Inizio 14.15

Ing. Mattia Strangi e-mail:mattia.strangi@gmail.com

Progettazione di sistemi di trasporto

La traiettoria e la telemetria

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Ing. Mattia Strangi

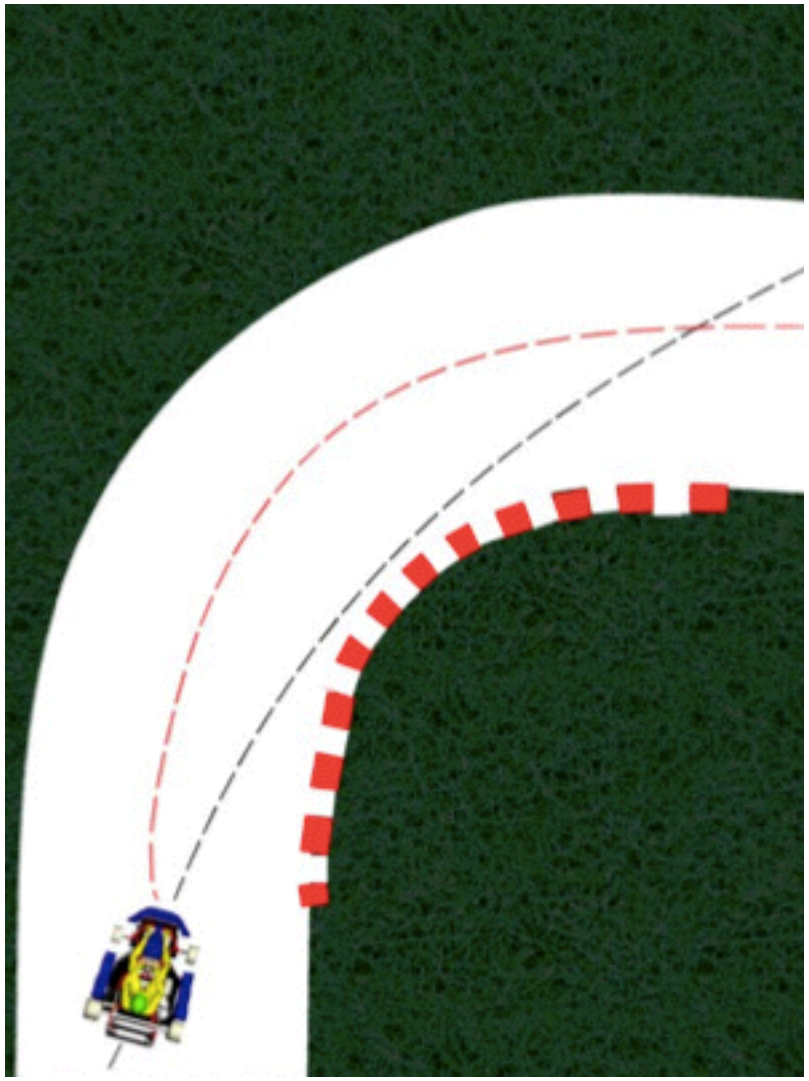
Università degli Studi di Bologna
Dipartimento DICAM – www.dicam.unibo.it
e-mail: mattia.strangi@gmail.com; mattia.strangi@unibo.it
Tel. 393-2111984, sito web: www.studiotecnicostrangi.it
Ricevimento mercoledì mattina ore 10:00 - 12:30 previo appuntamento.

La traiettoria

Una curva ben impostata è essenziale per essere veloci, visto che tutti i piloti sanno esserlo sul rettilineo semplicemente dando gas. Esistono diversi tipi di curve, saperle riconoscere è fondamentale.

Se vogliamo essere veloci in pista, dobbiamo cercare di avere una traiettoria (percorso di un corpo in movimento) **con il maggior raggio di curvatura possibile**, questo perchè impegneremo le gomme in misura minore e potremo quindi percorrere la curva con una maggior velocità .

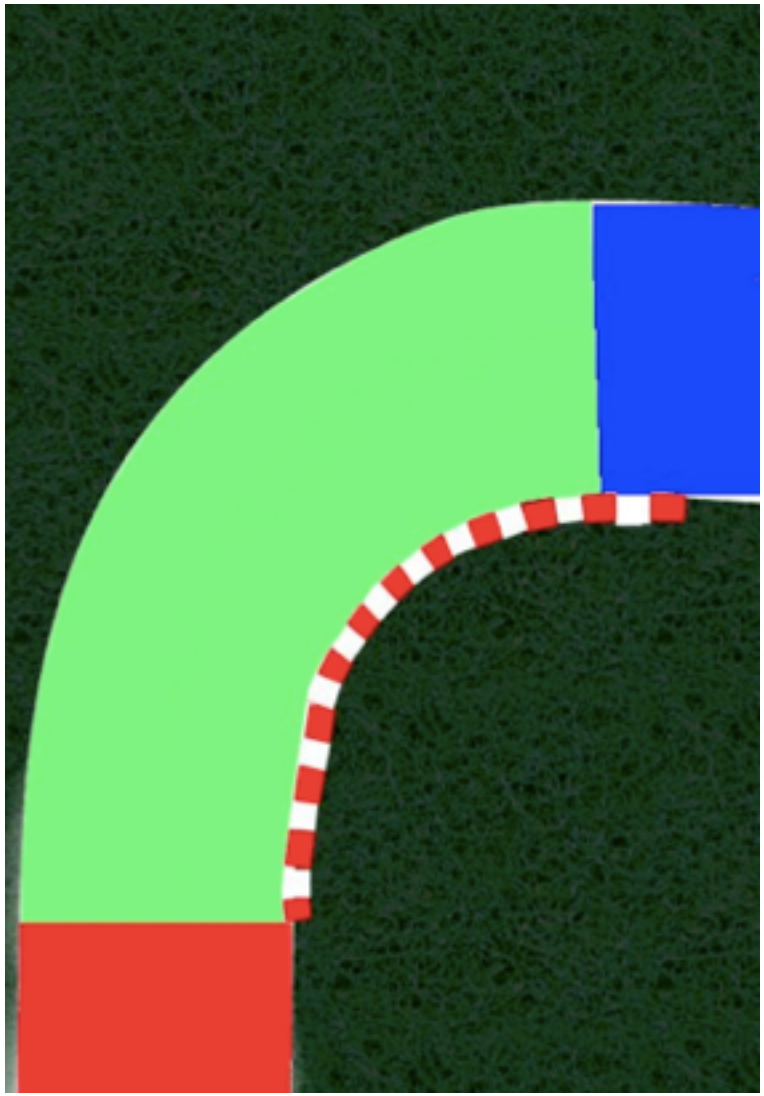
Nella figura, possiamo vedere in rosso la traiettoria che segue direttamente la curva con lo stesso raggio di curvatura, mentre in nero, la traiettoria che il nostro veicolo dovrà seguire per essere più veloce.



