

AUTOMATIC GEARBOX

CONTROLLI AUTOMATICI



Cecchetti Giulia
Colombo Andrea

01 maggio 2016

REQUISITI CONCORDATI

Il programma, sviluppato attraverso l'ambiente CoDeSys, mira all'implementazione del controllo logico del cambio automatico di un'automobile sportiva. Come precedentemente concordato con il professore le funzionalità di base del sistema saranno:

- Visualizzazione giri motore al minuto;
- Visualizzazione della marcia attuale attraverso schermo digitale;
- Aumento dei giri motore attraverso il pedale dell'acceleratore;
- Cambio automatico della marcia.

INTRODUZIONE AL PROGETTO

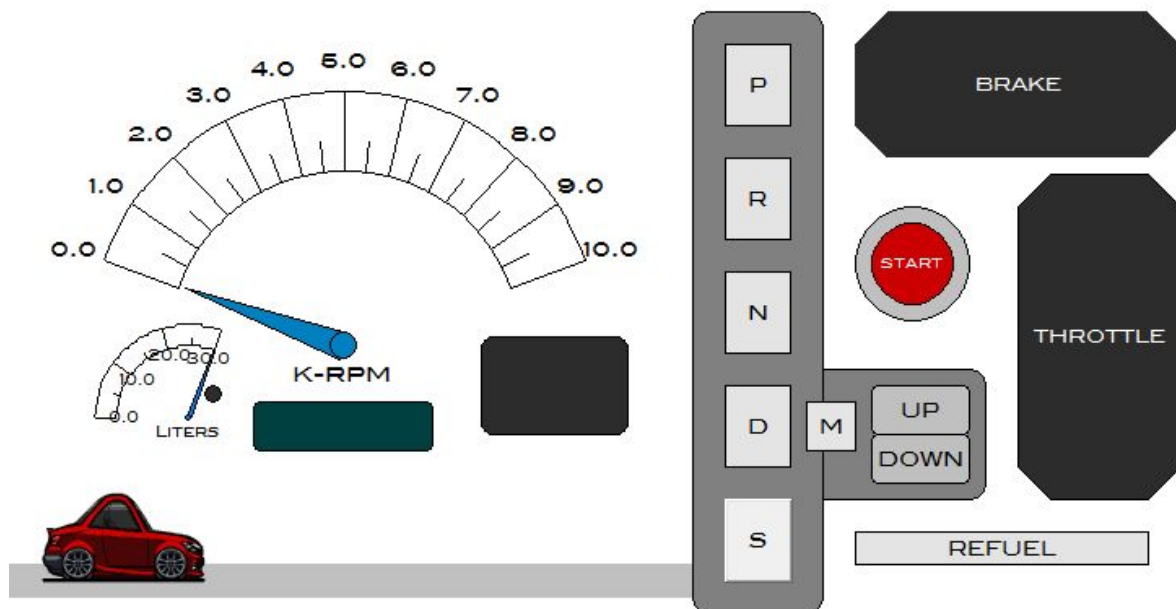
Abbiamo utilizzato l'ambiente CoDeSys per implementare il controllo logico del cambio automatico di un'automobile. Attraverso un'interfaccia grafica e una simulazione del sistema sono state implementate le funzionalità base precedentemente concordate, e le seguenti funzionalità aggiuntive:

- Accensione e spegnimento del motore;
- Mantenimento del minimo e limitatore;
- Selezione delle modalità tra:
 - N (Neutral - Folle);
 - D (Drive - Automatico);
 - M (Manual - Cambio manuale attraverso comandi);
 - S (Sport - Modalità Sport relativa al cambio automatico).
- Diminuzione repentina dei giri motore attraverso il pedale del freno;
- Serbatoio carburante con relativo misuratore;
- Spegnimento dell'auto al termine del carburante.

A seguito di una prima correzione, sono state introdotte anche le seguenti funzionalità:

- Selezione delle modalità tra:
 - P (Park - Parcheggio);
 - R (Reverse - Retromarcia).
- Rifornimento del carburante ad auto spenta;
- Visualizzazione del movimento dell'auto attraverso un'approssimativa animazione del veicolo.

