



Università degli Studi di Padova

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica

Tesi di Laurea Triennale

Aprilia RSV4: kit racing per categoria Superstock

Relatore: Prof. Daniele Vogrig

Laureando : Federico Martin

29 marzo 2011

*Alla mia famiglia e agli amici
incontrati in questo percorso.*

Sommario

Questa tesi è una relazione del lavoro svolto durante il periodo tirocinio presso Aprilia Racing, reparto corse della casa motociclistica Aprilia - Piaggio, con sede a Noale (VE).

La collaborazione con l'azienda prevedeva lo sviluppo della componentistica elettronica di un kit racing per moto da competizione, categoria superstock, basato sul veicolo Aprilia RSV4.

L'obiettivo era quello di aumentare le prestazioni e implementare funzionalità utili per l'utilizzo della moto in pista, basando il sistema sulla centralina elettronica APX2 progettata da Aprilia Racing.

La relazione inizia con una descrizione del progetto per proseguire poi con le fasi di sviluppo di ogni settore: motore, elettronica e software. Nelle conclusioni vengono evidenziate le problematiche incontrate e il percorso adottato per risolverle.

Indice

Sommario	V
1. Introduzione	1
1.1 Aprilia Racing	1
1.2 Il progetto	1
2. Le fasi del progetto	3
3. Sviluppo motore V4	4
3.1 Quadro segnali	5
3.2 Sensori e attuatori motore	7
3.2.1 Pick-up	7
3.2.2 Sistema accensione	8
3.2.3 Impianto alimentazione	9
3.2.4 Condotti aspirazione a geometria variabili	12
3.2.5 Sensori pressione olio e pressione sotto-farfalla	13
3.2.6 Ride-by-wire	13
3.2.7 Sensori cambio	15
3.3 Gestione motore	16
3.3.1 Avviamento	16
3.3.2 Mappa motore	19
3.3.3 Banco prova motore – Test di verifica	20
4. Moduli elettronici	22
4.1 Centralina elettronica APX2	22
4.3 Cablaggio	24
4.4 Sistema acquisizione	26
4.5 Cruscotto	28
4.6 Palmare	29

5. Strategie	30
5.1 Freno motore	30
5.2 Strategia Anti-botta	31
5.3 Limitatore velocità	32
5.4 TCS- Traction Control System.....	32
5.5 Base spazio.....	33
6. Software Tools	34
6.1 ABM.....	34
6.2 ARES	35
6.3 Analisi.....	35
7. Conclusioni.....	37
8. Allegati	39
8.1 Piedinatura APX2.	39
8.2 Schema elettrico cablaggio Superstock.	40
8.3 Schema elettrico cablaggio acquisizione.	42
Bibliografia	43



1. Introduzione

1.1 Aprilia Racing

Aprilia Racing è il reparto corse dell'omonima casa motociclistica Noalese che fin dagli anni '80 è stata protagonista di numerosi successi nelle competizioni in pista e fuoristrada.

L'autonomia nella progettazione e nello sviluppo permette ad Aprilia Racing di ottimizzare tempi e costi dei progetti, sfruttando la collaborazione interna di specialisti di ogni settore. Ogni progetto, infatti, interessa tutta la componentistica del veicolo come il motore, la ciclistica e l'elettronica, quindi lo sviluppo di ogni settore è seguito da una divisione del reparto specializzata (1).

1.2 Il progetto

Aprilia RSV4 è l'ultima supersportiva di serie nata a Noale che prende il nome dal nuovo motore 4 cilindri a V creato appositamente per questo veicolo. Il progetto di questa motocicletta ha avuto da subito come obiettivo

quello di creare una moto performante per l'utilizzo in pista, mantenendo comunque ottime qualità nell'uso stradale.

Al reparto corse Aprilia spetta quindi l'onere di portare avanti lo sviluppo di Aprilia RSV4 per la categoria Superstock.

Questa categoria è la classe di moto da competizione in pista direttamente derivate dalle moto di serie. Il regolamento internazionale della categoria impone vincoli molto restrittivi per lo sviluppo della moto, in quanto ciclistica e motore non possono subire sostanziali aggiornamenti: per questo si dispone della possibilità di installare i pacchetti opzionali che le case costruttrici dei veicoli fanno omologare dalla Federazione Internazionale Motociclistica (2).

Le limitazioni di elaborazione di motore e ciclistica sono imposte solo dalle tolleranze di progetto, mentre per la gestione elettronica del veicolo i vincoli sono diversi; tra questi ricordiamo il prezzo dei componenti del kit non superiore a 1,5 volte quello dei componenti di serie e il divieto di aumentare e sostituire il numero di sensori del veicolo.

L'obiettivo è quindi sviluppare un pacchetto elettronico basato sulla centralina iniezione APX2, descritta in seguito, di Aprilia Racing che permetta di sfruttare a pieno le caratteristiche peculiari di questo modello, quali i condotti di aspirazione variabile, il sistema di controllo elettronico dell'acceleratore e la curva di potenza del motore V4.

Il kit, inoltre, consente di implementare alcune delle più importanti funzioni per l'utilizzo in pista:

- gestione del freno motore
- cambio elettronico
- limitatore velocità corsia box
- controllo potenza in base allo spazio
- controllo di trazione.

2. Le fasi del progetto

La progettazione di un kit racing after-market richiede lo sviluppo parallelo di tre elementi: motore, elettronica e software.

Il lavoro sul motore, essendo limitato dal regolamento, si concentra sulla configurazione dei componenti le cui tolleranze consentano gli accoppiamenti migliori, e non prevede lo sviluppo di nuovi componenti.

Al contrario, poiché la gestione elettronica comprende il controllo del veicolo e l'attuazione motore, richiede tempi e impegno maggiori.

In base alle norme del regolamento, il progetto include lo sviluppo di due pacchetti elettronici, uno standard e uno opzionale; quest'ultimo permette l'acquisizione dati e offre la possibilità di modificare le mappe motore.

Inoltre, è necessario fornire ai clienti i software di supporto per la gestione del veicolo, l'analisi dati e la calibrazione motore.

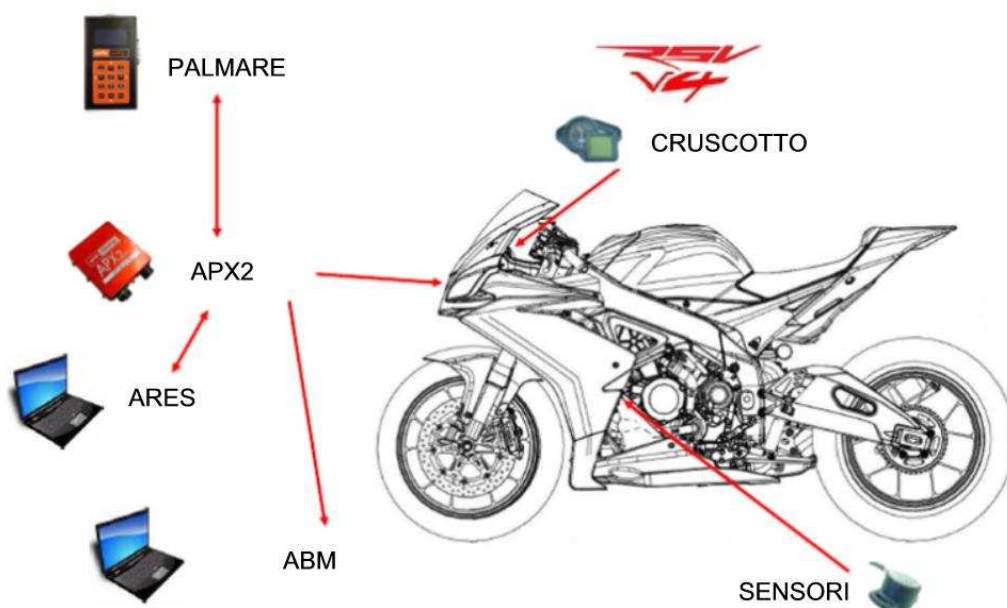


Figura 2.1 – Schema riassuntivo del progetto.

3. Sviluppo motore V4

Il motore V4 è un quattro cilindri a V longitudinale di 65°(angolo tra i cilindri delle due bancate), quattro tempi raffreddamento a liquido, con distribuzione bialbero a camme e quattro valvole per cilindro.

La distribuzione è il sistema meccanico che permette l'apertura e la chiusura delle due valvole di aspirazione e delle due di scarico di ogni cilindro: una cinghia metallica collegata all'albero motore mette in rotazione i due alberi a camme, uno di aspirazione e uno di scarico, i quali determinano la legge di alzata delle valvole (figura 3.1).

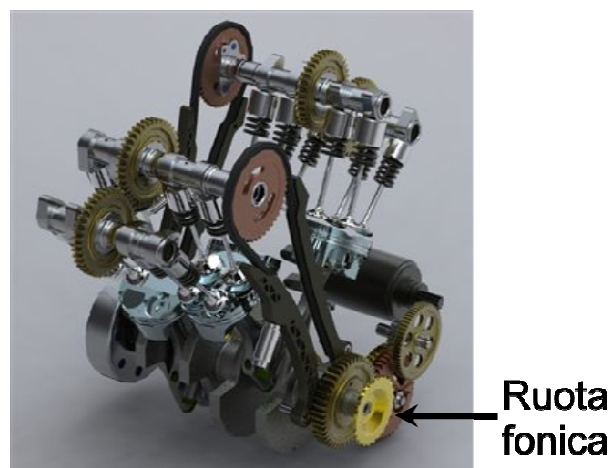


Figura 3.1 – Il sistema di distribuzione e la ruota fonica del motore V4.

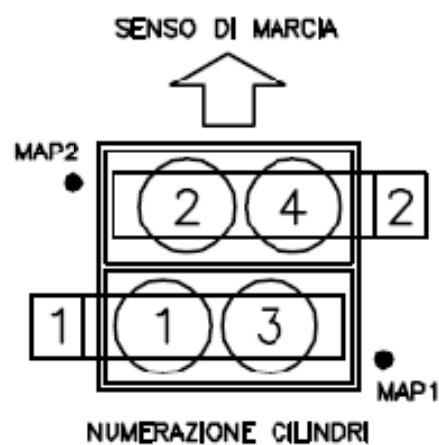


Figura 3.2 – Numerazione dei cilindri del motore V4.

La cilindrata del propulsore è di 999.6 cc con alesaggio e corsa di 78 x 52.3 mm; l'alesaggio è il diametro del cilindro, mentre la corsa indica la distanza tra il punto morto superiore ed inferiore del pistone. La potenza massima è di circa 180 CV all'albero a 13000 giri, con una coppia massima di 112,02 Nm.

Nello sviluppo del motore, una volta stabilita qual è la configurazione meccanica che ottimizza le prestazioni (utilizzando i componenti di serie), bisogna definire una gestione software del motore che ne sfrutti al massimo le potenzialità conservando comunque l'affidabilità.