La traiettoria

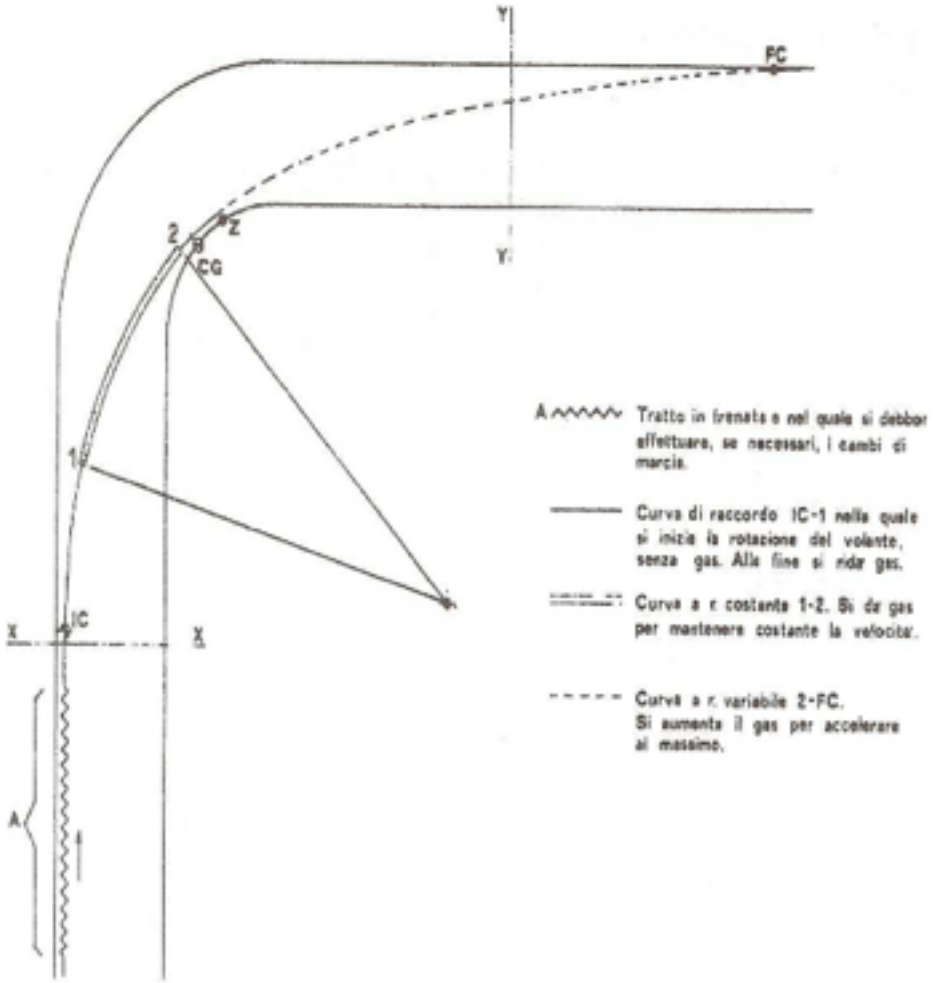
Sebbene affrontare la curva possa apparire come un'unica manovra da eseguire, in realtà dovremo suddividerla in tre differenti fasi che chiameremo ***staccata***, visibile nella foto in colore rosso, ***percorrenza***, con il colore verde ed ***uscita***, con il colore blu.

Per imparare bene quali sono i criteri di scelta, dobbiamo imparare a riconoscere che tipo di curva abbiamo davanti. Esistono curve lente e curve veloci.



La traiettoria

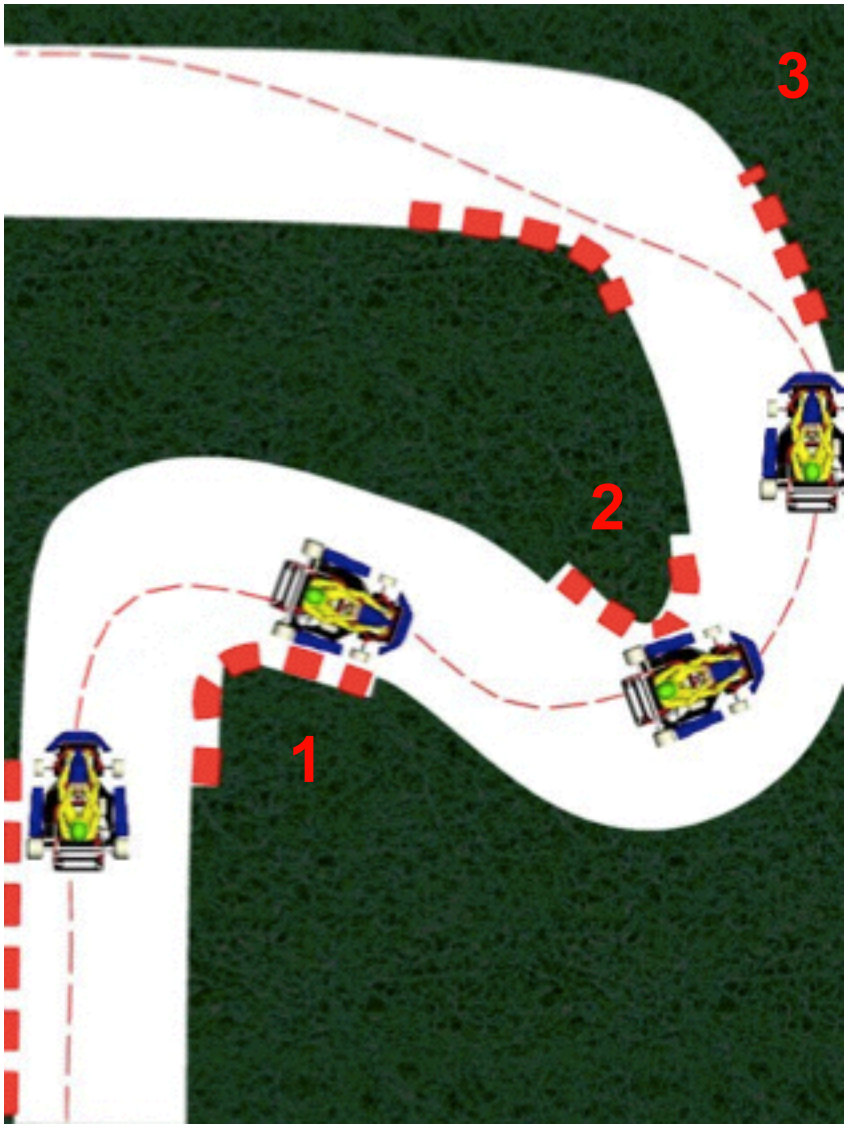
Esempio di traiettoria per curva a 90°



Ing. Mattia Strangi e-mail:mattia.strangi@gmail.com

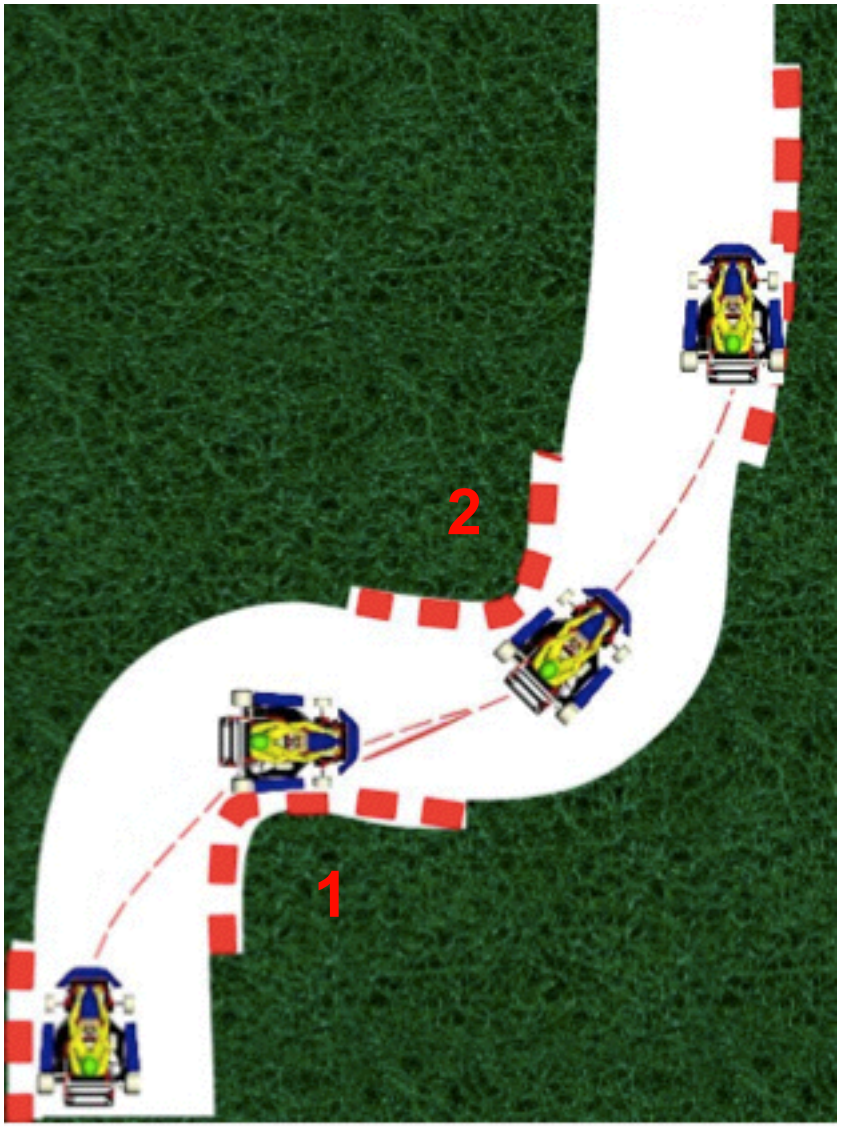
La traiettoria

Il pilota proveniente da un lungo e veloce rettilineo, **ritarderà la staccata,** rimanendo con il gas aperto per il tempo più lungo possibile. L'accelerazione che segue la staccata è trascurabile, questo perché si sta percorrendo un breve tratto lento.
Sarà di fondamentale importanza mantenere la corretta traiettoria nel percorrere la curva 2 in modo da poter 'raddrizzare' la curva 3 dunque anticipare l'accelerazione per il tratto veloce che ne segue.



