Proiectul in care-mi desfasor activitatea din cadrul companiei Continental comanda si controleaza cutiile de viteze ale masinilor AUDI.

Este vorba de un proiect cu distributie multicore, in scop de safety si CPU Load Optimization. Manipularea cutiilor de viteze cu software-ul corespunzator se face folosind TCU ( Transmission Control Unit ), alimentate cu o tensiune de minim 7V si maxim 28V.

Daca TCU-ul este alimentat cu mai putin de 7V, DTC-ul de undervoltage se va seta. In mod similar, daca tensiunea de alimentare depaseste cei 28V, DTC-ul de overvoltage isi va face aparitia. DTC-ul (Diagnostic Trobule Code) este folosit pentru a identifica problemele aparute in masina.

In orice proiect automotive, folosim servicii de UDS (Unified Diagnostic Services) care sunt diferite intre ele datorita protcolului utilizat (de exemplu, $11, $19, $23, $34). Prin aceste servicii putem “comunica” cu unitatea de control a transmisiei (TCU).

Pentru a observa DTC-urile setate, trimitem serviciul cu numarul de protocol 19, astfel: $19 02 2F. Raspunsul primit va fi alcatuit de positive response 59 02 2F + codul de 3 bytes + stauts\_byte. Spre exemplu, 59 02 2F xx yy zz tt. Prin “xx”,“yy”,”zz” identificam orice DTC consultand informatiile necesare.

In functie de ultimul byte putem spune daca DTC-ul este active,inactive,s-a healuit sau daca a ramas memorat. Prin “tt” intelegem multimea valorilor {2F,2E,28,2C}.

Totodata, o alta metoda de a detecta daca DTC-ul este activ sau inactiv presupune vizualizarea activ\_bit-ului (daca este pe “1” sau pe “0”) din tabela disponibila de DTC-uri. In aceste conditii, trebuie sa folosim Trace pentru a vizualiza valorile necesare.

In ceea ce priveste proiectul DL382, avem 2 generatii.

In fiecare dintre cele 2 generatii, cu acronimele Gen1, respectiv Gen2, avem 2 metode pentru comanda cutiei de viteze automate: **SBC** (Shift by Cable) si **SBW** (Shift by Wire).

Despre **SBW**, putem spne ca este sistemul prin care modurile de transmisie sunt antrenate/schimbate intr-un automobile prin comenzi electronice, fara a avea vreo legatura mecanica intre maneta schimbatorului de viteze si transmsie.

In mod traditional, schimbarea transmisiei a fost realizata prin legaturi mecanice pentru a pune vehiculul in pozitii cum ar fi Park (P), Reverse (R), Neutru (N), Drive (D), folosind un maner montat pe coloana de directive sau un schimbator de viteze in apropierea consolei centrale.

Prin metoda **SBW**, se elimina spatiul de rutare necesar pentru a acoperi legaturile mecanice dintre schimbatorul de viteze si transmisie. In plus, asigura deplasarea fara effort prin apasarea unui buton sau butoane. Prin aceasta optimizare se elimina orice efort din partea soferului care-si selecteaza viteza.

In cadrul lucrarii mele de diploma, o sa ma axez pe reducerea timpului necesar pentru citirea blocurilor de memorie EEPROM, tinand cont de momentul in care se actioneaza cheia (KL15 ON).

Avand in vedere ca este vorba despre un proiect multicore, imi doresc sa folosesc si sa implic in rezolvarea problemei, toate core-urile disponibile si anume: core0, core1.

In prezent, citirea blocurilor de memorie EEPROM se face doar pe core-ul 0. Astfel, timpul necesar este unul mai mare.

In toate aplicatiile si proiectele din domeniul IT, se urmareste dezvoltarea cat mai curata si eficienta a paralelismului. Aici, avem cateva exemple: Thread-uri, Pipe-uri etc. Stim foarte bine ca, desi se spune despre solutiile amintite anterior ca se executa in paralel, nu este vorba despre un paralelism “curat”.

In cadrul proiectului meu de diploma, imi doresc sa “echilibrez” cele 2 core-uri. Din “calupul” mare, sa impart in 2 parti aproximativ egale din punct de vedere al memoriei si sa le dispun simultan pe cele 2 core-uri.

Astfel, voi ajunge la un timp mai mic decat cel initial.

Totusi, in practica, nu e totul atat de simplu. Trebuie sa tin cont si de Switch Off Path Test (SOPC), care este obligatoriu prezent alaturi de citirea blocurilor de memorie EEPROM. Acesta este un element de siguranta, permitand masinii sa se opreasca in orice moment in care a detectat o eroare aparuta.