Per sviluppare il software ECU (centralina elettronica per la gestione motore) e per la calibrazione dello stesso, è necessario conoscere a fondo le caratteristiche del motore e le sue dinamiche, oltre ai sensori e agli attuatori che ne permettono il controllo. Ogni elemento va studiato e caratterizzato per poter poi essere utilizzato con la centralina Aprilia Racing.

Si procede con la seguente sequenza di analisi:

1. quadro segnali
2. sensori ed attuatori motore.

3.1 Quadro segnali

Il quadro segnali di un propulsore descrive il comportamento del motore quattro tempi, mettendo in relazione temporale le quattro fasi di ogni cilindro (figura 3.3): aspirazione, compressione, scoppio e scarico, in riferimento ai denti della ruota fonica calettata all'albero motore.

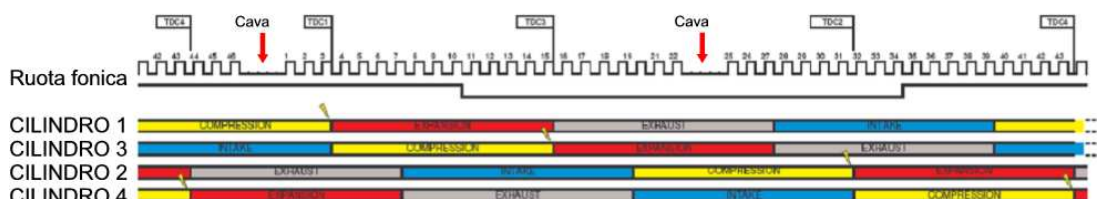


Figura 3.3 – Quadro segnali motore V4.

La ruota fonica è un ingranaggio con 28 denti e una cava, ovvero con due denti mancanti, che permette alla ECU di identificare la posizione motore e di conseguenza il regime di rotazione (figura 3.4).

L'iniezione elettronica e tutto il management del motore sono temporizzati dal segnale ricevuto dal sensore della ruota fonica. La risoluzione della posizione angolare non è vincolata dal numero di denti della fonica, in quanto la centralina motore calcola l'angolo esatto - anche tra un dente e il suo successivo - mediante un algoritmo basato sulla velocità di rotazione e la sua derivata.

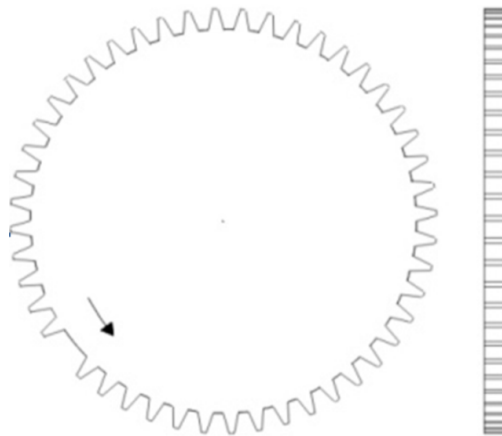


Figura 3.4 – Ruota fonica.

E' fondamentale conoscere la fasatura del motore per inserire in centralina i riferimenti per i parametri di mappatura come anticipo, fase e iniezione.

Ai 720 gradi del giro motore corrispondono 4 TDC (punti morti superiori) e due rotazioni dell'albero motore: l'ordine di scoppio dei cilindri nel motore V4 è 1-3-2-4 con una distanza angolare al TDC del cilindro 1 rispettivamente di 180°, 425°, 605°.

Va sottolineato che al passaggio della cava, con le informazioni ricavate dalla sola ruota fonica non è possibile sapere se ci si trova col cilindro 1 o 2 in compressione. In seguito vengo descritti altri metodi per il riconoscimento della fase.

3.2 Sensori e attuatori motore

3.2.1 Pick-up

Il pick-up è un sensore ad effetto hall, posizionato sul carter motore perpendicolarmente ai denti della ruota fonica, misurando le rotazioni dell'albero motore e sincronizzando l'iniezione elettronica. È quindi il sensore fondamentale per il funzionamento del motore.

Quando viene attraversato da corrente, se inserito perpendicolarmente in un campo magnetico, ai capi dell'elemento sensibile è possibile misurare una differenza di potenziale.

Questi sensori forniscono un segnale in tensione molto preciso, ripetibile e veloce, dell'ordine di microsecondi, adatto ad essere usato per questo tipo di applicazione.

Le caratteristiche del sensore, il traferro (distanza che separa il sensore dalla ruota fonica) e le dimensioni dei denti della ruota fonica, determinano l'ampiezza del segnale da inviare all'ECU.

A causa delle tolleranze di lavorazione dei carter possono verificarsi alcune problematiche perché un aumento del traferro causa una dispersione del flusso magnetico con conseguente diminuzione dell'ampiezza del segnale giri, che potrebbe non essere più adeguato all'ingresso in centralina.



Figura 3.5 – Esempio sensore pick – up.

3.2.2 Sistema accensione

Bobine e candele formano il sistema di accensione: in particolare, le bobine vengono comandate dall'ECU con un impulso in tensione per un tempo di carica che dipende dalle loro caratteristiche e dalla tensione di alimentazione (livello di carica della batteria). La carica immagazzinata permette alla candele di far scoccare la scintilla in camera di combustione.

Nel motore V4 vengono utilizzate bobine stick-coil, cioè bobine moderne che vengono inserite direttamente in apposite sedi nelle teste motore e collegate direttamente alle candele.

La tensione di migliaia di volt generata dalla bobina viene trasmessa alla candela, di conseguenza tra gli elettrodi di quest'ultima la differenza di tensione cresce fino a superare la capacità isolante della miscela di aria-benzina che si ionizza. Un gas ionizzato diviene conduttore, generando una breve ma intensissima scarica elettrica con un meccanismo simile a quello dei fulmini.

Le scintille provoca un riscaldamento locale della candela con temperature che vanno dai 700 ai 1000 °C, a seconda del suo grado termico. La scelta del componente è dettata da questa sua particolare caratteristica, in quanto una candela con grado termico non adeguato può innescare pre-accensioni e quindi detonazioni. Nei motori da competizione si preferisce utilizzare candele con grado termico elevato.

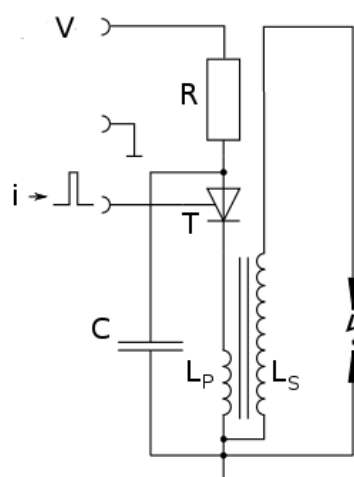


Figura 3.6 – Schema elettrico esempio di una bobina.



Figura 3.7 – Bobina stick-coil Magneti Marelli (3).



Figura 3.8 – Candela accensione NGK (4).

3.2.3 Impianto alimentazione

L'impianto di alimentazione è formato da due elementi fondamentali: pompa benzina e iniettori.

La pompa benzina è un'elettropompa posizionata all'interno del serbatoio che porta l'impianto ad una pressione di circa 3 bar; viene attivata dalla ECU ed è sempre alimentata durante il funzionamento del motore.

L'iniettore è un'elettrovalvola la cui apertura è comandata da un impulso elettrico in tensione inviato dalla ECU. Le caratteristiche fondamentali dell'iniettore sono:

- portata
- numero di fori
- angolo del cono di nebulizzazione.



Figura 3.9 – Iniettore Magneti Marelli (3).

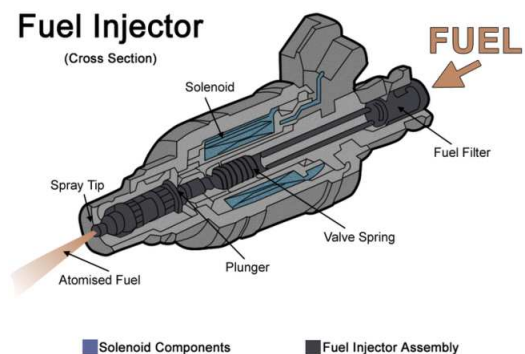


Figura 3.10 – Schema iniettore.

Nel motore V4 ci sono 8 iniettori, di cui 4 posizionati sotto la farfalla, detti iniettori bassi, e 4 posizionati nel coperchio air box (scatola filtro aria) in asse con i condotti, chiamati iniettori alti. Ai bassi regimi vengono utilizzati gli iniettori bassi, man mano che si sale con il numero di giri si usano i 4 iniettori alti.

Il sistema di alimentazione di norma viene supervisionato dalla sonda lambda in grado di rilevare la concentrazione di ossigeno all'interno dei gas di scarico; precisamente il valore di lambda indica il rapporto tra l'aria e la benzina. La sonda trasmette poi un segnale elettrico alla centralina che regola la miscela di carburante e aria all'interno della camera di combustione.

Esistono due tipi di sonde, bistato (*on/off*) e lineari:

- Nelle sonde bistato la superficie esterna, cioè quella a diretto contatto con i gas di scarico, e la superficie interna a contatto con l'atmosfera, sono ricoperte da uno strato di biossido di zirconio e platino. L'elemento in biossido di zirconio diventa permeabile agli ioni di ossigeno alla temperatura di circa 300 °C; quando la concentrazione dell'ossigeno sulle due superfici del sensore è diversa, viene generata una tensione grazie alle proprietà fisiche del biossido di zirconio. Con una miscela povera la tensione del segnale è bassa, mentre con una miscela ricca è alta.

Il cambiamento della tensione del segnale in uscita avviene quando il rapporto aria/benzina è di 14,7 a 1 (14,7 parti di aria verso 1 parte di benzina) e viene chiamato lambda 1, o rapporto A/F stechiometrico. Grazie a questa caratteristica questo tipo di sonda viene utilizzata nei veicoli di serie dove, come richiesto da normative anti inquinamento, i gas di scarico devono avere una determinata concentrazione di inquinanti, dipendente dalla carburazione.

-
- Le sonde lineari, molto più costose, sostituiscono le precedenti nei veicoli da competizione dove il valore lambda ottimo di potenze massima è diverso da uno. Esse permettono di misurare il reale rapporto aria/benzina diventando un fondamentale strumento per la mappature dei motori.

In queste sonde l'elemento attivo è il diossido di titanio che però non genera una tensione come avviene per il diossido zirconio, ma invece varia la sua resistenza elettrica in rapporto alla concentrazione di ossigeno. Applicando una tensione alla sonda al titanio si può misurare una corrente in uscita che viene quindi condizionata da un modulo elettronico esterno: questo fornirà un segnale in tensione proporzionale al rapporto A/F.