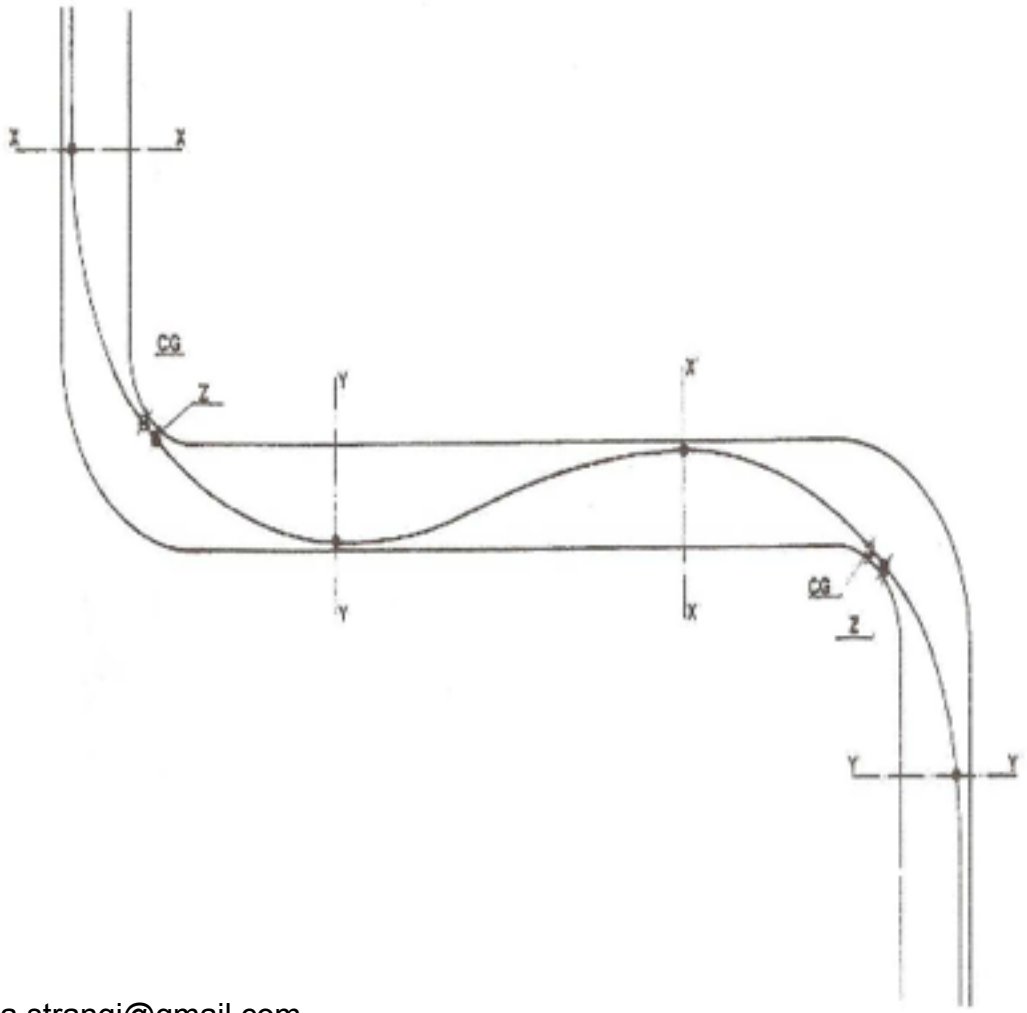
La traiettoria

Vediamo allora la situazione opposta. Il pilota, arrivando da un rettilineo corto, si immette in una curva che precede un rettilineo lungo e veloce.
In questo caso, bisognerà **sacrificare la staccata della prima curva** della variante, per poter accelerare durante la percorrenza ed uscire forte dalla seconda curva.