GUIDA UTENTE



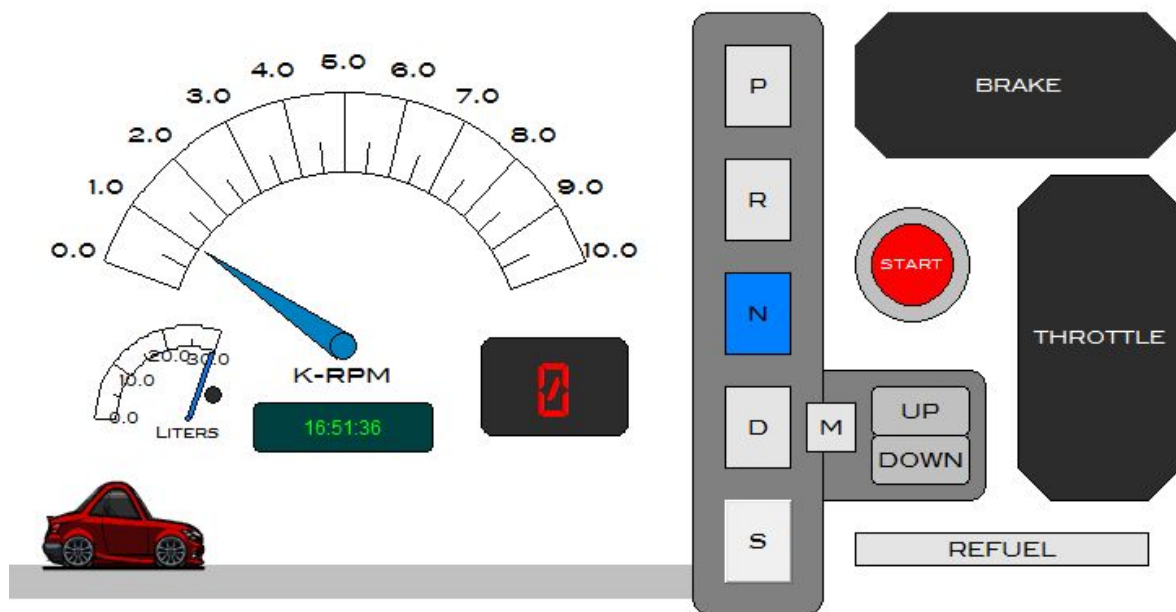
in figura l'interfaccia grafica con veicolo spento

Innanzitutto è possibile avviare e spegnere il motore, attraverso il pulsante di accensione (START). All'avviamento del veicolo si illumineranno gli strumenti dell'abitacolo e il carburante inizierà a diminuire in funzione dei giri motore. Nel momento in cui il carburante finirà, il veicolo si spegnerà. Il rifornimento dell'auto sarà possibile attraverso il pulsante "REFUEL" solamente quando il motore dell'auto è spento (per garantire una maggiore sicurezza) e avverrà gradualmente di litro in litro ad ogni pressione del pulsante.

Il cambio automatico richiede un minimo di interazione con l'utente. Per questo esiste un selettore della modalità che può essere spostato su una delle seguenti posizioni:

- P - Modalità parcheggio. Questa modalità simula il bloccaggio dell'albero di trasmissione e delle ruote, per impedire all'auto di muoversi se parcheggiata in pendenza. Nell'animazione l'auto si sposterà in posizione di parcheggio;
- R - Modalità retromarcia. Quando selezionata la marcia selezionata sarà la -1 e l'auto nell'animazione si muoverà all'indietro;
- N - Modalità folle. All'avviamento, l'automobile si trova in modalità folle. Il motore gira al minimo e, attraverso l'acceleratore, è possibile aumentare il numero dei giri senza però far muovere il veicolo nell'animazione;