Dal momento che la sonda lambda inizia ad operare sopra i 300 °C e l'elemento sensibile richiede un certo tempo di riscaldamento, la maggior parte delle sonde lambda hanno al loro interno un riscaldatore in ceramica che riduce sensibilmente il tempo di attivazione, oltre ad asciugare l'umidità che si forma nello scarico vicino al sensore nei primi avviamenti a motore freddo.



Figura 3.11 – Sonda lambda bistato NTK (4).

3.2.4 Condotti aspirazione a geometria variabili

Per migliorare le prestazioni, nei moderni motori di grossa cubatura vengono implementati dei sistemi che permettono di modificare la lunghezza dei condotti di aspirazione, accordando così l'impianto al regime rotativo.

I condotti di aspirazione sono dei convogliatori attraverso i quali la miscela di aria e benzina viene aspirata dal motore. La lunghezza di questi determina il modo di "respirare" del motore.

Le curve di potenza eseguite al banco evidenziano che ai bassi regimi è necessario avere un condotto lungo, permettendo un miglior riempimento della camera di scoppio e quindi una coppia erogata maggiore; agli alti regimi e alle alte velocità i condotti idonei sono più corti, per sfruttare la maggior pressione che si crea nell'air box.

Su Aprilia RSV4 il modulo è composto da una centralina che effettua un controllo sulla corrente di attuazione del motore elettrico che muove i condotti, quando il meccanismo arriva a fine corsa il motorino assorbe più corrente: tale picco determina lo stop dell'attuazione.

La parte bassa del condotto è fissa mentre la parte alta, formata da 4 trombette, si muove in verticale; se le trombette si trovano in posizione alta i condotti sono corti, quando sono in posizione bassa i condotti sono lunghi.

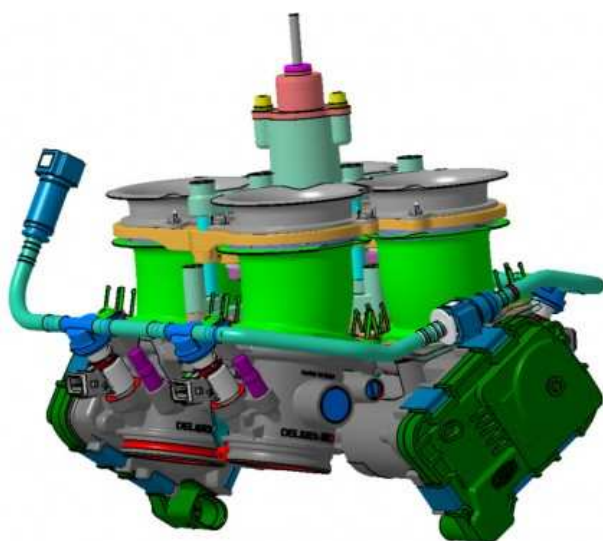


Figura 3.12 – Condotti aspirazione variabile.

3.2.5 Sensori pressione olio e pressione sotto-farfalla

I sensori di pressione nel motore V4 sono di due tipi: pressione olio e Map Sensor.

Il sensore pressione olio è di tipo bistato, ovvero diventa un circuito aperto quando la pressione dell'impianto di lubrificazione scende sotto un certo valore.

I map sensor sono due sono sensori lineari, uno per bancata, che misurano la depressione sotto farfalla, permettendo quindi la correzione della carburazione per pressione atmosferica (e quindi altitudine), oltre ad identificare quale cilindro è in aspirazione al passaggio della cava della ruota fonica.



Figura 3.13 – Sensor map Nippon Denso (5).

3.2.6 Ride-by-wire

Aprilia RSV4 adotta un vero sistema ride-by-wire (acceleratore elettronico), in cui il comando gas è collegato al demand, un potenziometro lineare letto dalla ECU, che aziona le farfalle di aspirazione motorizzate.

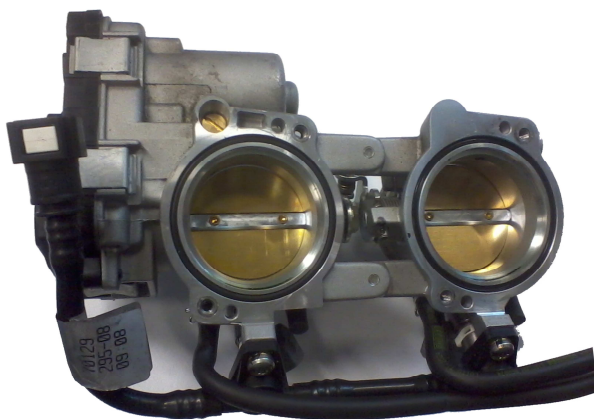


Figura 3.14 – Corpo farfallato motorizzato Magneti Marelli (3).

L'apertura è il risultato di una catena di calcolo che valuta la richiesta di coppia effettuata dal pilota e il regime rotativo.

Le caratteristiche di questo sistema permettono una gestione del motore per richieste di coppia migliorando la guidabilità del veicolo, consumi e prestazioni.

Per motivi di sicurezza il demand è formato da due potenziometri lineari a doppia traccia, che offrono una costante verifica della posizione su quattro valori.

I corpi farfallati sono composti da due motori brushless, uno per bancata, che muovono le coppie di farfalle in base al comando in segnale PWM ricevuto dalla ECU.

Il motore brushless è un motore elettrico a magneti permanenti che, a differenza di un motore a spazzole, non ha bisogno di contatti elettrici striscianti per funzionare. La commutazione della corrente circolante negli avvolgimenti non avviene più per via meccanica, ma elettronicamente.

La scelta di questo tipo di motore è dovuta alle sue caratteristiche: minore resistenza meccanica, assenza di formazione di scintille per alte velocità di rotazione, non necessità di manutenzione periodica, bassa inerzia che agevola il controllo della posizione. In fine, il comando di attuazione PWM garantisce una certa immunità ai disturbi.

La posizione angolare delle farfalle, definita in un intervallo da zero a cento, equivale al valore medio di un'onda quadra 0 → 5 V con duty-cycle variabile; due potenziometri lineari doppia traccia (uno per bancata) verificano la posizione reale e permettono la conversione in gradi.

Per motivi di sicurezza l'attuatore delle farfalle deve contrastare delle molle che forzano la chiusura in caso di guasto, non essendoci un comando meccanico di chiusura diretto dall'acceleratore. Questa caratteristica permette di variare il freno motore migliorando la gestione veicolo in frenata.

3.2.7 Sensori cambio

Per determinare la marcia inserita si usa un sensore rotativo di tipo resistivo che, in base alla posizione angolare del desmo del cambio, permette di riconoscere la marcia inserita.

Il desmo è un albero con delle fresature che fanno da guida alle forchette del cambio: quando viene azionata la pedivella del cambio il desmo ruota, quindi le forchette si spostano longitudinalmente accoppiando gli ingranaggi delle marce.

Il sensore è formato da un partitore resistivo con sette zone, una per marcia più la folle.

Il regolamento consente di utilizzare un cambio elettronico: questo sistema permette al pilota di effettuare il cambio marcia mentendo il gas aperto e senza utilizzare la frizione.

All'asta di rinvio del cambio viene applicato un interruttore che si chiude quando il pilota spinge sulla leva e che consente alla centralina motore di effettuare una riduzione di coppia permettendo l'inserimento della marcia.



Figura 3.15 – Potenzimetro rotativo cambio.



Figura 3.16 – Interruttore cambio elettronico.

3.3 Gestione motore

3.3.1 Avviamento

La procedura di avviamento è resa complessa dalla difficoltà di identificare se, al passaggio della cava della ruota fonica, ci si trova nel giro motore con il cilindro uno o due in fase di compressione.

Grazie ad un oscilloscopio è stato possibile studiare il criterio utilizzato da Magneti Marelli per la centralina di serie, misurando i comandi degli iniettori bassi e delle bobine dei 4 cilindri in relazione al segnale fondamentale dei giri motore. La centralina di serie effettua il riconoscimento di fase utilizzando oltre al pick-up, i map sensor.

Semplificando la strategia, il firmware per APX2 è stato pensato per funzionare come di seguito descritto: all'accensione della centralina viene attivata la pompa benzina per pochi secondi e dopo il comando di start del motore di avviamento, al passaggio della prima cava, viene iniettata benzina nei cilindri per un tempo abbastanza lungo (di circa 15 ms). Successivamente si comanda l'accensione nel cilindro 1 al passaggio della seconda cava.

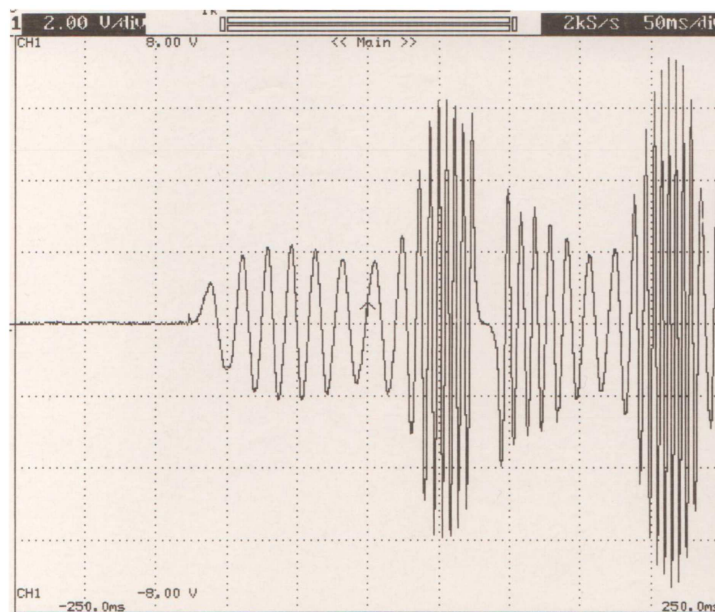


Figura 3.17 – Segnale giri motore letto dal sensore pick-up: prime rotazione del motore trascinato dal motorino di avviamento.

Se la derivata giri aumenta, e il numero di giri supera una certa soglia (800 RPM) significa che la sequenza di accensione è stata corretta, altrimenti si attende un giro motore e si ricomincia il procedimento sfasati di 360°.

L'andamento del segnale pick-up quando il motore è trascinato dal solo motorino di avviamento, è riportata in figura 3.18.

Il passaggio della cava della ruota fonica è segnalato da un tratto costante del segnale: il primo passaggio è il riferimento per il quadro segnali (0° motore); il secondo passaggio avviene a 360° motore dal primo, ovvero dopo una rotazione completa dell'albero motore.

L'andamento a frequenza variabile è dovuto alla compressione non omogenea del motore V4.