--->--------------------------------------- de ilustrat

--------------------timestamp

( poze )

**Introducere**

**Context**

Într-o lume aflată într-un proces de evoluţie continuu, cu toţii suntem conştienţi că principalul mijloc de deplasare este automobilul. Fiind un element esenţial al vieţii noastre cotidiene, automobilul, constituie un motiv bine întemeiat pentru rapiditatea cu care avansează industria automotive.

Totodată, necesitatea dezvoltării unor noi tehnologii în acest vast domeniu este foarte ridicată. Atât dezvoltarea noilor soluţii, cât şi testarea lor, reprezintă elemente demne de o atenţie sporită, deoarece chiar şi o greşeală minoră poate fi fatală.

**Situaţie actuală**

Durata inițializării unității de control a transmisiei, adică a **TCU-**ului, depinde într-o proporție covârșitoare de citirea totală a datelor din EEPROM.

În cadrul companiei Continental, divizia Powertrain Transmission, există un proiect cu distribuţie multicore care foloseşte o unitate de control a transmisiei, **TCU**, pentru a manipula cutia de viteze a maşinilor Audi.

În trecut, folosind un proiect mai vechi, era utilizată o unitate de control a transmisiei cu un singur nucleu pentru a “manevra” cutia de viteze a maşinilor Audi.

Atât în proiectul “părinte”, cu singur core, cât şi în proiectul recent (cel multicore), citirea blocurilor de memorie EEPROM se face pe un singur core.

Dacă în proiectul vechi, soluţia de citire pe un singur core era singura disponibilă, pe cel multicore se doreşte distribuirea blocurilor de memorie EEPROM într-un mod cât mai avantajos pe 2 core-uri.

**Temă propriu-zisă**

Având în vedere că în noul proiect unitatea de control a transmisiei, **TCU-ul**, dispune de un microcontroler cu 3 nuclee, îmi doresc să îmbunătăţesc considerabil durata de citire a blocurilor de memorie EEPROM. Astfel, din momentul în care s-a acţionat cheia de pornire a maşinii (KL15 => ON), să dispun blocurile într-un mod avantajos şi benefic pe 2 core-uri.

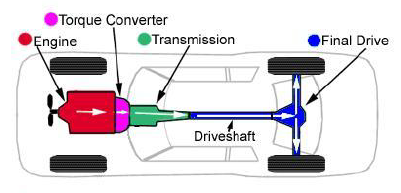
Ţinând seama de faptul că microcontrolerul “primeşte” informaţii de la chipul memoriei EEPROM prin intermediul interfeţei SPI, rezultă că funcţionalitatea interfeţei trebuie “transferată“ şi pe al-2lea core ce urmează a fi utilizat (pe core-ul 0, utilizat iniţial, interfaţa a fost implementată).

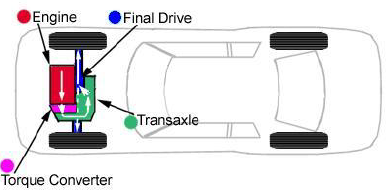
**Prezentarea sistemului de transmisie a puterii**

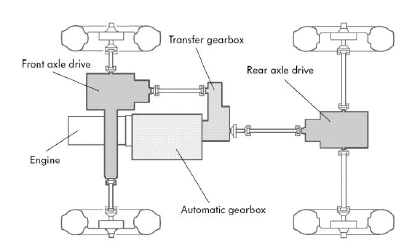
* **Sistemul de tracțiune**

Sistemul de tracţiune reprezintă ansamblul componentelor ce fac posibilă aducerea şi menţinerea unui automobil în stare de mişcare.

În funcţie de tipul automobilului, desprindem mai multe categorii de tracţiune:

* Tracţiune spate, întâlnită cu precădere la maşinile sport (Lamborghini, Mercedes , BMW, Ferrari)
* Tracţiune faţă, întâlnită la majoritatea maşinilor mici (Dacia, Renault, Ford, Chevrolet, VW, Opel)



* Tracţiune integrală, 4x4, întâlnită la SUV-uri (BMW X5, BMW X6, Audi Q7, VW Touareg)
* **Elementele unui sistem de transmisie a puterii**
* **Ambreiajul**

Ambreiajul este un organ de mașină care prin cuplare transmite un moment de putere a unei mișcări de rotație, sau întrerupe această mișcare de rotație prin decuplare. Activarea ambreiajului se poate face atât în timp ce acesta se rotește sau în timp ce stă neînvârtit.



* **Cutia de viteze**

Cutia de viteze este un ansamblu de roți dințate care servește la transformarea forței și transmiterea mișcării de rotație la rotile autovehiculului.

Raportul de transmisie este raportul dintre viteza de rotație a roților dințate ce compun cutia de viteze și viteza de rotație a roților automobilului.