La traiettoria

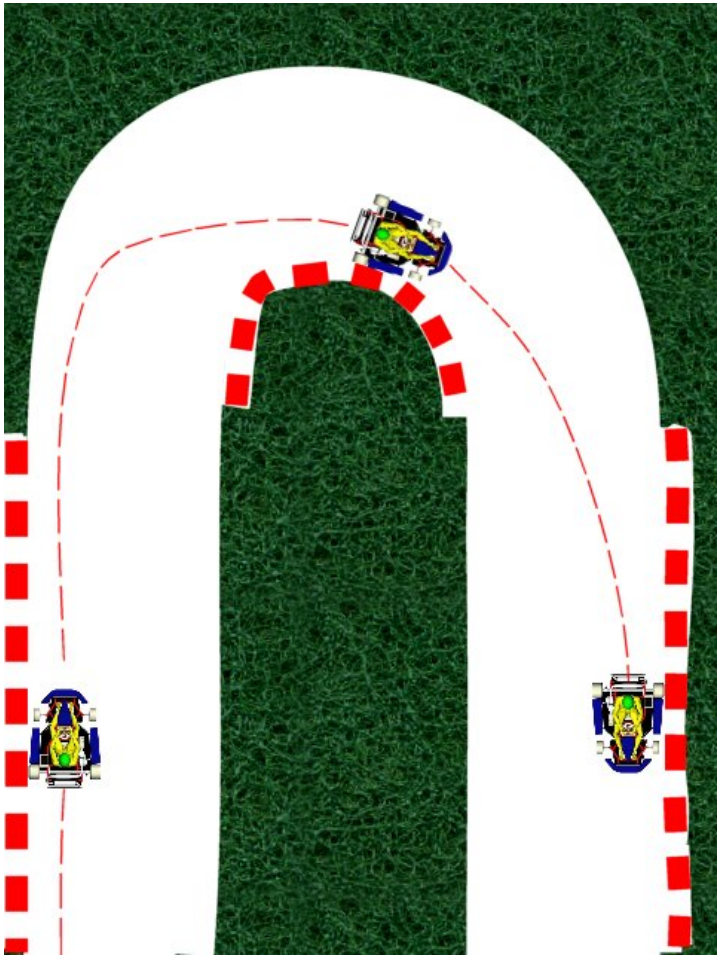
Esempio di traiettoria per ESSE lunga



Ing. Mattia Strangi e-mail:mattia.strangi@gmail.com

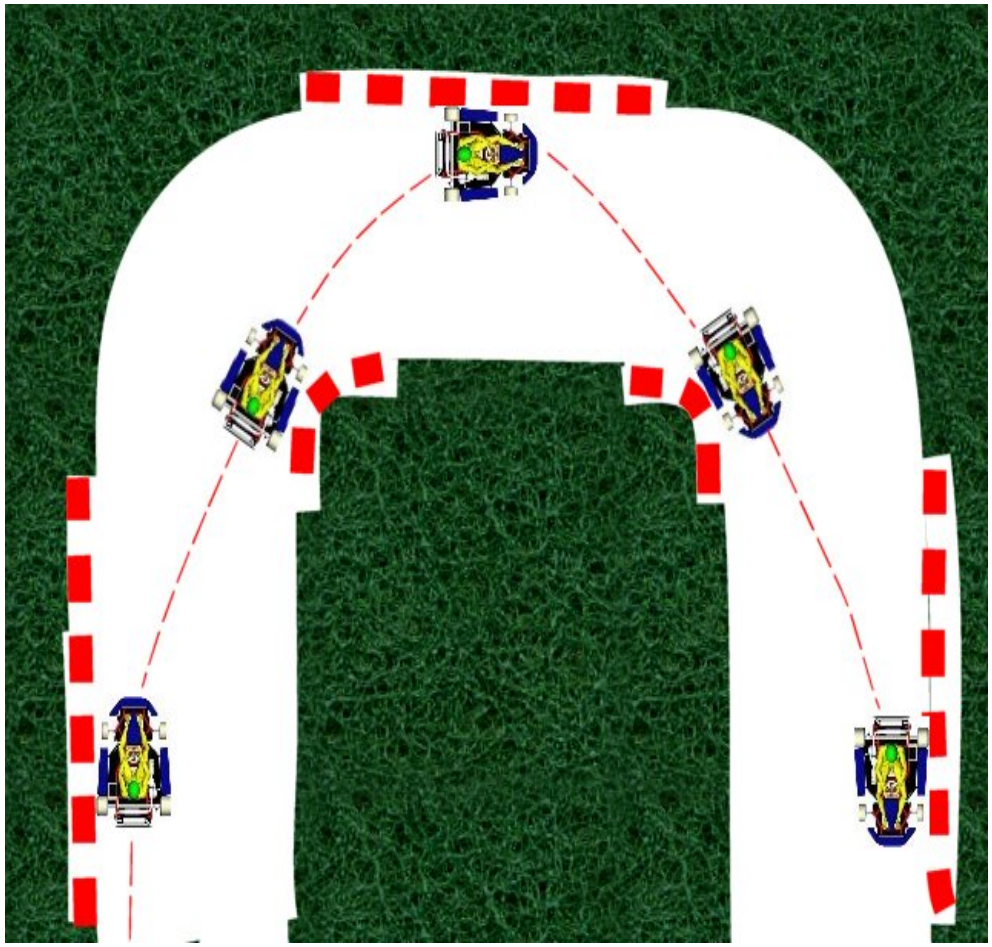
La traiettoria

In questo esempio, arriviamo da un breve rettilineo ed abbiamo una curva a destra abbastanza stretta **che precede un rettilineo lungo e veloce**.
Effettueremo una staccata molto lunga per conservare una buona velocità e ritarderemo molto il punto di corda.
Ottimizzando la traiettoria in uscita avremo modo di aprire il gas molto velocemente.



La traiettoria

Per massimizzare la velocità si cerca di affrontare le **curve intervallate da un brevissimo rettilineo**, come se si trattasse di un'unica curva. Andremo a **percorrere un'unica traiettoria**, in entrata percorrenza ed uscita, con un solo movimento del volante. In questi casi è importante impostare bene la traiettoria dall'inizio, evitando durante la percorrenza inutili spostamenti del volante che impedirebbero alla vettura di poter scorrere in velocità.



Traiettorie in caso di pista bagnata

In caso di pista bagnata è di fondamentale importanza guidare in maniera **pulita senza dare colpi improvvisi né sul freno né sull'acceleratore**, evitando di passare sopra cordoli o linee bianche che si presentano assai scivolose.
In tali situazioni si accentua tanto il **sottosterzo** (perdita di aderenza sull'asse anteriore) soprattutto **in entrata e percorrenza di curva**, quanto il **sovrasterzo** (perdita di aderenza al posteriore) **in uscita** di curva (principalmente collegato all'apertura dell'acceleratore).
La frenata risulterà la situazione a cui prestare maggior attenzione, infatti dovrà essere effettuata con una modulazione al contrario di quella che si effettua con l'asciutto, ovvero **poco intensa all'inizio, aumentando pian piano la pressione sul pedale freno** senza arrivare mai al bloccaggio delle ruote. Normalmente in queste situazioni la ripartizione di frenata viene spostata leggermente sull'asse posteriore.

Velocità critica di percorrenza di una curva

Una vettura che si muove con velocità **V** lungo una traiettoria circolare di raggio **R**, è soggetta ad una forza radiale detta forza centrifuga che deve essere contrastata dalla forza di contatto pneumatico - suolo.

$$F_c = \frac{m\,v^2}{R}$$

Se la velocità del veicolo aumenta oltre ad un certo limite, aumenta la forza centrifuga e superata l'aderenza disponibile, si verifica la perdita della traiettoria, dunque sottosterzo e/o testacoda.
Considerando la velocità del veicolo e il raggio di curvatura costante lungo una traiettoria è possibile determinare la velocità critica di percorrenza:

$$V_{cr} = \sqrt{gfR}$$

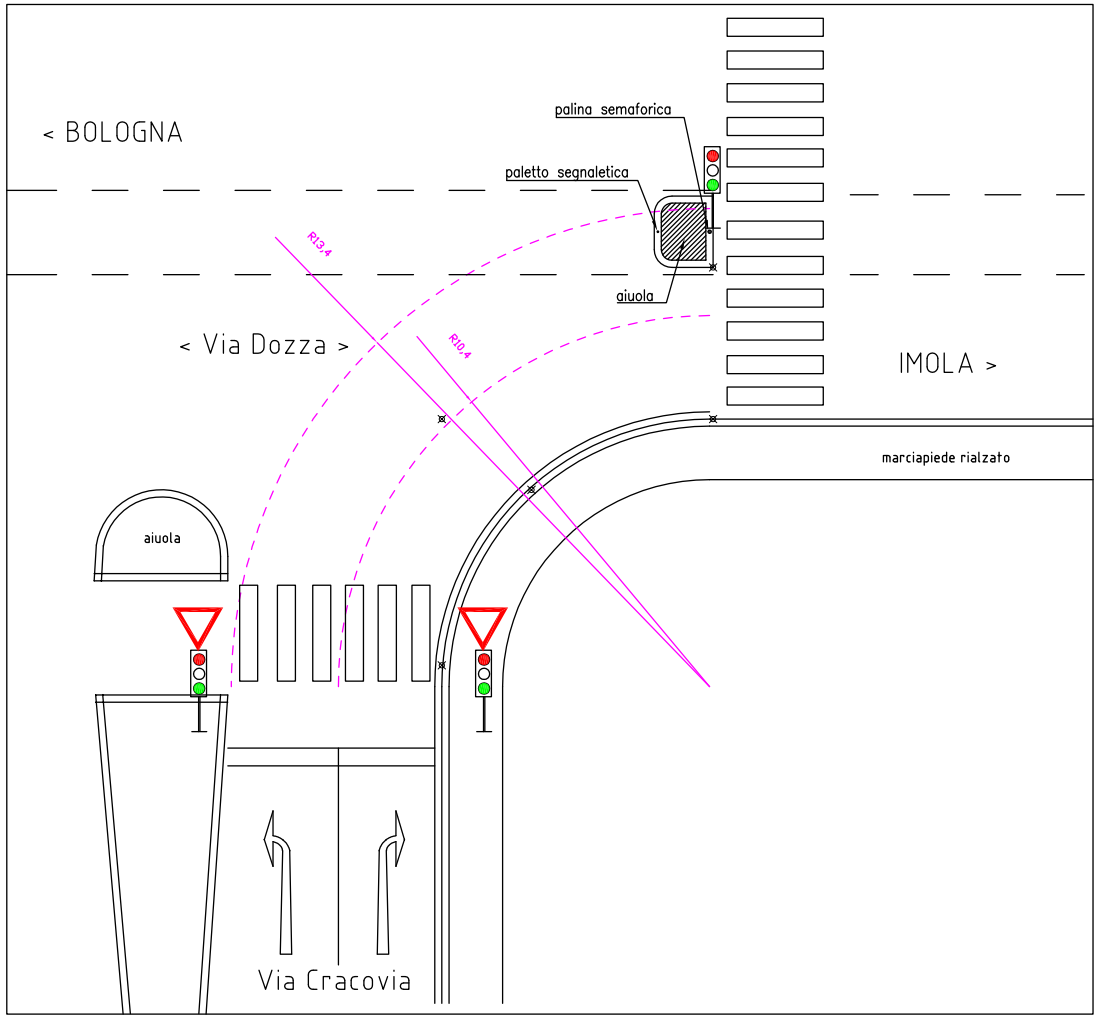
Si intende con R il raggio di curvatura percorso dalla ruota anteriore esterna della vettura.
In caso di asfalto asciutto ed autovetture stradali è possibile adoperare i seguenti coefficienti di aderenza longitudinale.