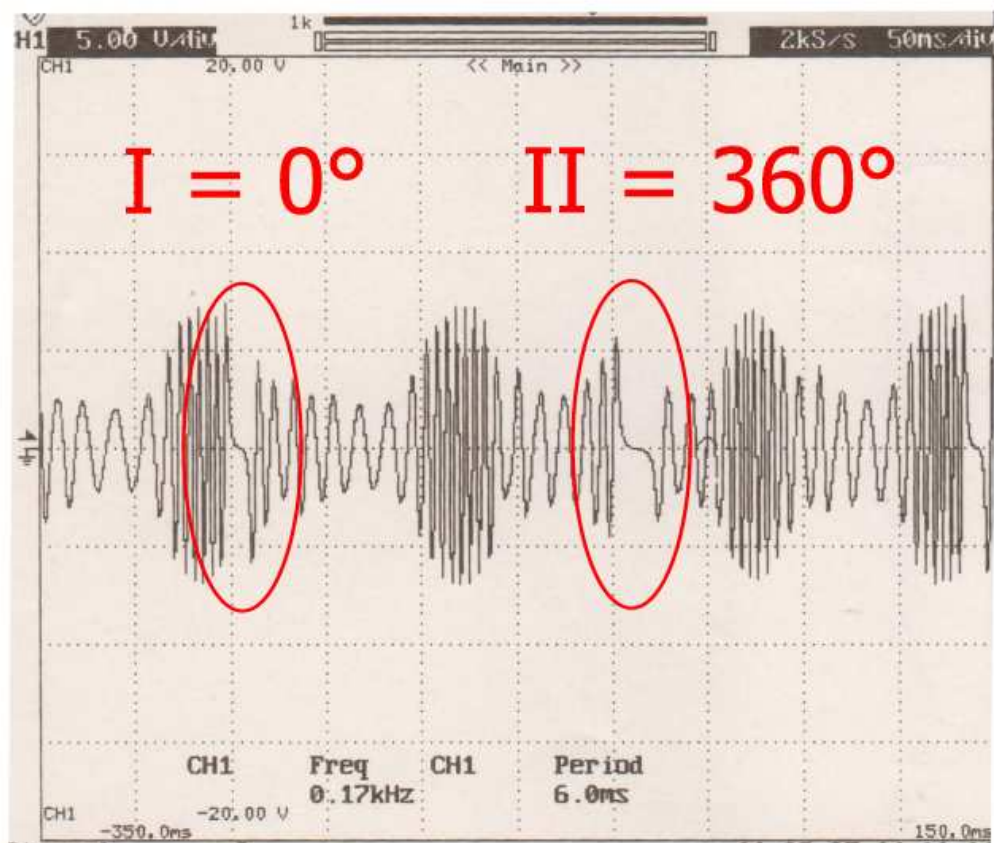


Figura 3.18 – Segnale giri motore letto dal sensore pick-up: rotazione del motore trascinato dal solo motorino di avviamento.

La derivata positiva in queste condizioni è minore della derivata positiva misurata quando il motore si avvia correttamente: è quindi possibile determinare una soglia sopra la quale il motore è sicuramente avviato.

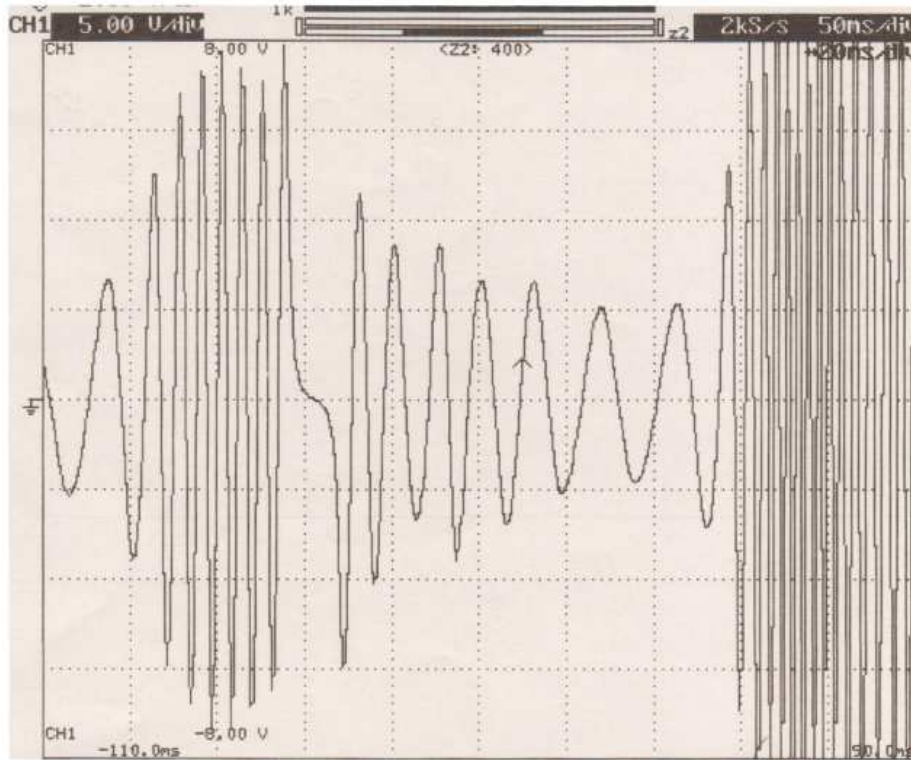


Figura 3.19 – Segnale giri motore letto dal sensore pick-up: avviamento corretto.

Trovare un'ottima gestione dell'avvio del motore non può considerarsi semplice perché, oltre alla difficoltà specifica che si incontra nel determinare la soglia di avviamento, non si dispone di illimitati tentativi di avvio. Questi, infatti, porterebbero ad un abbassamento della tensione della batteria (come conseguenza del grosso assorbimento del motorino di avviamento), ad un aumento del rischio di imbrattare le candele, di scoppi in cassa filtro e in scarico.

In futuro verrà implementata la gestione dei map sensor come fatto da Magneti Marrelli, limitando gli inconvenienti descritti.

3.3.2 Mappa motore

Gli elementi fondamentali di una mappa motore sono: anticipo accensione, tempi e fase di iniezione, apertura farfalla.

- Anticipo accensione: indica a quanti gradi motore prima del punto morto superiore viene attuata la scintilla.
- Tempi iniezione: indicano per quanto tempo l'iniettore viene attivato; la portata e il tempo di iniezione determinano la quantità di benzina iniettata.
- Fase iniezione: indica a quanti gradi motore prima del punto morto superiore termina il tempo di iniezione.
- Apertura farfalla: indica i gradi di apertura della valvola di aspirazione, quindi la quantità di aria aspirata.

Le grandezze suddette vengono mappate in una serie di tabelle α/n che hanno come riferimenti l'apertura farfalla (espressa in gradi) e i giri motore (espressi in rotazioni per minuto). L'insieme di queste tabelle forma la mappa motore.

Per calibrare il sistema si lavora simultaneamente su anticipo e benzina, mantenendo inizialmente fissa la fase iniezione e modificando i parametri in ogni punto della tabella α/n . L'anticipo viene deciso in base alla potenza massima erogata e alla qualità della combustione, tenendo presente che un motore troppo anticipato è soggetto a pre-accensioni, quindi alla formazione di punti caldi in camera di scoppio che causano la detonazione. Si parla di detonazione quando anche il metallo prende parte alla combustione.

Ritardare l'accensione porta ad avere la combustione vicina alla fase di scarico, innalzando notevolmente le temperature di esercizio delle valvole.

Una volta definito l'anticipo si passa alla definizione della quantità di benzina, alla ricerca sempre della massima prestazione; quantità di aria

aspirata e benzina iniettata determinano la carburazione, che viene descritta dal rapporto AFR assoluto (rapporto aria/benzina), o normalizzato se si parla di valore λ .

Un motore con una carburazione magra, ovvero con meno benzina rispetto a quella ottimale, può avere una curva di potenza maggiore a discapito di una prestazione meno duratura; viceversa, un motore con carburazione grassa con consumi maggiori, può avere prestazioni minori, ma permette un chilometraggio superiore oltre che temperature di esercizio minori.

La fase di iniezione viene determinata per migliorare la fluidità di erogazione e i consumi, ottimizzando la carburazione.

Al termine della calibrazione vanno comunque riviste tutte le tabelle poiché la fase di iniezione può variare l'effettiva benzina iniettata in camera di combustione.

3.3.3 Banco prova motore – Test di verifica

Ogni motore destinato alla pista deve essere deliberato, ossia deve effettuare un ciclo di rodaggio ed una serie di curve di potenza al banco prova: se supera i test con successo viene approvato.

Per fare ciò Aprilia Racing dispone di numerosi banchi prova motore gestiti da sistemi PLC che permettono di misurare la coppia all'albero descrivendo curve di potenza statiche, a gas e coppia frenante costante, o dinamiche, nelle quali viene simulato un vero e proprio giro di pista con variazione dinamiche dei due parametri.

Questo tipo di test è importante tanto per i motori Superstock quanto per i motori della categoria superiore, la Superbike. Entrambi vengono gestiti dallo stesso tipo di centralina elettronica, con firmware diversi e con canali diversi; poiché molti, ma non tutti i canali vengono reindirizzati via software, si è reso indispensabile creare delle interfacce per poter utilizzare

un unico cablaggio inserendo gli adattatori dove necessario (bobine e pompa benzina).

Avendo la possibilità di acquisire i dati direttamente dalla ECU APX2, viene connesso via rete CAN il PLC del banco che invierà dei pacchetti contenenti i dati relativi alla coppia misurata. In sala regia sono disponibili le connessioni per la programmazione firmware e per lo scarico dati via USB ed ethernet.

Il banco non è utilizzato solo per le delibere motori, ma anche per lo sviluppo dello stesso, per test di firmware APX2 e per la messa a punto della carburazione.



Figura 3.20 – Banco prova motore APicom (6).

4. Moduli elettronici

Il pacchetto elettronico comprende diverse moduli: APX2, sensori e attuatori di serie, cablaggio, cruscotto, pulsantiere, sensori per acquisizione e palmare.

4.1 Centralina elettronica APX2

Aprilia Racing è una delle poche case motociclistiche che progetta e produce l'elettronica all'interno del reparto corse. Negli anni che hanno visto Aprilia dominare nel mondiale GP è stata sviluppata una ECU capace di gestire motori 4 cilindri implementando anche un sistema di acquisizione dati, chiamato APX.

Il kit per categoria Superstock prevede l'utilizzo di due centraline APX2, una standard dedicata solo alla gestione motore, e una opzionale da utilizzare con il pacchetto acquisizione.

La versione base implementa le possibili strategie come il controllo trazione, il sistema antibotta, il limitatore di velocità, il freno motore e il depotenziamento base spazio, ma non permette di acquisire i dati e variare i parametri di calibrazione motore.

Invece la versione opzionale che risulta più completa, utilizzata in test privati e prove libere in pista, permette la calibrazione delle mappe motore e la gestione delle strategie, oltre all'acquisizione dei segnali dei sensori connessi (analogici e digitali), dei pacchetti CAN di eventuali moduli aggiuntivi, ad una frequenza massima di 1 kHz.