Cutiile de viteze se împart în mai multe categorii, în funcție de:

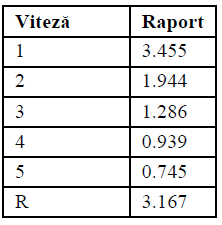
1. Raportul de transmisie:

* cu raport de transmisie fix
* cu raport de transmisie variabil (CVT)

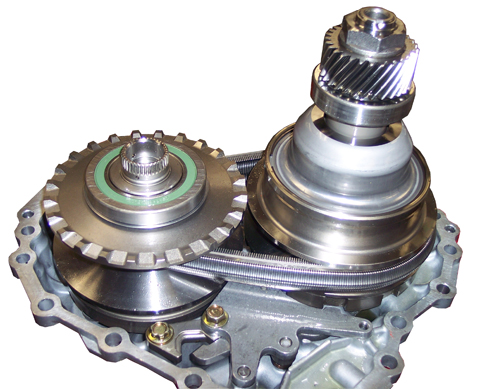
1. Gradul de automatizare:

* manuală
* CVT (Continuously Variable Transmission)
* Automată

Ȋn cazul cutiei de viteze manuale, pentru fiecare viteză a cutiei este cuplată o roată dințată a acesteia pentru care există un raport de transmisie fix, ca în imaginea de mai jos:

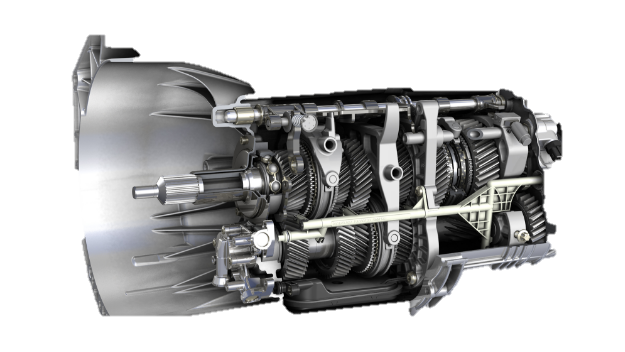


**Cutiile de viteze CVT (Continuously Variable Transmission)**, spre deosebire de cutiile manuale, au capacitatea de a parcurge un număr infinit de rapoarte de transmisie. CVT oferă eficiență sporită în ceea ce privește consumul de carburant, deoarece îi permite motorului să funcționeze la cea mai eficientă turație.



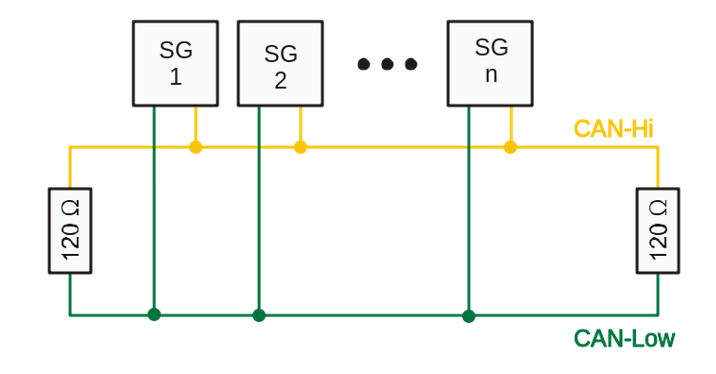
**Cutiile de viteze automate** sunt cutiile care realizează schimbarea treptelor de viteză fără intervenția conducătorului automobilului. Mai mult, decizia de schimbare a treptelor de viteză este luată de asemenea automat, pe baza informațiilor provenite de la diferiți senzori. Realizarea unei trepte de viteză se face prin intermediul mai multor mecanisme planetare.



**Cutiile de viteze automate cu dublu ambreiaj**, din punct de vedere cinematic, sunt de fapt compuse din două cutii de viteze manuale, dispuse în paralel. Practic, în aceeași carcasă avem două cutii de viteze, fiecare cu propriul ambreiaj, o cutie conținând treptele impare (1, 3, etc.) iar a doua treptele pare (2, 4, etc.). Acest principiu permite ca vitezele să fie schimbate fără să se piardă din putere. Ȋn timp ce unul din ambreiaje transmite puterea, celălalt este pregătit pentru a cupla următoarea viteză, care este preselectată. Astfel, schimbul vitezei se realizează într-o fracțiune de secundă.