Tipologia di vettura	Coefficiente di aderenza longitudinale [g]
UTILITARIA	0,65 ÷ 0,85
MEDIA	0,79 ÷ 0,89
SPORTIVA	0,79 ÷ 0,88

Tabella 1: Risultati prove sperimentali.

Esercizio velocità critica di percorrenza di una curva

Determinare la velocità critica di percorrenza della curva destrorsa rappresentata in figura



Ing. Mattia Strangi e-mail:mattia.strangi@gmail.com

La traiettoria ideale

Il trasferimento di carico

Durante la fase di STACCATA ed inserimento, la nostra vettura, comincia ad avvertire il fenomeno del trasferimento di carico. Il trasferimento di carico avviene nel momento in cui il veicolo subisce una qualsiasi accelerazione longitudinale (in frenata) o trasversale (in curva).

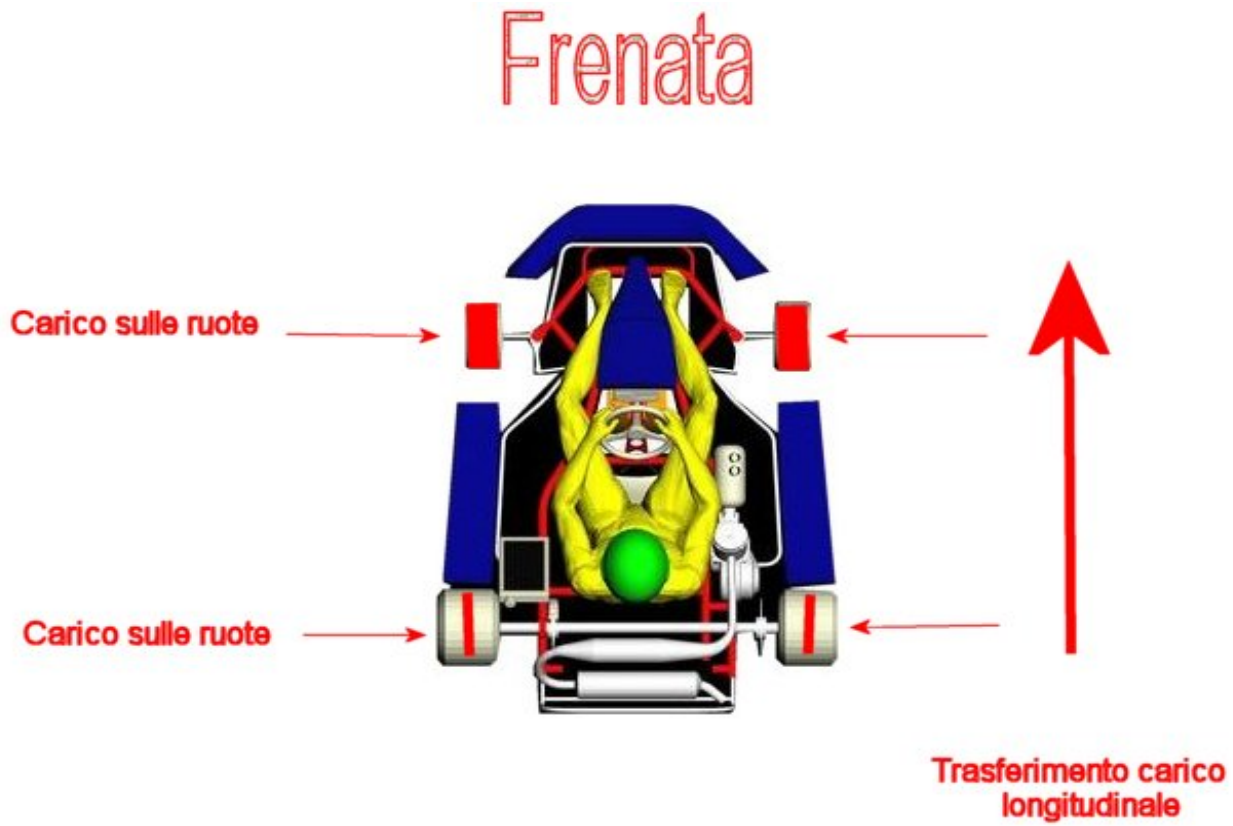
Ing. Mattia Strangi e-mail:mattia.strangi@gmail.com

Il trasferimento di carico

Vediamo nella figura, come in moto rettilineo, il carico sulle ruote rappresentato dal colore rosso, sia distribuito in maniera omogenea

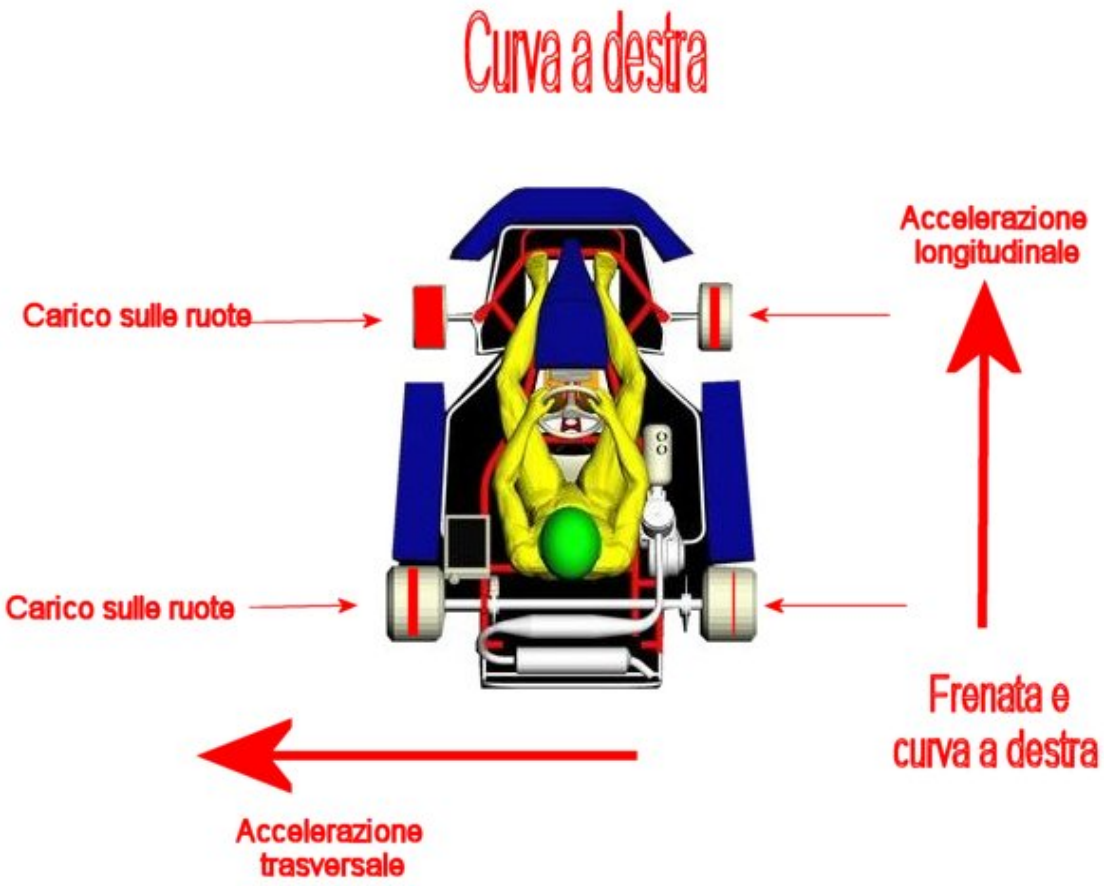
Il trasferimento di carico

In fase di frenata a ruote dritte, possiamo vedere il trasferimento di carico che si sposta in prevalenza sulle ruote anteriori.