I dati vengono registrati nella memoria interna da 512 MB.

Il bus CAN è una rete di trasmissione dati primaria, molto diffuso nell'automotive in quanto progettato per funzionare senza problemi in ambienti fortemente disturbati dalla presenza di onde elettromagnetiche.

L'immunità ai disturbi può essere ulteriormente aumentata utilizzando un doppino intrecciato.

In questo bus tutti i nodi della rete possono trasmettere e più nodi della rete possono ricevere il canale trasmissivo contemporaneamente.

I nodi di una rete CAN non sono caratterizzati da indirizzi di rete nel "senso convenzionale", in quanto i dati vengono spediti in pacchetti riconosciuti da un identificativo che caratterizza la priorità del nodo trasmittente. Infatti il pacchetto spedito contiene:

- SOF : Start-of-frame, indica l'avvio della sequenza di trasmissione
- Identificatore: "nome" unico dei dati
- RTR: richiesta remota di trasmissione
- DLC: codice di lunghezza dati (DLC)
- Campo dati da trasmettere (la lunghezza è specificata dal campo DLC)
- CRC: controllo di parità a
- EOF: End-of-frame, indica il termine della sequenza di trasmissione

In base all' identificativo, il ricevente può scegliere se "considerare" il dato o meno; l'identificativo determina anche la priorità dei nodi per l'occupazione della rete.

Il protocollo di comunicazione del bus è standardizzato come ISO 11898-1 (2003) – OSI (7) : questo standard descrive principalmente lo strato di scambio dati (data link layer), composto dallo strato "logico" (Logical Link Control, LLC) e dallo strato Media Access Control, (MAC), oltre ad alcuni aspetti dello strato "fisico" (physical layer) come l'impedenza della terminazione della linea (120 Ω).

I protocolli di tutti gli altri layer, schematizzati in figura 22, sono lasciati alla libera scelta del progettista della rete.

Il bit rate può raggiungere 1 Mbit/s per reti lunghe meno di 40 m, mentre velocità inferiori consentono di raggiungere distanze maggiori, ad esempio 125 kbit/s per 500 m.

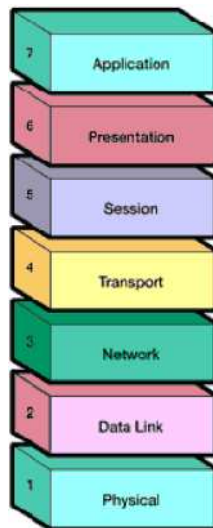


Figura 4.1 – Livelli rete di comunicazione.

All'interno dell'ECU è presente una piattaforma inerziale, che è un modulo che combina 2 accelerometri e 2 giroscopi al fine di conoscere l'angolo di piega e le accelerazioni longitudinali, parametri necessari per il controllo trazione.

APX2 in entrambe le versioni offre tre mappe motore diverse, differenziate per piano quotato benzina e anticipo, selezionabili dall'utente tramite.

In allegato 8.1 la piedinatura della centralina APX2.

4.3 Cablaggio

Il cablaggio RSV 4 è composto dal cablaggio motore e dal cablaggio veicolo. Queste due parti sono interfacciate tra di loro e permettono la connessione tra l'ECU principale e tutti i servizi.

Step evolutivi cablaggio:

1. Come primo step nello sviluppo del cablaggio è stata realizzata un'interfaccia tra il cablaggio di serie e APX2, ottenuta modificando le connessioni per adattare i segnali agli ingressi dell'ECU .
2. Il secondo passo è stato quello di disegnare gli schemi elettrici di un nuovo cablaggio dedicato, eliminando i servizi non necessari ed

inserendo il sensore per il traguardo e cambio elettronico. Successivamente sono stati realizzati i primi prototipi.

3. Dopo i test in pista con acquisizione dati si è arrivati al terzo step evolutivo: il layout del cablaggio è stato modificato per la scelta finale di posizionare i componenti elettronici nella parte frontale della moto, poiché questa posizione dei pesi migliora la ciclistica. Quindi l'ECU non è più connessa al cablaggio motore ma al cablaggio veicolo.
4. Lo step finale ha portato ad avere un cablaggio ridotto in peso, ingombro e costo, rivisitando l'allestimento della parte motore, cambiando i tipi di materiale e i rivestimenti. Con la collaborazione del team sviluppo quest'ultima versione ha ridotto i tempi di installazione, i possibili errori di montaggio.

Contemporaneamente alla realizzazione del cablaggio è stato necessario studiare i segnali delle velocità delle ruota, misurate da due sensori a effetto hall. Questi sensori leggono il passaggio dei dadi di fissaggio dei dischi freno al mozzo ruota, quindi in base al numero di impulsi per ogni giro ruota e alla superficie di rotolamento del pneumatico è possibile determinare la velocità. È necessario utilizzare dadi a testa piana e senza punzonature, posizionando i sensori a una distanza specifica, per permetterne un corretto funzionamento.

In allegato 8.2 sono riportati gli schemi elettrici del cablaggio veicolo e motore, realizzati al CAD.

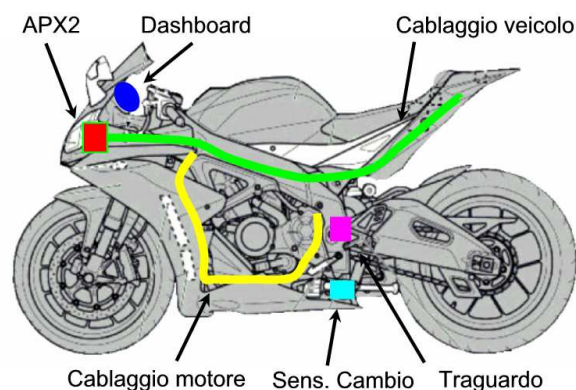


Figura 4.2 – Disposizione cablaggio.

4.4 Sistema acquisizione

Nel pacchetto opzionale viene fornito un cablaggio supplementare per il collegamento dei sensori aggiuntivi e una centralina motore APX2 che, a differenza di quella standard, integra un sistema di acquisizione dati.

L'obiettivo è stato quello di disegnare un impianto elettrico di facile installazione, che non comporti passaggi difficoltosi dei cavi lungo il veicolo limitando gli ingombri.

Fisicamente non è altro che una prolunga che viene connessa tra il cablaggio veicolo principale e la centralina elettronica.

Una volta installato il cablaggio acquisizione è possibile collegare all'APX2 i seguenti sensori, utili per definire la mappatura motore e l'assetto della moto:

- Termocoppie: termistori per alte temperature, montati su ogni collettore di scarico.



Figura 4.3 – Termocoppia.

- Sonde lambda lineari: vengono gestite da moduli dedicati forniti dal costruttore; analizzando i gas di scarico danno un segnale proporzionale al rapporto aria/benzina.



Figura 4.4 – Sonda lambda e modulo adattatore GET (8).

- Potenzimetri sospensioni: l'escursione delle sospensioni viene misurata da due potenziometri lineari, fissati parallelamente all'asse delle forcelle e all'ammortizzatore posteriore.



Figura 26 – Potenzimetro lineare per sospensioni.

- Pressione-temperatura: sensore di pressione e temperatura che permette di monitorare l'impianto olio. L'intervallo di lavoro di questo sensore è per la temperatura 1000 °C e per la pressione 30 bar.



Figura 4.5 – Sensore pressione-temperatura.

Il cablaggio acquisizione è progettato appositamente per strumentare il veicolo in modo veloce e senza sostituire il cablaggio principale, essendo infatti una prolunga del cablaggio veicolo.

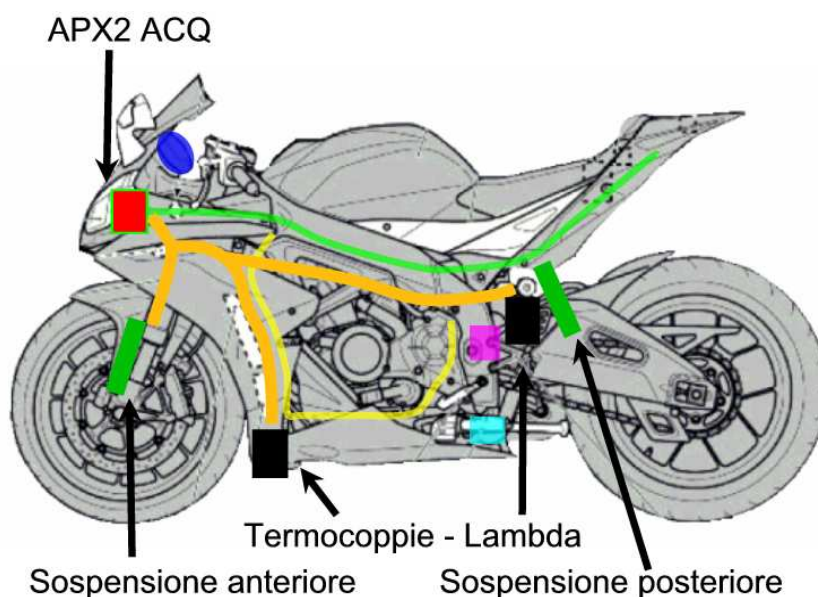


Figura 4.6 – Disposizione cablaggio acquisizione.

Grazie alla telemetria è possibile analizzare il comportamento del veicolo e il rendimento del motore, ottimizzando i tempi di messa a punto.

Le sonde di temperatura e le sonde lambda sono necessarie alla messa a punto della carburazione; i potenziometri permettono l'analisi delle dinamiche del veicolo, registrando i valori massimi di schiacciamento e la posizione media delle sospensioni.

In allegato 8.3 sono riportati gli schemi elettrici del cablaggio acquisizione, realizzati al CAD.

4.5 Cruscotto

Con il kit è possibile utilizzare il cruscotto di serie o il cruscotto Racing che implementa alcune funzionalità in più: visualizzazione del livello controllo trazione, tempi sul giro, attivazione limitatore pit lane e indicazione cambio marcia, oltre alla segnalazione di errori e all'indicazione dei giri motore mediante strumento analogico.

Il cruscotto riceve i pacchetti di informazioni dalla centralina motore attraverso una linea CAN a 500 kbit/s. I led di segnalazione cambio marcia e le informazioni sul display, che lavora con un refresh di immagine a 1 Hz, sono configurabili via software o palmare.



Figura 4.7 – Cruscotto Matrix Digitek (9).

4.6 Palmare

Il palmare è lo strumento di diagnosi necessario alla gestione del veicolo che permette di effettuare gli azzeramenti dei sensori acquisiti e dei parametri motore base (come potenziometro farfalle e demand).

Attraverso questo strumento è possibile impostare i dati dei rapporti cambio, la circonferenza di rotolamento ruote, la pressione atmosferica, i livelli e i settaggi delle strategie.