**Moduri de comunicaţie ale TCU-ului**

Privind interacțiunea TCU-ului cu celelalte elemente, desprindem 2 moduri prin care ele comunică între ele:

1. **Controller Area Network (CAN)**

* Modul autonom, poate organiza singur transmisia și recepția datelor conform specificațiilor
* Chipul modului de CAN trimite si recepționează în mod general și standard date cu 11 biți de identificare
* Are implementat și modul extins de date, cu 29 biți de identificare
* Se folosesc 2 pini pentru a interfața cu magistrala de transmisie
* Pinii respectivi trebuie să fie legați între ei printr-o rezistență de 120Ω, deoarece fiecare fir are o tensiune diferită, rezultând o cădere de tensiune între cele două fire
* Modul folosit pentru comunicarea facilă între calculator și microcontroller
* Programul scris în limbajul C este compilat și apoi se generează un fișier cu extensia .hex
* Acest fișier .hex este încărcat într-un program ce se folosește de transmisia prin CAN și flash-uiește microcontroller-ul cu programul dorit

1. **FlexRay**

* Este un protocol de comunicații în domeniul automotive, dezvoltat de Consorțiul Flexray
* Acesta este conceput pentru a fi mai rapid și mai fiabil decât CAN și TTP
* Diferența de calitate față de celelalte protocoale se resimte în preț, fiind mult mai costisitor
* Prima dată a fost folosit in producția seriei de vehicule BMW X5
* Utilizarea completă a fost introdusă în 2008 la noul BMW Seria 7
* Pe langă vehiculele amintite anterior, a mai fost folosit la producerea:
  + - Audi A4
    - Audi A6
    - Audi A7
    - Audi A8
    - Lamborghini Huracan
    - Mercedes-Benz S-Class

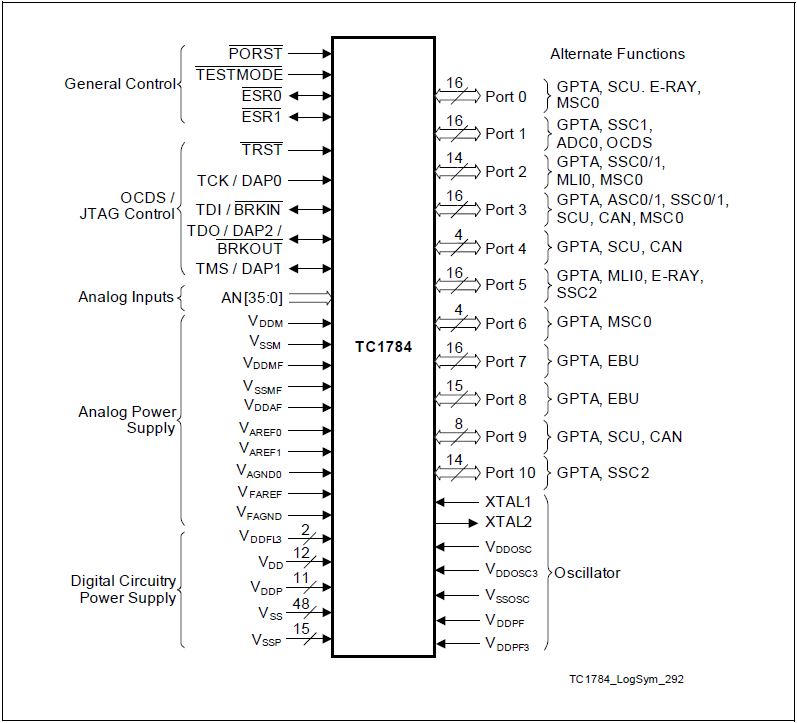
Interfața pentru rețeaua FlexRay, **VN7600**, este ideală pentru dezvoltarea, simularea sau testarea rețelelor FlexRay. Posibilitățile de conectare prin USB fac ca aceasta să fie aplicabilă în mai multe locuri diferite (aici putem aminti ca locuri aplicabile laboratorul sau chiar pe durata unui test-drive).

În plus, interfețele oferă acces la CAN.

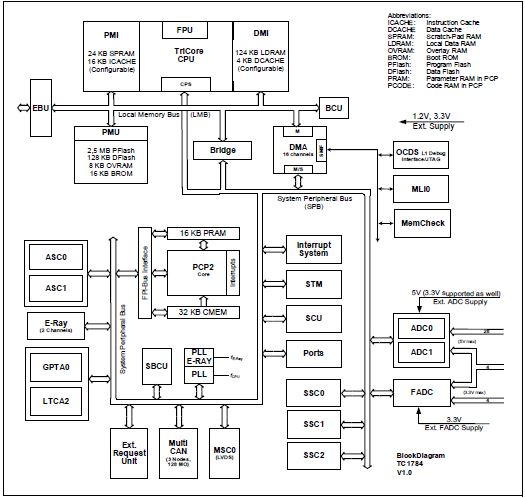


În cadrul proiectului desfășurat de către compania Continental, au existat 2 generații:

1. **Generația 1**, după multe căutari succesive ale unui microcontroller satisfăcător, după înlocuiri multiple, s-a ajuns la ideea de a folosi un microcontroller de la Infineon și anume Infineon Tricore [IFX] TC1784

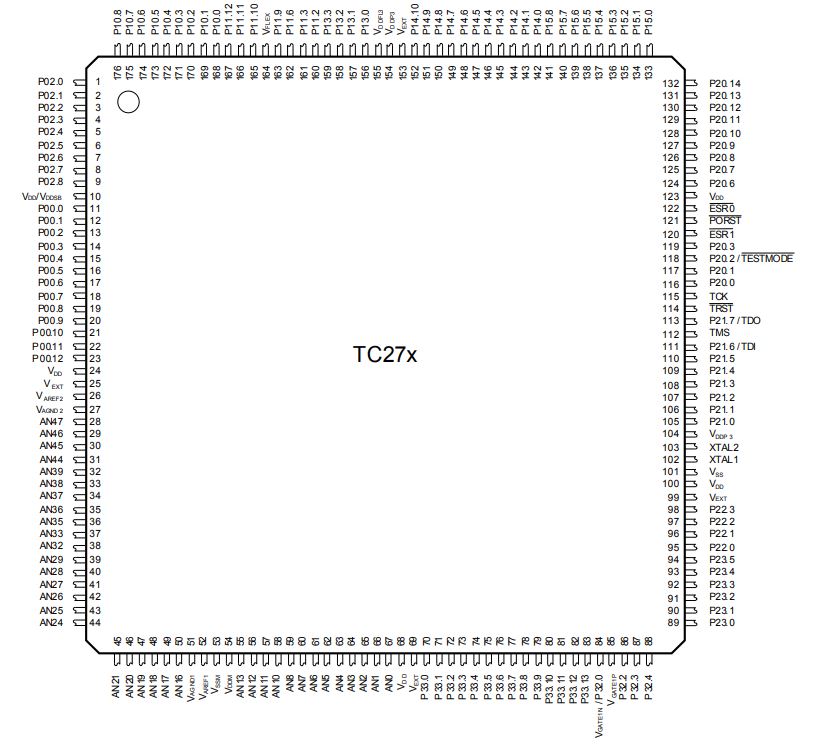


În continuare, o să ilustrez schema bloc a microcontroller-ului Infineon TC1784:

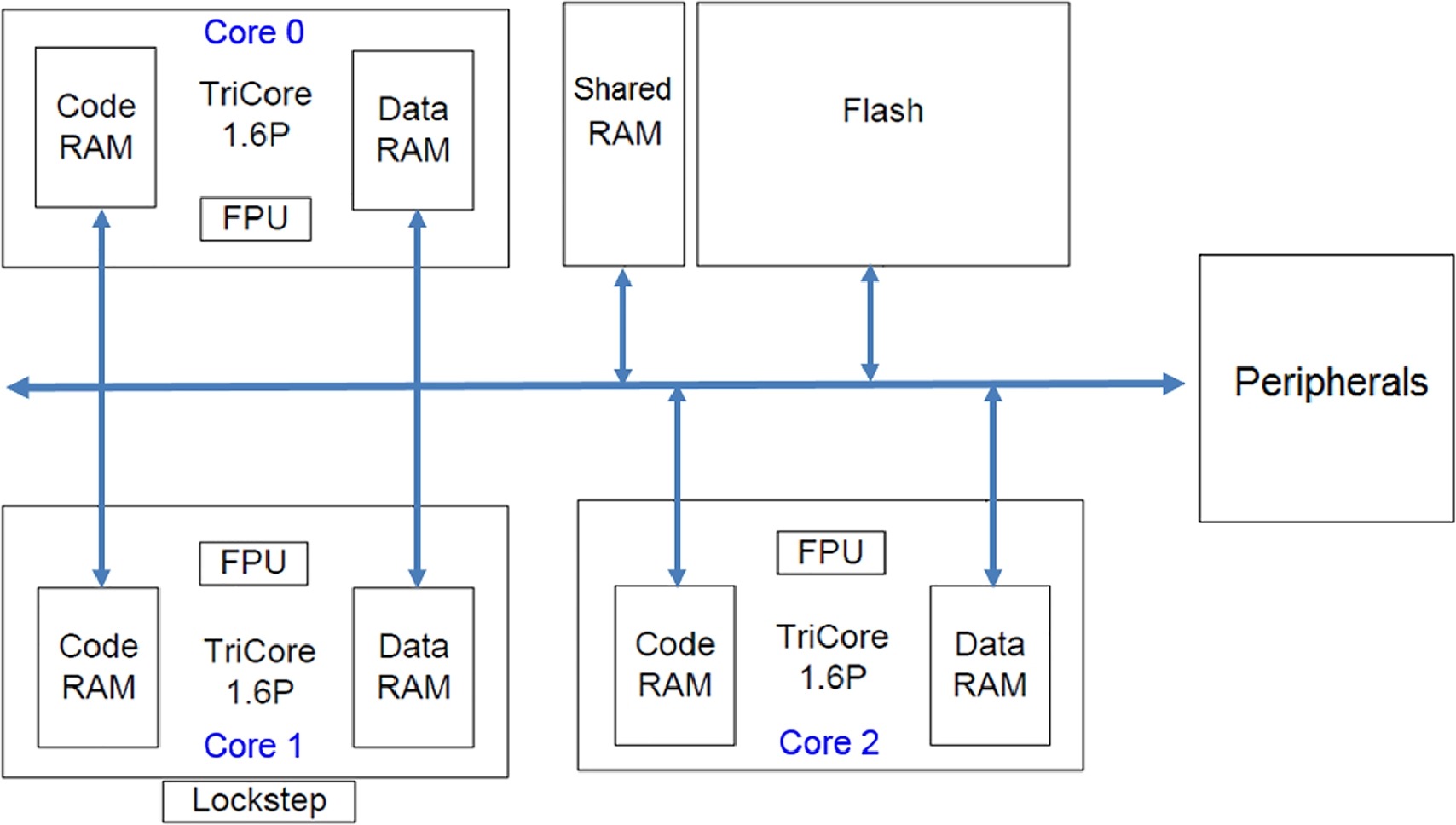


* Din punct de vedere al construcției acestuia, desprindem următoarele caracteristici:
  + - Frecvența maximă a CPU-ului: 180 MHz
    - Frecvența maximă a PCP-ului: 180 MHz
    - Frecvența maximă a sistemului: 90MHz
* Structural și privind CPU-ul, microcontroller-ul TC1784 include un CPU de mare performanță și un procesor de control periferic-**PCP**.
* În ceea ce privește PCP-ul, acesta este un procesor de control periferic foarte flexibil optimizat pentru controlul întreruperilor, “descărcând” astfel CPU-ul.
* Totodată, TC1784 include un controller DMA (Direct Memory Access) cu 16 canale DMA independente.
* TC1784 include un sistem programabil de întrerupere cu următoarele caracteristici:
* Răspuns rapid de întrerupere
* Sisteme independente de întrerupere pentru CPU și PCP
* Noduri de cereri de servicii programabile (SRN)
* Fiecare SRN poate fi mapat la sistemul de întreruperi al CPU-ului sau PCP-ului
* Schemă flexibilă de prioritizare a întreruperilor cu 255 de nivele de prioritate întreruperi per întrerupere sistem

1. **Generația 2**, a folosit un alt microcontroller de la Infineon și anume Aurix TC277:



În continuare, o să prezint schema bloc simplificată a micrcontroller-ului Aurix TC277:



* Tehnologie TriCore, **core0** **core1 core2**, cu o frecvență de până la 200 MHz per core
* Suportă operațiile cu virgulă flotantă și virgule fixă cu toate core-urile
* Temperatură: -40°C ... 145°C
* Alimentat la 5.5V sau 3V
* În ceea ce privește conectivitatea, amintesc:
  + - FlexRay
    - SPI
    - CAN
    - LIN
    - UART
    - Ethernet

**CANape**

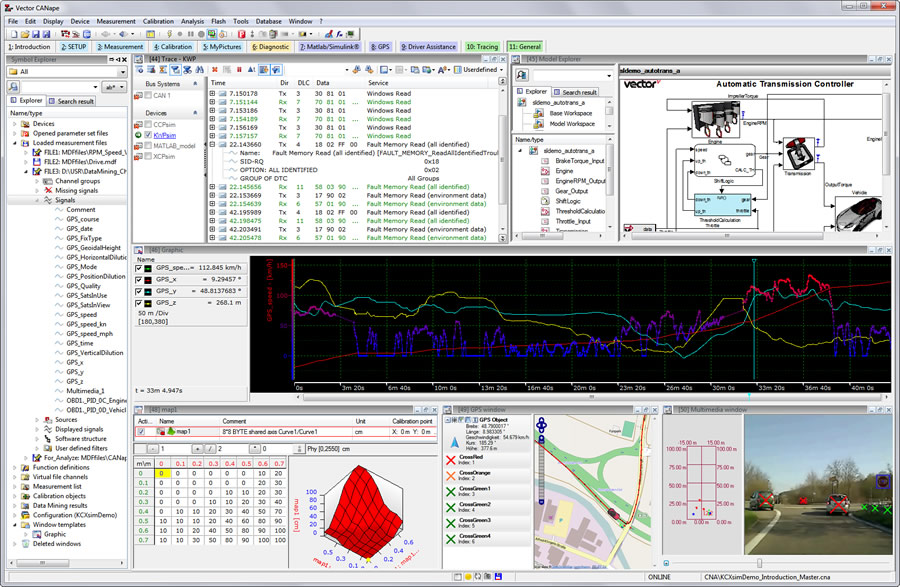
Domeniul principal de aplicare al tool-ului CANape este optimizarea parametrizării (calibrării) unităților de control electronice. În timpul unui proces de măsurare, putem calibra și înregistra simultan semnale. Comunicarea între CANape și ECU se realizează prin intermediul unor protocoale precum XCP sau prin intermediul interfețelor specifice microcontrolerului cu hardware-ul VX1000.