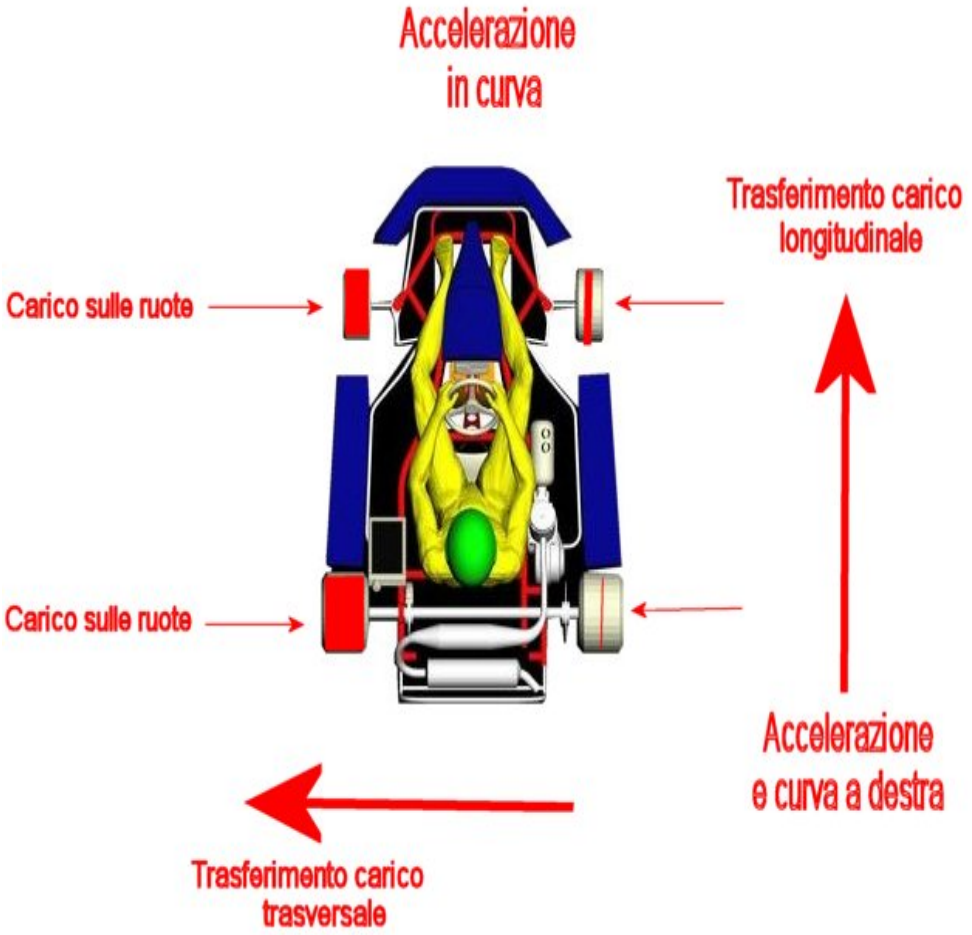
Il trasferimento di carico

Quando iniziamo ad inserirci in una curva destrorsa senza accelerare. Il carico rimane in prevalenza sulla ruota anteriore sinistra, mentre si scarica molto la ruota anteriore destra e le due ruote posteriori, soprattutto quella interna.



Il trasferimento di carico

La corretta esecuzione della curva, prevede **un'accelerazione immediata dopo la frenata.**
In questo modo, il trasferimento di carico viene bilanciato dall'accelerazione dopo che il veicolo ha ottenuto la giusta traiettoria. Infatti **quando apriamo il gas, il carico lentamente torna anche sul retrotreno** grazie all'accelerazione longitudinale.
La ruota anteriore è quella che sopporta più carico almeno nella fase iniziale.