Inoltre è possibile visualizzare tutti i parametri in tempo reale, gli eventuali errori e allarmi.



Figura 4.8 – Palmare Aprilia Racing.

⇒ SETTINGS	⇒ PARAMETERS
<ul style="list-style-type: none">↵ GEAR TUNNING↵ GEAR RATIOS↵ GAS↵ RBW↵ SENSOR ⁵↵ TYRE	<ul style="list-style-type: none">↵ GEAR-FLASH↵ GEAR-SHIFT↵ BEACON↵ LAP-SHIFT↵ VIRTUAL BEACON ⁵↵ SESSION↵ WHEEL CIRCUM.
⇒ ENGINE	⇒ ERRORS
<ul style="list-style-type: none">↵ CURVE↵ IDLE RBW SP↵ LAMBDA START ⁵↵ AIR PRESS SET	<ul style="list-style-type: none">↵ Show possible errors
⇒ MONITOR	⇒ STRATEGY
<ul style="list-style-type: none">↵ Real time View	<ul style="list-style-type: none">↵ TCS↵ DISTANCE BASED ⁵↵ ENGINE BRAKING↵ POWER REDUCT.

Figura 4.9 – Menù visualizzazione palmare.

5. Strategie

5.1 Freno motore

Per sviluppare le strategie secondarie di gestione motore si utilizza un banco a rulli dinamico, cioè un banco che simula dinamicamente il carico stradale misurando la coppia alla ruota. Il banco è dotato di un sistema di ventilazione che simula l'aria fino a 250 km/h in base alla rotazione del rullo. Per controllare il veicolo dalla sala regia si utilizza un pc con i software dedicati e un sincroscopio che non è altro che una console elettronica che consente di impostare l'apertura farfalle, l'anticipo di ogni cilindro e la fase di iniezione totale, utilizzando dei potenziometri (figura 5.1).

Il sincroscopio ripete i segnali in centralina e questa li elabora combinandoli con i dati corretti dal software per il controllo automatico della carburazione.

Le fasi della mappatura della gestione del freno motore si procede in due fasi:

1. Inserita la marcia da studiare il banco a rulli trascina il veicolo fino al numero di giri voluto, quindi viene impostata l'apertura farfalle al valore di minimo e misurata la coppia frenante.
2. Una volta caratterizzata la curva di freno motore bisogna ripetere le prove aumentando l'apertura delle farfalle della bancata posteriore: in questo modo si riduce la coppia frenante.

Si ripete questo procedimento per ogni marcia definendo delle percentuali di riduzione del freno motore selezionabili in pista a piacere del pilota.

È necessario effettuare questa taratura al banco a rulli per misurare la coppia frenante direttamente alla ruota, includendo direttamente le perdite dovute alla trasmissione.



Figura 5.1 – Sincroscopio.

5.2 Strategia Anti-botta

L'anti-botta prevede una gestione motore che varia l'anticipo per avere un comando gas più immediato e uniforme, evitando gli strappi che avverte il pilota quando accelera in uscita di curva, fenomeno dovuto ai giochi meccanici del sistema di trasmissione.

In base al regime di rotazione, quando si passa da farfalla chiusa a piccoli gradi di apertura, il software riduce l'anticipo di mappa base limitando la potenza del motore fino a quando non termina il recupero dei giochi.

In figura 5.2 è riportato un estratto di acquisizione che evidenzia il problema.

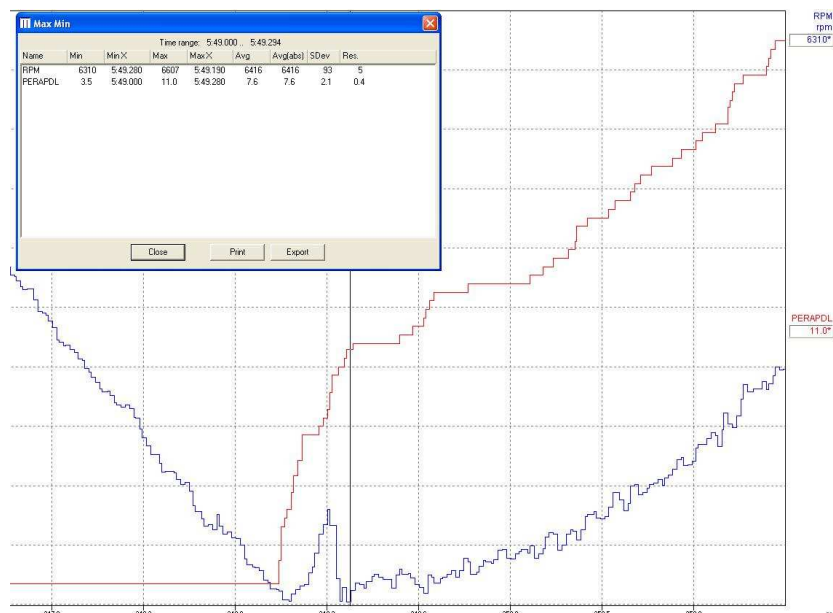


Figura 5.2 – Acquisizione dati: in rosso la percentuale di acceleratore, in blu i giri motore; la tabella indica i valori di massimo, minimo, media e deviazione dei valori nell'intervallo selezionato.

5.3 Limitatore velocità

Il limitatore di velocità per corsia box è basato sulla velocità della ruota anteriore: agendo su anticipo e apertura farfalle si controlla la potenza in modo da mantenere la velocità entro il limite impostato.

Una volta attivato il limitatore velocità per corsia box dalla pulsantiera sinistra, il pilota può mantenere il gas aperto senza dovere controllare la velocità.



Figura 5.3 – Pulsantiera semimanubrio sinistro.

5.4 TCS- Traction Control System

Il controllo di trazione è ormai fondamentale per gestire la potenza erogata da questo tipo di veicolo.

Aprilia ha quindi sviluppato una strategia basata sullo “slip”, ovvero sulla differenza in percentuale tra la velocità di rotazione tra ruota anteriore e posteriore, e sull’angolo di rollio.

Al pilota è data la possibilità di selezionare dalla pulsantiera uno degli otto livelli di intervento, selezionabili tramite la pulsantiera sinistra (Figura 5.3), che riducono la potenza in base allo slip massimo concesso e all’angolo di piega.

A moto dritta lo slip permesso è molto alto poiché, per avere trazione a terra, è sempre necessario un minimo slittamento; invece per i grandi angoli di piega la perdita di aderenza avviene per slip molto bassi.

Il sistema reagisce chiudendo le farfalle e riducendo l'anticipo fino ad ottenere la riduzione di coppia desiderata; per perdite di aderenza repentine, il taglio di potenza inizia con la riduzione di anticipo per poi continuare con la gestione della potenza attraverso farfalle.

Un sistema di questo tipo, possibile solo grazie all'acceleratore elettronico, è più efficace di un controllo che interviene solo con riduzione di anticipo a taglio di accensioni poiché scompone molto meno il veicolo.

5.5 Base spazio

Al passaggio sulla linea di partenza, il ricevitore traguardo segnala all' ECU il passaggio sul traguardo, quindi inizia a misurare lo spazio percorso attraverso la ruota anteriore.

La strategia base spazio permette di suddividere la pista in settori nei quali è possibile impostare una riduzione di potenza, consentendo al pilota di gestire più facilmente il veicolo nei punti critici del tracciato.

6. Software Tools

Aprilia Racing ha sviluppato tre software per la gestione e supporto in pista del veicolo: ABM, ARES ed Analisi.

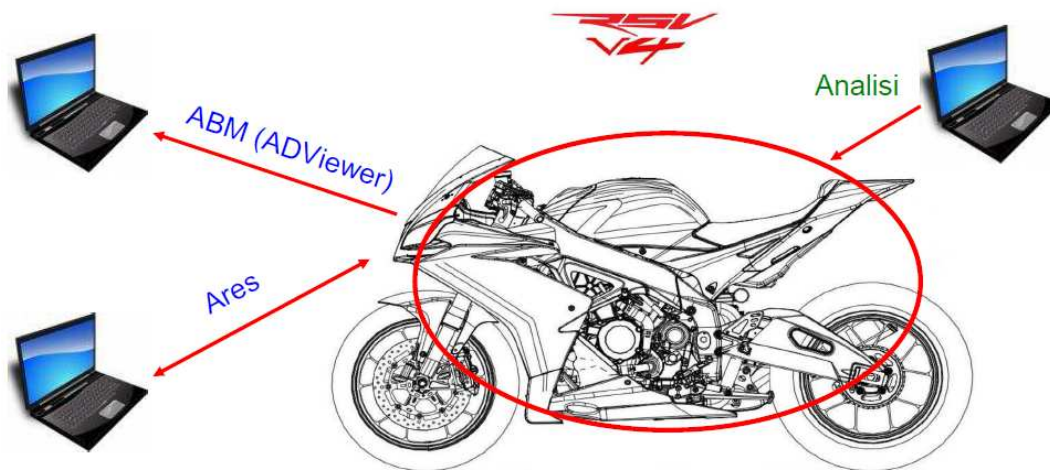


Figura 6.1 – Software gestione veicolo.

6.1 ABM

Aprilia Bike Manager è il software che permette di gestire il sistema di acquisizione e visualizza la telemetria.

Attraverso questo programma è possibile creare la tabella dei parametri di acquisizione, la frequenza di campionamento, le linearizzazioni dei sensori e i livelli di allarme.

Una volta scaricati i dati nel pc via USB o ethernet si procede all'analisi della telemetria. AD-Viewer è il visualizzatore di ABM che offre la possibilità di organizzare i segnali in gruppi, creare canali matematici, grafici a due e tre dimensioni e di visualizzare il riferimento al punto della pista utilizzando mappe memorizzate quando non si dispone del segnale di posizione gps.