CANape oferă acces de diagnostic, analiză bus și integrarea tehnologiei de măsurare analogică. Gestionarea datelor de calibrare și evaluarea convenabilă a datelor de măsurare, inclusiv raportarea, fac CANape un instrument complet pentru calibrarea ECU. Acesta este un tool modern dezvoltat pentru sistemul de operare Windows care a fost deja folosit cu succes de mulţi clienţi pentru testele funcţionale şi diagnoză în timpul programării controller-ului parameter set file (ECU). CANape are un editor integrat, ASAP2, care creează şi procesează baza de date a controller-ului, în care toate informațiile pot fi introduse şi schimbate în dialoguri. În fişierul ASAP2 este, de asemenea, posibilă actualizarea adreselor şi tipurilor de date.

În următoarea fază de dezvoltare CANape-ul ajută dezvoltatorul aplicaţiei să optimizeze algoritmii de control. Pentru a facilita munca inginerilor aplicaţiei, au fost implementate numeroase funcţii importante pentru accesul la date, analiză, vizualizarea şi îndrumarea operatorului.

1. CANape oferă elemente de control manuale, uşor de accesat , pentru calibrarea parametrilor. Valorile acestor parametrii pot fi introduse sau afişate în format alfanumeric (textual), iar cele cu o structură mai complexă pot fi, de asemenea, selectiv, afişate în diferite tipuri de reprezentări grafice (exp. Reprezentarea unei hărţi 3D)
2. Sunt oferite câteva posibilităţi de vizualizare diferite pentru afişarea datelor măsurate curent. Spre exemplu, valorile măsurate pot fi afişate alfanumeric în fereastră, numeric sau grafic pe ecranul osciloscopului.
3. Datele obţinute sunt stocate, daca este nevoie, pe hard disk, pentru ca mai târziu să poată fi analizate în laboratorul de dezvoltare sau să fie exportate în diferite formate pentru evaluări mai amănunţite cu alte tool-uri. Volumul de date poate fi limitat la rezultatele relevante cu ajutorul condiţiilor de declanşare.
4. CANape oferă funcţii complete pentru a salva fişierele cu parametrii (economisind hard disk-ul), să reactiveze mulţimile de parametrii salvate în controler sau să compare fişirele cu parametrii între ele;
5. Modul în care este concepută interfaţa grafică a CANape-ului permite utilizatorilor să distribuie elementele de control pe diferite ecrane virtuale. Astfel, utilizatorul poate creea configuraţii complexe ale ecranului care să corespundă cerinţelor problemei.
6. În plus faţă de interfaţa controler-ului, CANape permite accesul la controler prin standardul ISO “Keyward Protocol 2000” (KWP2000).
7. Pot fi integrate tehnici de măsurare analogice externe specific industriei automotive şi de aceea, in plus faţă de datele interne de măsurare ale controlerului, pot fi memorate şi cantităţi de date analogice. Compania Vector Informatik GmbH pune la dispoziţia noastră propriile module de măsurare analogică pentru tensiune sau temperatură (VS 6xx Module).

Comunicarea dintre CANape şi controler poate fi vizualizată în fereastra de Trace la nivelul mesajului pe CAN. Limbajul de programare existent în CANape include câteva funcţii şi macrouri specifice diagnozei astfel încât utilizatorul poate programa proceduri complexe de testare a diagnozei.

Parametrii grafici sau numerici pot fi schimbaţi direct cu mouse-ul sau tastatura deoarece CANape-ul va transmite automat valorile actualizate la controler.

**Trace32**

Programarea și depanarea unui sistem integrat pune programatorul în fața unei sarcini dificile, deoarece de cele mai multe ori acesta nu oferă componente atât de utile pentru depanare, cum ar fi o tastatură, monitor, hard disk-uri sau interfețe similare.