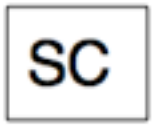
Giro di pista Melbourne

Ing. Mattia Strangi e-mail:mattia.strangi@gmail.com

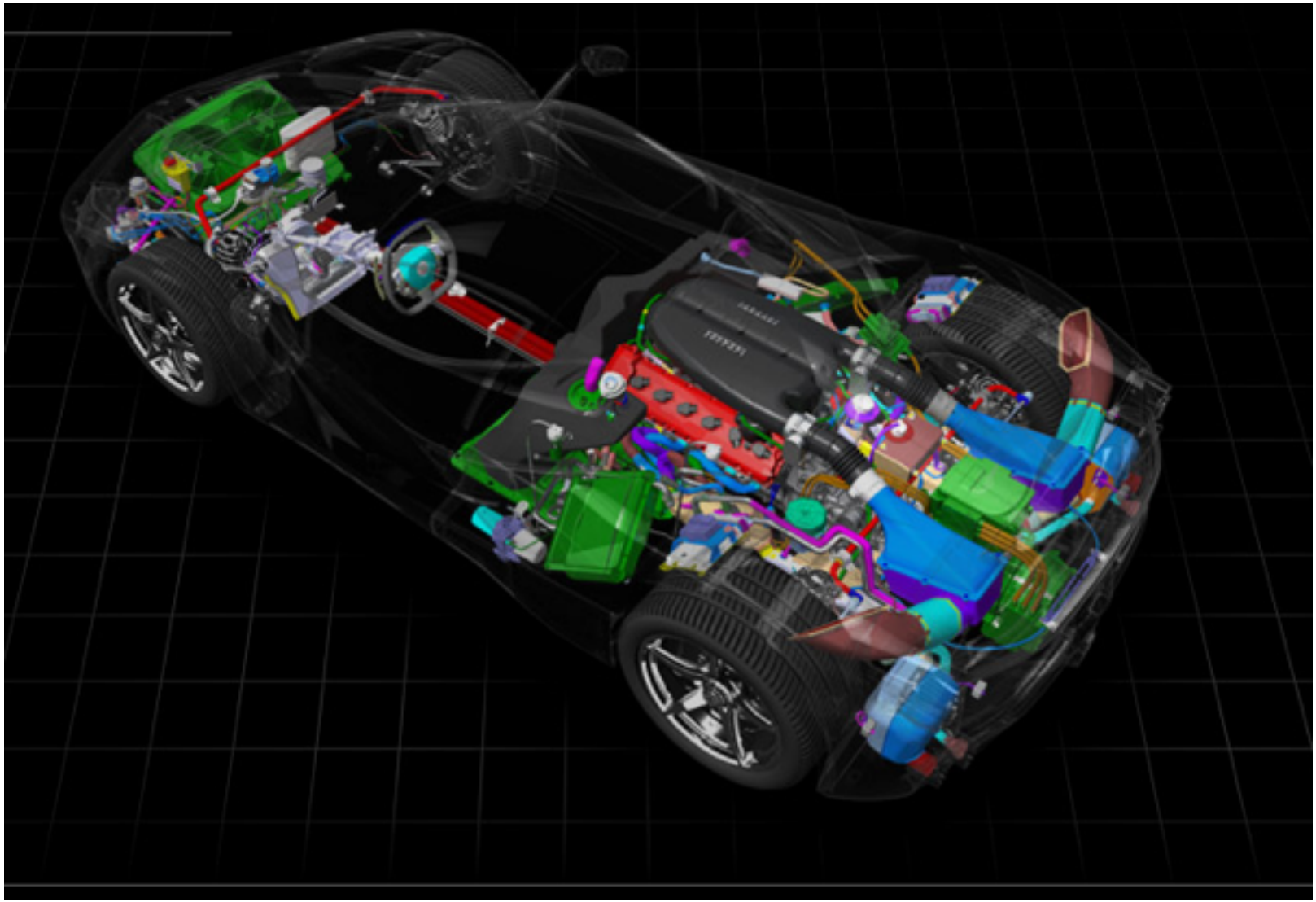
Bandiere di segnalazione

bandiera	chi la usa	Valore / modo di impiego	destinatari	significato
	D.G.	ordine --- agitata	collettiva	Bandiera Nazionale: dispone la partenza della gara; è ormai sostituita dai semafori collegati alle apparecchiature di cronometraggio.
	D.G.	ordine --- agitata	collettiva	Sancisce la fine della gara o delle prove. Attenzione! Nel caso in cui il D.G. commetta un errore nel conteggio dei giri e la adoperi con uno o più giri di anticipo o di ritardo la gara termina, comunque, con la sua esposizione.
	D.G.	ordine --- agitata	collettiva	Serve per arrestare la gara o le prove in caso di criticità. Tutti i piloti debbono smettere di gareggiare e portarsi lentamente verso la zona box. Nel caso in cui la criticità sia superata, la gara può anche riprendere ed in questo caso la classifica sarà redatta per somma dei tempi delle due manches. La Bandiera Rossa è consegnata in dotazione ad ogni postazione ma può essere esposta soltanto su **ESPLICITA AUTORIZZAZIONE del D.G.**
	D.G.	ordine --- fissa	individuale	Segnala ad un pilota che è escluso dalla gara: al successivo passaggio dovrà rientrare ai box. La sua esposizione è abbinata ad una tabella riportante il numero di gara della vettura a cui è destinata. ATTENZIONE: il suo impiego avviene su Decisione del Collegio dei CC.SS.
	D.G.	messaggio --- fissa	individuale	Indica ad un pilota che è stato segnalato per comportamento non sportivo; è il primo ed unico avvertimento che gli verrà inviato. Anche in questo caso è esposto insieme al numero di gara del destinatario
	D.G.	ordine --- fissa	individuale	Informa il pilota che la sua vettura ha dei problemi meccanici che potrebbero costituire un pericolo per se o per gli altri piloti e che dovrà fermarsi ai box al giro successivo. Se e quando i problemi meccanici saranno riparati, la vettura potrà riprendere la gara.

Bandiere di segnalazione

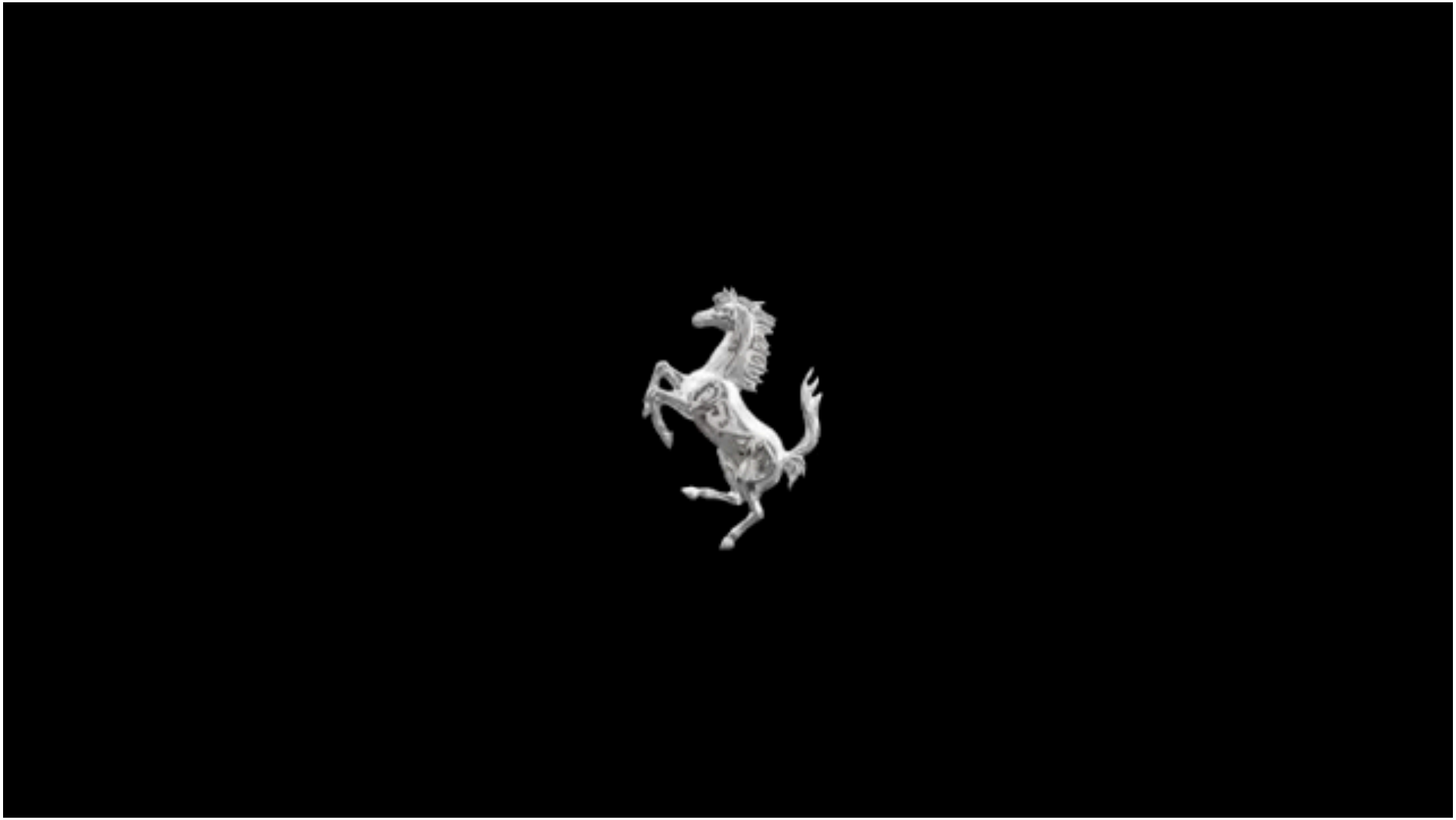
	C.P.	ordine --- agitata	collettiva	Segnale di pericolo, può essere mostrata in due modi: **una sola bandiera agitata** – ordina di ridurre la velocità, non sorpassare o doppiare, essere pronti a cambiare direzione perché la pista è parzialmente o totalmente ostruita; **due bandiere agitate** – ordina di ridurre la velocità, non sorpassare o doppiare, tenersi pronti a cambiare direzione **o a fermarsi** perché la pista è totalmente ostruita.
	C.P.	ordine --- agitata	collettiva	Indica che la pista è libera e che si può riprendere a gareggiare; è utilizzata al termine del settore interessato dal regime di bandiera gialla e nel giro di warm-up della procedura di partenza.
	C.P.	ordine --- fissa	collettiva	Indica scarsa aderenza (olio in pista, pioggia e quant'altro). E' mostrata fissa per rendere più visibili le strisce gialle e rosse. E' esposta per almeno 4 giri tranne che l'asfalto non torni prima alla normalità.
	C.P.	vario --- agitata	individuale	E' esposta al pilota che sta per essere superato da un altro. Nel corso delle prove assume sempre il valore di ordine mentre in gara lo è soltanto nel caso di doppiaggio (la vettura che sta per essere superata ha compiuto un giro in meno)
	C.P.	ordine --- agitata	individuale	Serve ad indicare al pilota la presenza di un mezzo più lento nel tratto di pista che sta per impegnare (vettura in difficoltà meccaniche, mezzo di soccorso, etc.)
	C.P.	ordine --- fisso	collettiva	Cartello che indica la presenza in pista della Safety Car; è esposto insieme alla bandiera gialla. (vedere