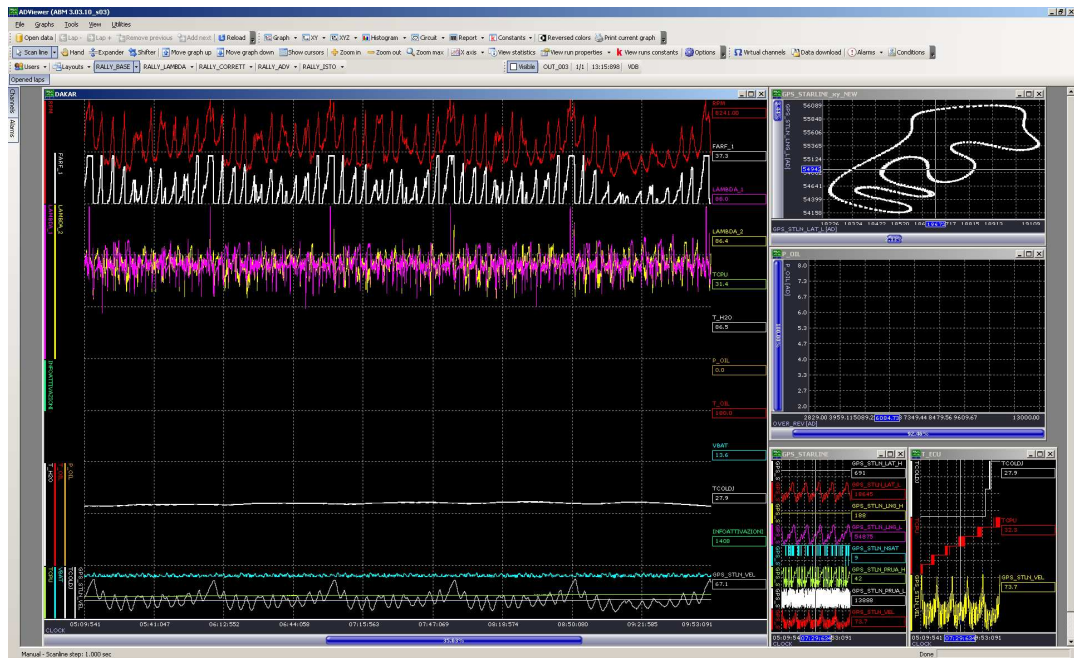


Figura 6.2 – Schermata software ABM.

6.2 ARES

Aprilia Racing Engine System è il software di gestione delle strategie motore e veicolo già descritte. Attraverso il pc è quindi possibile calibrare controllo di trazione, freno motore, base spazio e mappe motore in relazione ai risultati dell'analisi telemetrica.

Molte altre impostazioni sono configurabili comunque nel palmare, che agevola molto il lavoro in pista perché consente di non utilizzare obbligatoriamente il pc.

Questo software è comunque essenziale per la calibrazione delle mappe motore qual'ora si ritenga necessario modificare carburazione e anticipo per condizioni ambientali diverse, o configurazioni motore non standard.

6.3 Analisi

Analisi è un programma che descrive matematicamente tutte le grandezze in gioco nel veicolo, permettendo una messa a punto ottimale.

In particolare l'analisi viene effettuata sui rapporti del cambio, sulla geometria dell'avantreno e sul biellismo della sospensione posteriore.

La rapportatura del cambio determina la velocità massima raggiungibile in rettilineo e le caratteristiche di erogazione del motore in uscita di curva.

Per un veicolo come Aprilia RSV4, oltre al rapporto finale, è possibile sostituire agevolmente gli ingranaggi delle singole marce poiché dotato di cambio estraibile.

Lo studio matematico della geometria del veicolo aiuta molto la messa a punto del setup poiché in questa moto è possibile variare l'altezza del motore, la posizione del perno forcellone e l'angolo di sterzo attraverso delle bocche del telaio. Queste caratteristiche, unite alle normali modifiche sulle sospensioni, consentono di variare avancorsa e angolo di tiro catena.

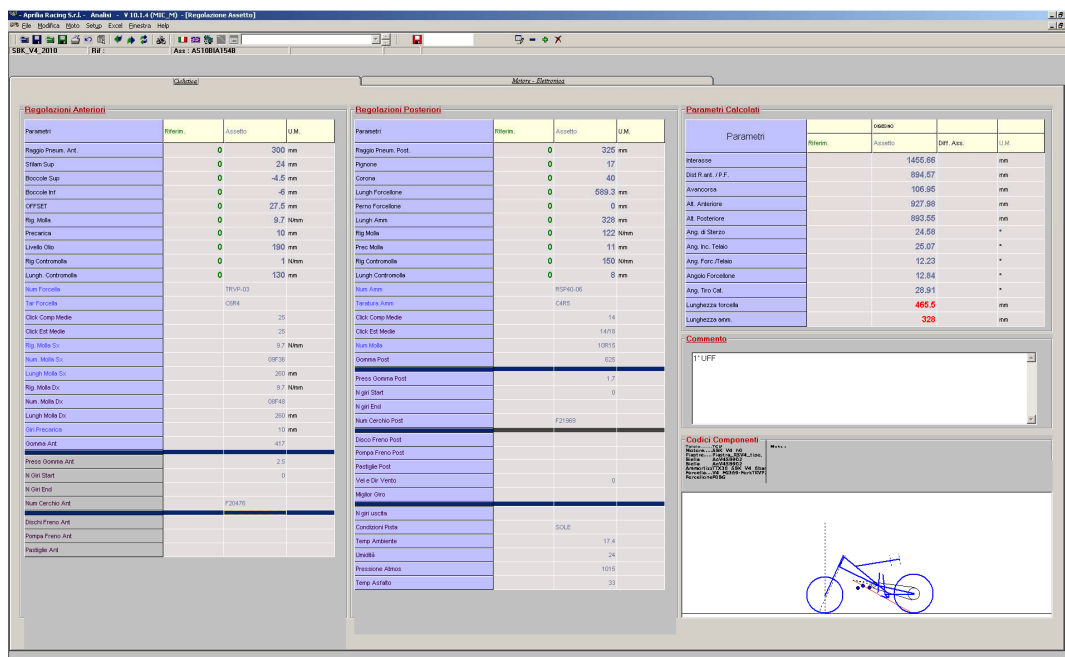


Figura 6.3 – Schermata software Analisi.

7. Conclusioni

Il progetto descritto illustra il lavoro eseguito dal reparto corse per la realizzazione del kit superstock per Aprilia RSV4.

Il tirocinio svolto in azienda è iniziato con un periodo di affiancamento ai tecnici del reparto. Una volta acquisite le conoscenze necessarie si è potuto collaborare attivamente alla realizzazione del kit descritto, prima realizzando e testando i prototipi dei cablaggi standard e acquisizione, poi allestendo la strumentazione necessaria alle attività svolte ai banchi prova.

Per realizzare i cablaggi si è proceduto nel seguente modo:

- Realizzazione schemi elettrici
- Valutazione dimensionale di lunghezze e ingombri
- Realizzazione di un manichino campione per verifica lunghezze e dimensioni
- Realizzazione prototipo
- Disegno schema uni-filare come supporto al produttore dei cablaggi

Una delle problematiche da affrontare è stata la scelta dei materiali con caratteristiche termiche ed elettriche adeguate che allo stesso tempo contenessero i costi. Inoltre è stato svolto lo studio di un layout di cablaggio tale da permettere una facile installazione dell'impianto preservandolo dai danni provocati da eventuali cadute, valutando i vari passaggi lungo il telaio e il motore.

Una volta definito l'impianto elettrico il passo successivo è stato l'analisi della componentistica elettronica (sensori ed attuatori) di serie e accessoria; questa attività ha richiesto l'utilizzo di strumentazione come generatori di funzione ed oscilloscopi con ingressi differenziali.

Ultimato l'allestimento dei banchi prova è iniziato un periodo di affiancamento e cooperazione con tecnici che effettuavano le calibrazioni delle mappe motore e delle strategie descritte.


Particolare attenzione è stata dedicata alla strategia di avviamento descritta in precedenza; le difficoltà del caso specifico hanno reso obbligatorio lo studio del sistema già applicata da Magneti Marelli nella centralina iniezione di serie.

Per poter affrontare questi nuovi argomenti si sono dovute approfondire le conoscenze sulle dinamiche dei motocicli e del motore (10).

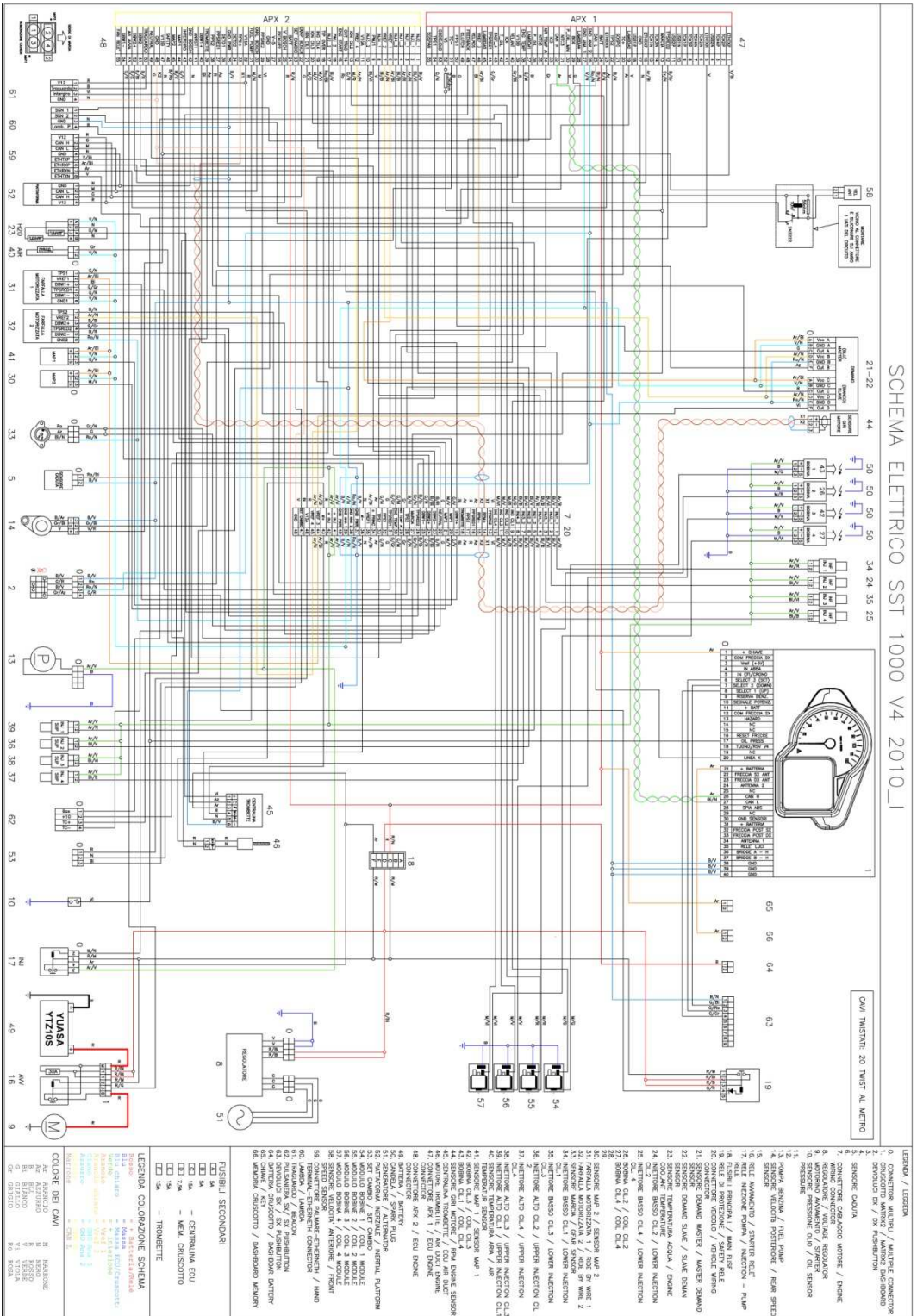
A conclusione del periodo lavorativo è stato possibile collaborare all'assistenza tecnica per il team che ha portato avanti lo sviluppo in pista partecipando al Campionato Mondiale Superstock.