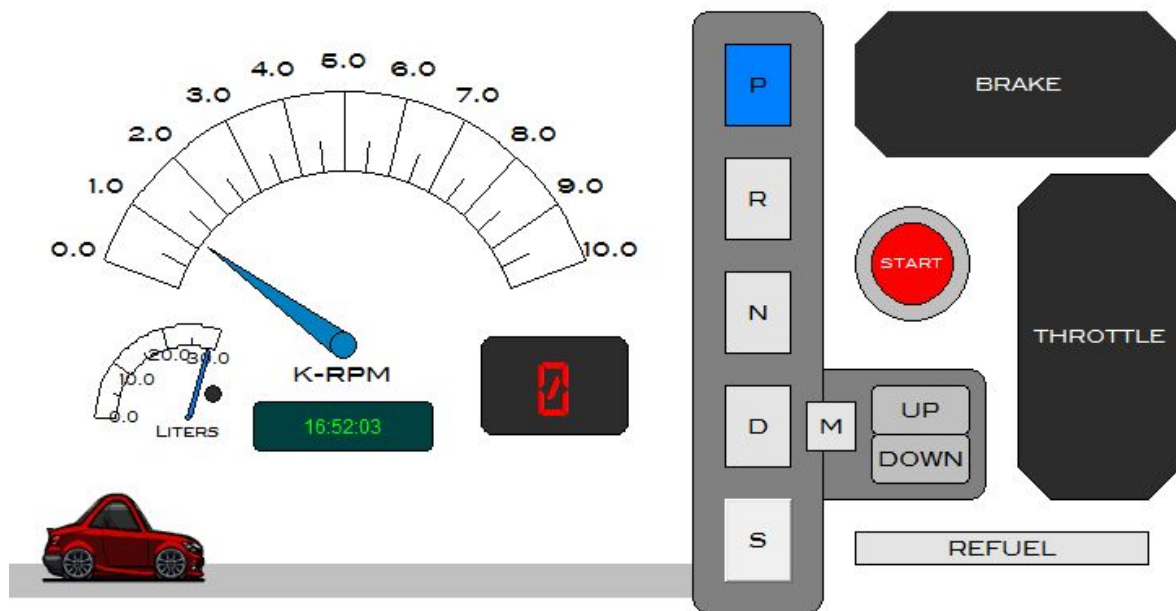
- D - Modalità automatica. Quando selezionata il cambio della marcia avviene automaticamente e comporta, a seconda dei giri del motore, un aumento o diminuzione di 3250 giri;
- S - Modalità sport. Questa modalità è relativa a quella automatica. Quando selezionata verrà spostato verso l'alto il range di giri utilizzato dal cambio automatico, ad ogni cambiata infatti ci si avvicinerà al limitatore;
- M - Modalità manuale. Quando selezionata si disattiverà il cambio automatico, mantenendo però la marcia inserita, e sarà possibile cambiare marce attraverso i pulsanti UP e DOWN.



in figura l'interfaccia grafica con veicolo acceso in modalità Neutral

Attraverso il pedale dell'acceleratore (THROTTLE) è possibile aumentare i giri motore, mentre al suo rilascio caleranno per naturale resistenza. Se utilizzato il pedale del freno (BRAKE) verrà simulato un calo più repentino dei giri.

Contemporaneamente all'aumento visibile dei giri, è possibile osservare le reazioni dell'automobile all'accelerazione, alla frenata e al cambio di marcia grazie ad una riproduzione approssimativa del suo movimento nelle varie modalità. Nelle modalità drive e manual l'accelerazione provocherà un movimento in avanti del veicolo e un graduale aumento di velocità, influenzato molto dal cambio della marcia. Al rilascio del pulsante dell'acceleratore l'auto comincerà a rallentare a causa della resistenza dell'aria e delle parti meccaniche, mentre alla pressione del freno rallenterà ancora più vistosamente. La retromarcia provocherà invece una retrocessione dell'auto, e la modalità parcheggio simulerà lo spostamento dell'auto a bordo strada.



in figura l'interfaccia grafica con veicolo acceso in modalità Park

SCELTE PROGETTUALI

Il programma ha richiesto che ogni modalità fosse gestita tramite l'uso attivo di sensori ed attuatori specializzati. Per questo sono stati implementati alcuni componenti principali, quali:

- Un *Controllore*, GearController (PRG-SFC), definito in linguaggio SFC incaricato di mandare comandi agli attuatori;
- Due *Attuatori Generalizzati* (realizzati tramite Function Block) che si occupano di gestire le necessità del Controllore in modo da ottenere il comportamento richiesto;
- Un *Simulatore* del motore, Engine (PRG-ST), definito in testo strutturato, che attraverso gli attuatori aggiorna i sensori del sistema;
- Un *Simulatore* per l'animazione dell'automobile, Car (PRG-ST), definito in testo strutturato, che gestisce il movimento del veicolo.

