7 abilita lo sviluppo del software sia per il dominio principale che per il dominio MCU.

Le **Figure 3 e 4** mostrano architetture software di esempio per i casi di utilizzo di ADAS e gateway. In questi esempi, il dominio MCU esegue:

- Avvio del sistema e gestione del dispositivo.
- Applicazioni, stack e sistema operativo in tempo reale AUTOSAR.
- Diagnostica.
- Sicurezza funzionale e servizi di sicurezza.

Il dominio principale esegue:

- Sistemi operativi di alto livello.
- Applicazioni come le applicazioni del cliente e AUTOSAR adattivo.
- Middleware e connettività.
- Algoritmi multimediali e di visione.

Un IPC ad alte prestazioni con capacità di sicurezza funzionale gestisce la comunicazione tra il dominio principale e il dominio MCU.

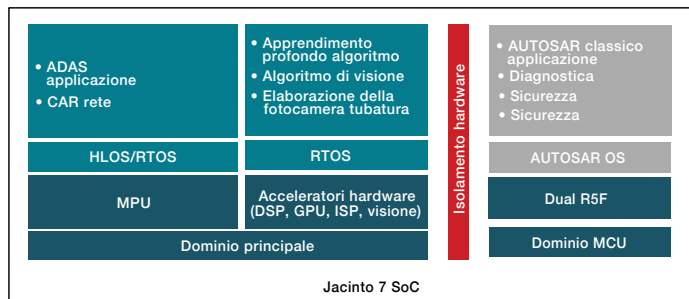


Figura 4. Architetture software Jacinto 7 per ADAS.

Conclusione

L'integrazione dell'MCU per veicoli nella piattaforma Jacinto 7 offre molti vantaggi in confronto a un MCU esterno, tra cui:

- MCU ad alte prestazioni e flessibile.
- Costi della distinta base del sistema inferiori.
- Sviluppo software unificato.
- Sicurezza funzionale semplificata e supporto in termini di sicurezza.

Inoltre, l'integrazione dell'MCU del veicolo è comune a tutti i prodotti della famiglia Jacinto 7, che variano tra vari tipi di dispositivi finali diversi per abilitare il riutilizzo di hardware e software.

Per ulteriori informazioni sui processori Jacinto 7, visitare [ti.com/jacinto7](https://www.ti.com/jacinto7).

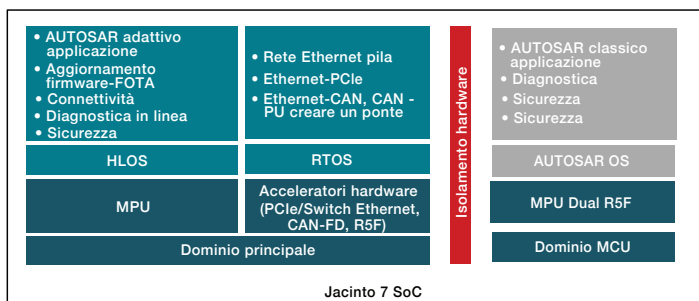


Figura 3. Architetture software Jacinto 7 per un sistema di gateway tipico.

Avviso importante: I prodotti e i servizi Texas Instruments Incorporated e delle sue affiliate qui descritti sono venduti in base ai termini e condizioni di vendita standard TI. Consigliamo ai clienti di ottenere le informazioni più complete e aggiornate sui prodotti e servizi TI prima di effettuare gli ordini. TI non si assume alcuna responsabilità per l'assistenza relativa alle applicazioni, le applicazioni dei clienti o i progetti di prodotti, le prestazioni software o la violazione di brevetti. La pubblicazione delle informazioni relative a prodotti o servizi di qualunque altra azienda non costituisce approvazione da parte di TI, né garanzia o accettazione.

Tutti gli altri marchi appartengono ai rispettivi proprietari.

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATASHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, or other requirements. These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to TI's Terms of Sale (www.ti.com/legal/termsofsale.html) or other applicable terms available either on ti.com or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2020, Texas Instruments Incorporated