8. Allegati

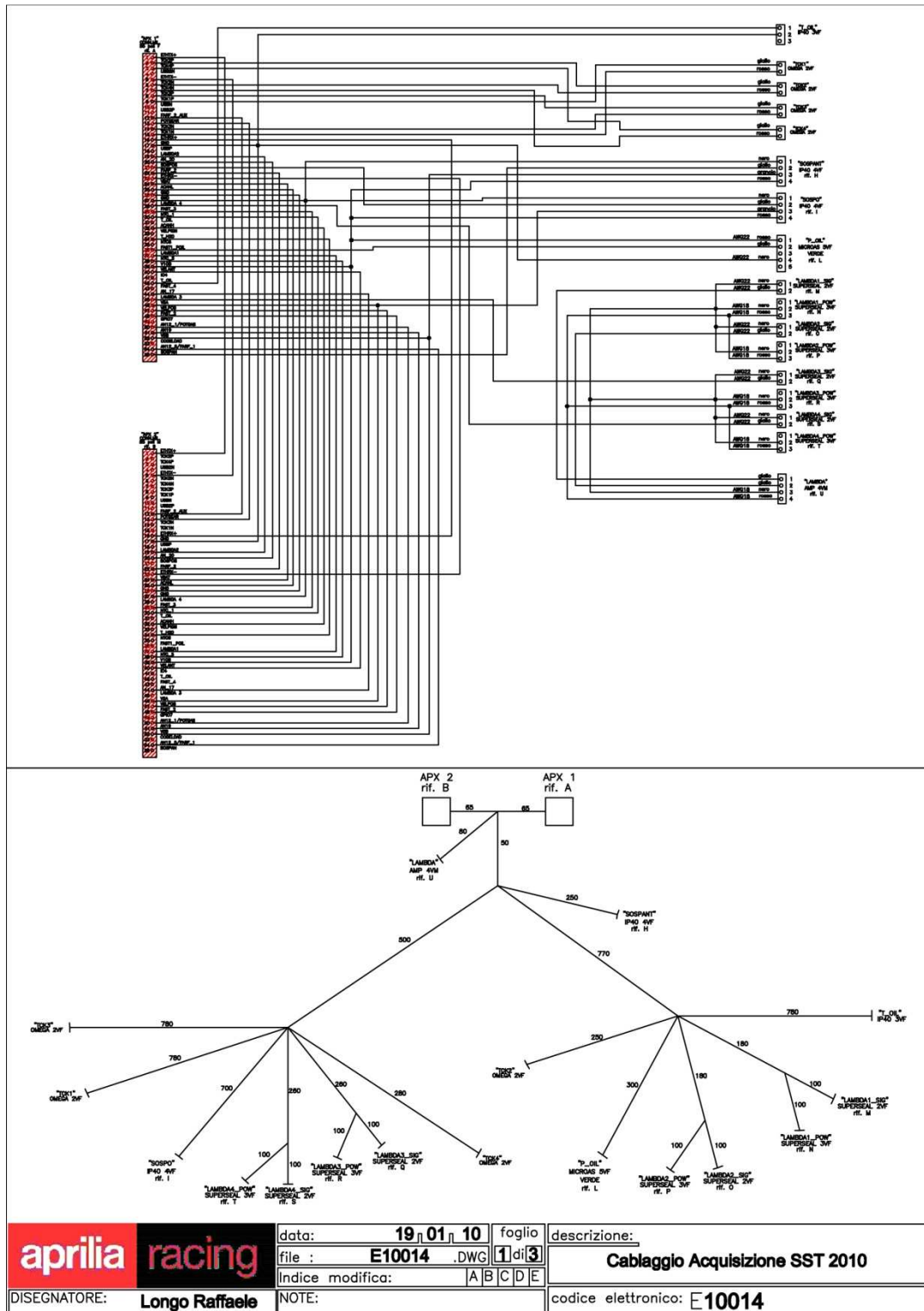
8.1 Piedinatura APX2.

APX PINOUT							
APX rel	Doc. ver.	Application		Application		Note:	
1.1.4	1.0	General		General			
pin	connector	Name	Description	pin	connector	Name	Description
1	Y	INJ2	Low Side comand	1	R	DIFF2P	ADC DIFF.
2	Y	INJ3	Low Side comand	2	R	TCK2P	ADC DIFF.
3	Y	INJ1	Low Side comand	3	R	TCK4P	ADC DIFF.
4	Y	INJ5	Low Side comand	4	R	USB2N	USB line 2
5	Y	INJ8	Low Side comand	5	R	DIFF2N	ADC DIFF.
6	Y	V5D	5V (stabilized)	6	R	TCK2N	ADC DIFF.
7	Y	V5C	5V (stabilized)	7	R	TCK4N	ADC DIFF.
8	Y	INJ4	Low Side comand	8	R	TCK3P	ADC DIFF.
9	Y	PWJ1	Hi Side comand	9	R	TCK1P	ADC DIFF.
10	Y	INJ7	Low Side comand	10	R	USB1N	USB line 1
11	Y	V10A	10V (stabilized)	11	R	USB2P	USB line 2
12	Y	V5E	5V (stabilized)	12	R	AN18	ADC 10 bit
13	Y	TRIG2	Digital Output Open Emitter	13	R	AN12_2	ADC 12 bit
14	Y	GPIO1	Digital Input/Output	14	R	TCK3N	ADC DIFF.
15	Y	GPIO2	Digital Input/Output	15	R	TCK1N	ADC DIFF.
16	Y	PWJ2	Hi Side comand	16	R	DIFF1P	ADC DIFF.
17	Y	INJ6	Low Side comand	17	R	GND	GROUND
18	Y	GPIO4	Digital Input/Output	18	R	USB1P	USB line 1
19	Y	TRIG4	Digital Output Open Emitter	19	R	AN14	ADC 10 bit
20	Y	TRIG3	Digital Output Open Emitter	20	R	AN20	ADC 10 bit
21	Y	TRIG1	Digital Output Open Emitter	21	R	AN12_4	ADC 12 bit
22	Y	MCANH	CANH user	22	R	AN12_6	ADC 12 bit
23	Y	GPIO3	Digital Input/Output	23	R	DIFF1N	ADC DIFF.
24	Y	VBAT	Power supply	24	R	VBAT	Power supply
25	Y	V12_1A	Vout 12 V, 1A Fuse	25	R	ACANL	CANL acquisition
26	Y	PICKUP2	IC input (Inductive sensor)	26	R	GND	GROUND
27	Y	V-5	-5V (stabilized)	27	R	GND	GROUND
28	Y	GND	GROUND	28	R	AN16	ADC 10 bit
29	Y	AN4	ADC 10 bit	29	R	FAST_3	ADC 12 bit
30	Y	MCANL	CANL user	30	R	NTC1	ADC 10 bit
31	Y	PWOUT1	Power output (5A shared with VALV1P, VALV1N)	31	R	NTC3	ADC 10 bit
32	Y	V12A	Vout 12 V, 100mA Fuse	32	R	ACANH	CANH acquisition
33	Y	PICKUP	IC input (Inductive sensor)	33	R	IC3	IC (TTL sensor type)
34	Y	DETO2	knock sensor	34	R	NTC4	ADC 10 bit
35	Y	GND	GROUND	35	R	NTC6*	ADC 10 bit - No Pull-up. No pull-down.
36	Y	DETO1	knock sensor	36	R	FAST_1	ADC 12 bit
37	Y	AN2	ADC 10 bit	37	R	AN13	ADC 10 bit
38	Y	AN1	ADC 10 bit	38	R	NTC5*	ADC 10 bit - No Pull-up. No pull-down.
39	Y	VALV3P	Power Push-Pull Output	39	R	V10B	10V (stabilized)
40	Y	VALV1P	Power Push-Pull Output	40	R	IC1	IC (TTL sensor type)
41	Y	ANRST1		41	R	IC4	IC (TTL sensor type)
42	Y	GND	GROUND	42	R	NTC2	ADC 10 bit
43	Y	GPIO9	Digital Input/Output	43	R	FAST_4	ADC 12 bit
44	Y	AN5	ADC 10 bit	44	R	AN17	ADC 10 bit
45	Y	AN3	ADC 10 bit	45	R	AN15	ADC 10 bit
46	Y	PWOUT3	Power output (5A shared with VALV3P, VALV3N)	46	R	V5A	5V reference
47	Y	V12B	Vout 12 V, 100mA Fuse	47	R	IC2	IC (TTL sensor type)
48	Y	GND	GROUND	48	R	FAST_2	ADC 12 bit
49	Y	AN6	ADC 10 bit	49	R	GPIO7	Digital Input/Output
50	Y	GPIO10	Digital Input/Output	50	R	AN12_1	ADC 12 bit
51	Y	VALV2N	Power Push-Pull Output	51	R	AN19	ADC 10 bit
52	Y	VALV2P	Power Push-Pull Output	52	R	V5B	5V (stabilized)
53	Y	PWOUT2	Power output (5A shared with VALV2P, VALV2N)	53	R	GPIO8	Digital Input/Output
54	Y	VALV1N	Power Push-Pull Output	54	R	AN12_5	ADC 12 bit
55	Y	VALV3N	Power Push-Pull Output	55	R	AN12_3	ADC 12 bit

SCHEMA ELETTRICO SST 1000 V4 2010_1



8.3 Schema elettrico cablaggio acquisizione.



aprilia racing

data: **19 01 10** foglio
 file : **E10014** .DWG **1** di **3**
 indice modifica: **A** **B** **C** **D** **E**

descrizione:
Cablaggio Acquisizione SST 2010
 codice elettronico: **E10014**

DISEGNATORE: **Longo Raffaele**

NOTE:

Bibliografia

1. <http://www.it.aprilia.it/it-IT/Pages/Company/History.aspx>.
2. www.fim-live.com.
3. <http://www.magnetimarelli.com/index.htm>.
4. <http://www.ngk.de/it/home/>.
5. <http://www.globaldenso.com/en/>.
6. <http://www.api-com.it/it/>.
7. <http://www.iso.org/iso/>.
8. <http://www.getdata.it/index.php?lang=ita>.
9. <http://www.mta.it/on-multi/Home.html>.
10. **Cocco, Gaetano.** *Effetto Moto - Dinamica e tecnica della motocicletta*. s.l. : Giorgio Nada Editore, 2008.

Le immagini fanno parte della raccolta fotografica Aprilia Racing, rielaborate dall'autore.