Il programma ha subito nel tempo una serie di evoluzioni legate all'incremento delle sue funzionalità e, di conseguenza, alla necessità di diverse scelte progettuali.

IL MOTORE

Inizialmente, si è scelto di progettare il controllo logico del motore, per renderlo attivo e dotarlo delle sue principali funzionalità. Questo, necessitava infatti di un sistema di controllo delle variabili di accensione e spegnimento, così come di una formula per la gestione del calcolo dei giri in relazione all'accelerazione e alla frenata. Per questo, è stata realizzata una grafica interattiva che permettesse all'utente di aumentare o diminuire l'accelerazione attraverso i comandi THROTTLE e BRAKE, e di influenzare in questo modo il numero dei giri visibili. La formula dei giri è stata poi aggiornata così da prendere in considerazione anche la resistenza meccanica in rapporto alla marcia inserita. Per la gestione di queste funzionalità si è scelto di utilizzare il linguaggio ST (Structured Test) in modo da garantire un controllo ciclico ed efficiente di tutte le funzionalità del motore, compreso il consumo di carburante, introdotta come qualità aggiuntiva, e del relativo rifornimento.

IL CAMBIO AUTOMATICO

Lo scopo principale del progetto è stato la gestione del cambio automatico. Perciò, inizialmente, ci siamo concentrati unicamente sulla gestione della modalità Drive. E' stata fin da subito evidente la necessità di un attuatore generalizzato che, attraverso dei sensori, interpretasse il valore dei giri e che intervenisse sul motore influenzando la formula degli RPM ed effettuando un cambio della marcia. Abbiamo perciò sfruttato un semplice schema SFC che passava unicamente tra due modalità (DRIVE e NEUTRAL). Successivamente, con l'introduzione graduale di tutte le modalità, è stato necessario utilizzare uno schema SFC più complesso, con Alternative Branch e con mutua esclusione, studiato per poter passare da qualsiasi modalità ad un'altra senza errori.

IL CAMBIO MANUALE

La modalità Manual è stata introdotta successivamente a quella automatica. Considerando il diverso comportamento, e analizzando le diverse necessità, abbiamo deciso di introdurre un ulteriore attuatore generalizzato, che utilizzasse dei sensori per leggere un eventuale cambio di marcia da parte dell'utente e che influenzasse di conseguenza il valore dei giri motore.

ANIMAZIONE DEL VEICOLO

In fase finale è stata introdotta questa funzionalità per offrire un riscontro visivo nelle varie modalità e funzioni. Questo ha reso più riconoscibile ogni modalità, ricostruendo un comportamento pseudo-realistico della vettura. Per garantire chiarezza e organizzazione del codice, si è scelto di gestire l'animazione del veicolo attraverso un nuovo simulatore, Car (PRG-ST), scritto in testo strutturato. Questo ha permesso un'interazione ottimale con il