Ideea de bază a unui On Circuit Debugger (OCD) sau a unui Back Ground Debug Module este de a realiza un fel de fereastră pentru un sistem embedded. ODC-urile sunt tool-uri care realizează conexiunea dintre un terminal sau un PC cu un sistem embedded, și care facilitează în mare masură procesul de depanare.

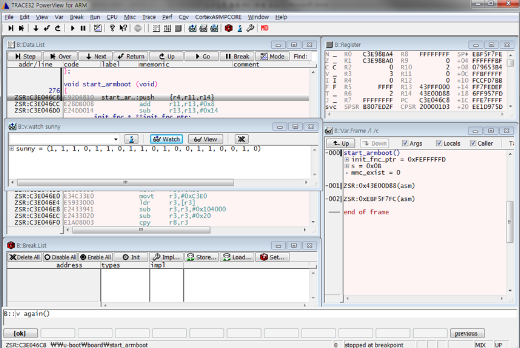
Dezvoltatorul se folosește de acestea pentru a încărca programul în memoria dispozitivului dorit (obiectul în care trebuie încărcat: terminal, PC), executa și apoi pentru a merge pas cu pas prin cod.

 În timpul acesta, datele utilizate de program pot fi observate și analizate, astfel putând fii excluse posibile erorii ale software-ului.

Programarea și depanarea obiectivului se face cu In-Circuit-Debuger LA-7708 a companiei Lauterbach.

Tricore este echipat cu un sistem de depanare On-Chip-Debug-System (OCDS), care realizează depanarea unui proces hardware conform descrierii de mai sus. Pe dispozitivul gazdă rulează între timp programul, în cazul nostru Trace32, care într-o direcție comunică cu depanatorul, iar în cealaltă direcție cu OCDS-ul. ICD-ul acționează ca un fel de convertor de protocol pentru a permite comunicarea între componente.

În următoarea figură putem vedea interfaţa cu utilizatorul a programului Trace32:



**Aplicația propriu-zisă**

După cum am descris în linii mari, în capitolul 1, îmi propun să reduc timpul de inițializare al TCU-ului (unitatea de control a transmisiei). Durata de timp între momentul acționării de către utilizator a cheii de la mașină (KL15 => ON) și momentul în care TCU-ul reacționeză este influențată în proporții extrem de mari de citirea datelor din EEPROM.

În proiectul anterior, proiectul “părinte”, citirea datelor din EEPROM s-a făcut pe un singur core, fiind singura soluție la acel moment, microcontroler-ul din TCU având un singur core.

În cele din urmă, pentru ultima versiune a proiectului (și anume generația 2), s-a trecut la un microcontroler cu 3 core-uri.

Cu toate acestea, având disponibilitatea de a folosi într-un mod benific și avantajos această nouă caracteristică, citirea datelor din EEPROM a rămas pe un singur core. Așadar, la un moment dat, s-a luat o decizie normală, previzibilă și logică, de a folosi microcontrolerul la adevărata performanță.

În cadrul proiectului, toate datele din EEPROM sunt citite de-a lungul a 2 funcții: DlsReadByIndexInit() și EepReadImmediate().

Fiecare bloc de memorie din EEPROM, are mai multe informații prin care este unic:

* un index, care ne arată și adresa blocului
* un timp inițial, care arată momentul în care s-a început citirea unui bloc anume
* un timp final, care ilustrează momentul în care citirea blocului respectiv s-a încheiat
* dimensiunea, care arată câți octeți are fiecare bloc

În momentul în care se acționează cheia, microcontrolerul cere date de la chipul de EEPROM al TCU-ului. Pentru a comunica cu chipul de EEPROM, microcontrolerul se folosește de interfața SPI.

Așadar, pentru început, mi-am dorit o îmbunătățire severă a timpului de inițializare al TCU-ului, fără a “transfera” funcționalitățile interfeței SPI și pe un core ce urma a fi folosit. Deoarece SPI-ul trebuie să fie prezent doar pe core-ul care citește propriu-zis din EEPROM, am dezvoltat o primă soluție prin care să citesc blocurile de memorie din EEPROM pe un singur core și să transfer celelalte operații necesare inițializării TCU-ului pe un alt core.

În aceste condiții, descrise anterior, se evita prezența simultană a functionalităților interfeței SPI pe mai multe core-uri.

În practică, lucrurile nu s-au întâmplat așa cum au fost gândite, proiectate cu “hârtia și creionul”. Îmbunătățirea, existentă totuși, nu a fost nici pe departe cea cerută de client. Dacă în mod clasic, inițializarea TCU-ului avea o durată de aproximativ 112 milisecunde, aici însumând citirea “brută“ a datelor, dar și celelalte operații, cu prima soluție am ajuns undeva spre 93 milisecunde.