SVILUPPO

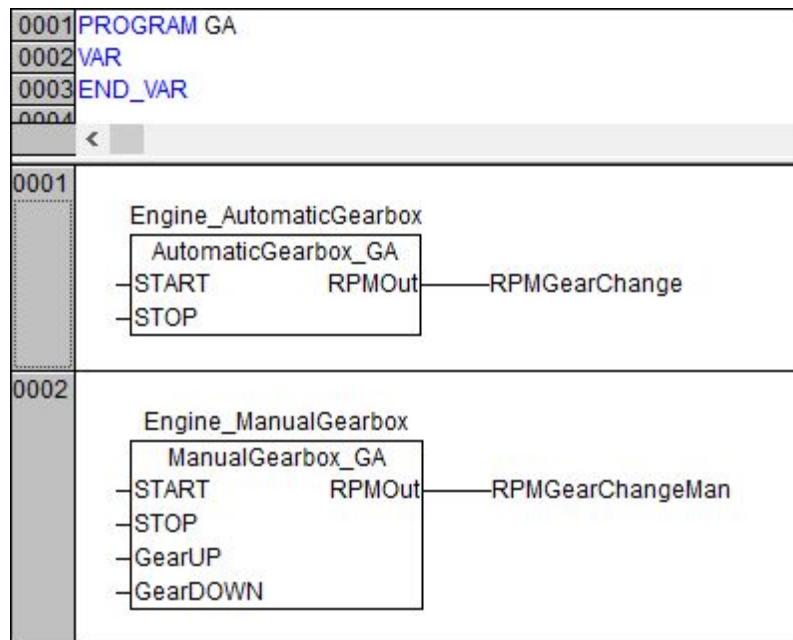
The diagram illustrates a state machine for a gearbox control system. It features four primary states: DRIVE, MANUAL, PARK, and REVERSE. Each state is associated with a gear selection box (e.g., Gear_Drive, Gear_Manual, Gear_Park, Gear_Reverse). Transitions between states are triggered by specific actions: DRIVE, MANUAL, PARK, REVERSE, NEUTRAL, TURN, and TURN_P. A 'TRUE' transition leads to an 'INIT' state.

In particolare, per gestire il cambio automatico e quello manuale sono stati realizzati due diversi Attuatori Generalizzati a doppia retroazione di tipo Start - Stop che agiscono in modo differente, modificando i valori di “Engine (PRG-ST)”. Entrambi gli attuatori generalizzati prendono in input lo stato del sistema. Dopodiché essi utilizzano le variabili globali (sensori) “GEAR: INT” per controllare il valore della marcia attuale e “RPMOld: REAL” per conoscere i giri motore.

Attraverso una funzione “UpdateRPM (ST)” in testo strutturato, si differenziano nel funzionamento. Nello specifico, il cambio manuale ascolta la pressione dei pulsanti UP e DOWN, relativi alle variabili booleane “GearUP: BOOL” e “GearDOWN: BOOL” prese in input e, dopo aver controllato di rimanere nel giusto intervallo delle marce (da 1 a 5), cambia marcia e agisce corrispettivamente sui giri motore. Il cambio automatico, invece, utilizzando degli intervalli prefissati di giri e tenendo in considerazione anche la selezione

o meno della modalità Sport, al raggiungimento del limite inferiore o superiore del suddetto intervallo cambia automaticamente marcia agendo sui giri motore.

Quindi, restituiscono in output il valore “RPMOut: REAL”, che agendo su due variabili differenti “RPMGearChangeMan” e “RPMGearChange” influenzano il valore dei giri motore.



in figura “GA (PRG-FBD)”

Il motore “Engine (PRG-ST)” infatti per aggiornare i giri motore utilizza una formula che prende in considerazione l’accelerazione e la frenata, la resistenza meccanica in rapporto ai giri motore, la resistenza meccanica in rapporto alla marcia inserita, e il cambio di marcia attuato attraverso il cambio automatico o quello manuale, valore che arriva dall’output dell’attuatore generalizzato. Esso si occupa anche delle funzioni di accensione e spegnimento del motore (attraverso una variabile globale “OFF: BOOL” azionata dal pulsante START), del consumo del carburante a seconda dei giri motore, dello spegnimento del veicolo a carburante esaurito, del mantenimento del minimo e della simulazione del limitatore.

L’animazione del veicolo è rappresentata da un’immagine, creata appositamente in pixel art, che abbiamo importato all’interno del programma. Per gestire lo spostamento dell’immagine che rappresenta il veicolo, abbiamo utilizzato una formula della velocità simile a quella dei giri motore in “Engine (PRG-ST)”, che prende in considerazione l’acceleratore e il freno, una diversa resistenza meccanica e soprattutto la marcia inserita. Questa formula va a

modificare la posizione dell'immagine sull'asse orizzontale per le modalità quali Drive, Manual e Reverse. L'immagine invece si sposta sull'asse verticale per la modalità Park, nella quale l'automobile si sposta a lato della strada, per offrire all'utente un feedback visivo dello stato dell'albero motore.