La Ferrari

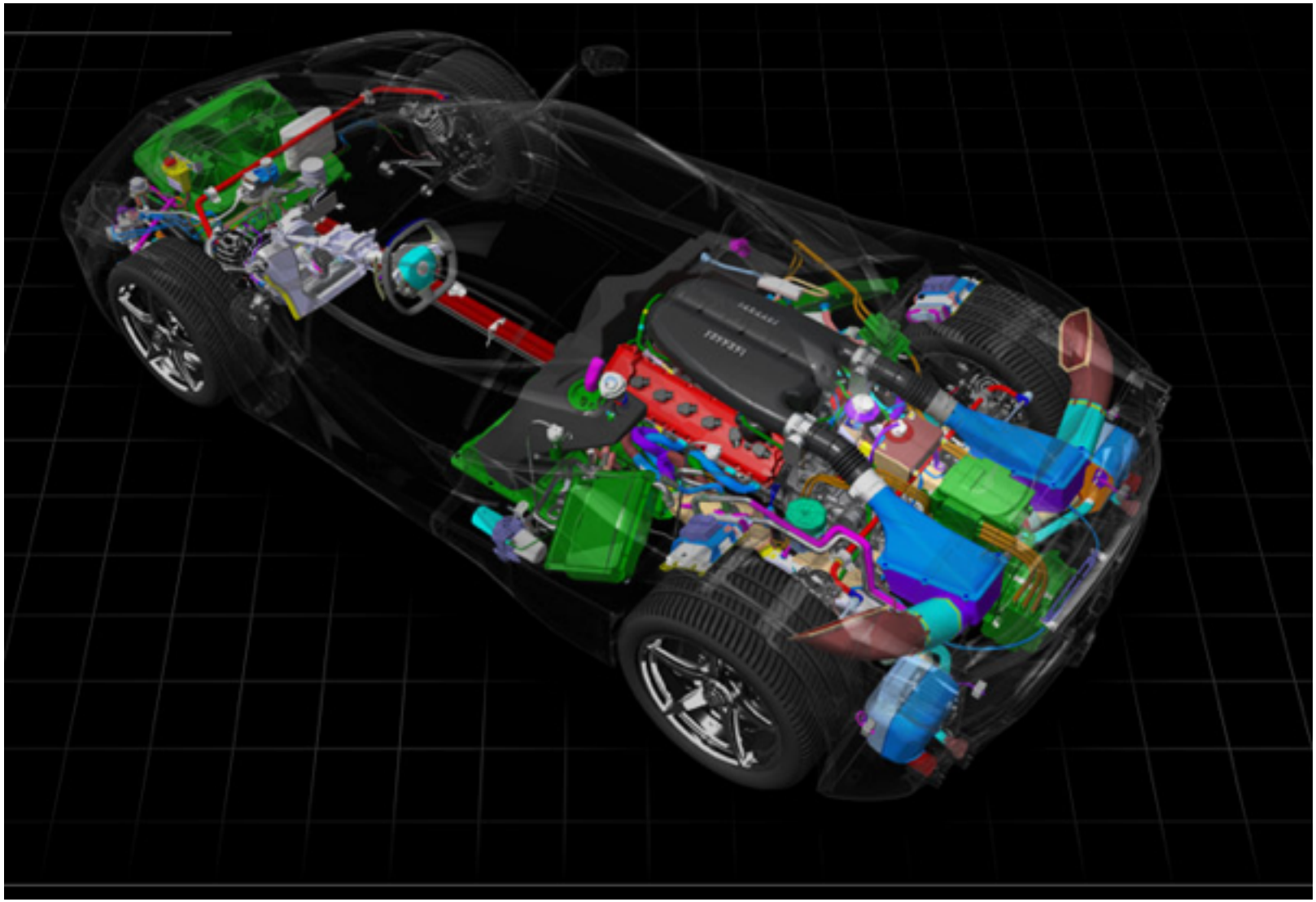


Ing. Mattia Strangi e-mail:mattia.strangi@gmail.com

Dinamica del veicolo



La Ferrari



Ing. Mattia Strangi e-mail:mattia.strangi@gmail.com

La telemetria

La Telemetria è una tecnologia informatica che permette la misurazione e la trascrizione di Informazioni di interesse all'operatore.

La parola deriva dalle radici greche tele = lontano, e metron = misura.

La telemetria può inoltre suddividersi in diversi modi:

- **Monodirezionale**, si ha un flusso di dati in un'unica direzione, questi sistemi servono per i rilevamento dei dati;
- **Bidirezionale**, si ha un flusso dei dati in entrambe le direzioni, con questi sistemi si può sia misurare che modificare a distanza un determinato parametro.

Questa inoltre può essere:

- **In tempo reale**, i dati inviati sono i dati istantanei;
- **al passaggio**, i dati inviati, sono una raccolta di dati del giro o passaggio precedente;
- **a fine gara**, i dati vengono scaricati quando la vettura è ai box;

La telemetria

I piloti e gli ingegneri di pista guardano e riguardano i video (camera car) e la telemetria per capire le traiettorie seguite ed il comportamento della vettura.

Da notare parte della telemetria già visibile sul video:

- ☑ Posizione in pista, ricavata tramite accelerometro e sensori di movimento
- ☑ Dati accelerometrici istantanei espressi in volore di G
- ☑ Numero di giro che si sta percorrendo da quando si è accesa la vettura e il tempo del giro
- ☑ Pressione sull'impianto frenante
- ☑ Apertura della farfalla dell'acceleratore
- ☑ RPM istantanei (indicatore rosso)
- ☑ RPM a cui si effettua il cambio marcia (questa vettura a 9500 RPM rischia di rompere il propulsore)
- ☑ Marcia inserita
- ☑ Velocità istantanea

Filmato partenza autovettura GT

Ing. Mattia Strangi e-mail:mattia.strangi@gmail.com

La telemetria

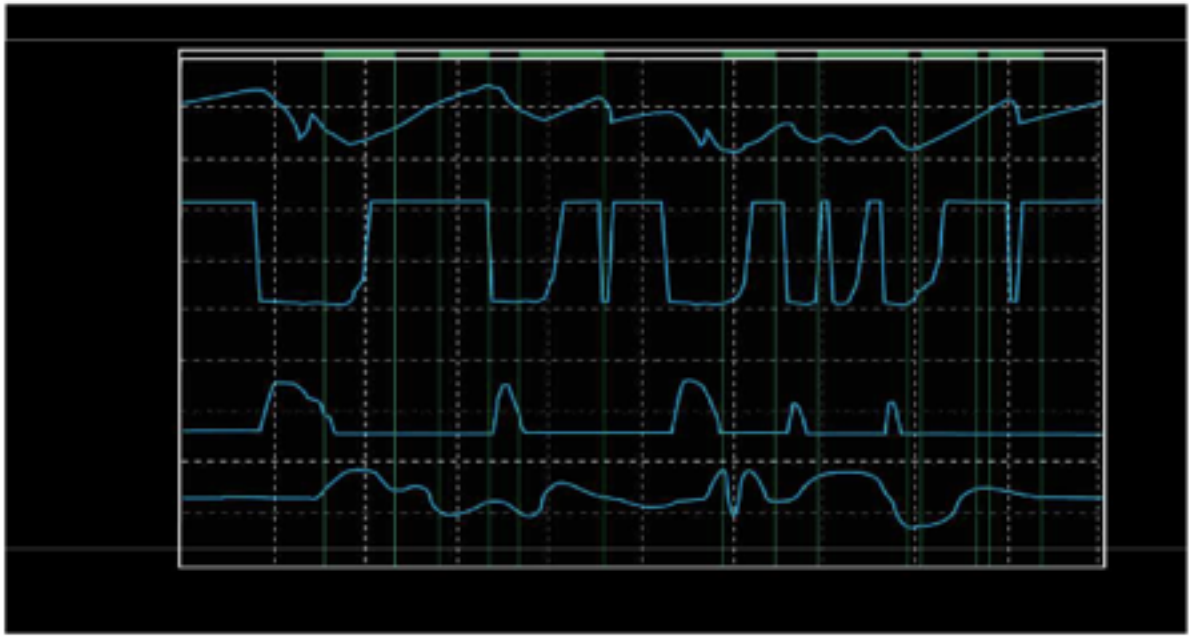
Qui di seguito è riportato un grafico "scolastico" di acquisizione dati che mostra un ipotetico giro di pista ideale.
I parametri presi in considerazione sono:

RPM - giri motore >>>

TPS – acceleratore >>>

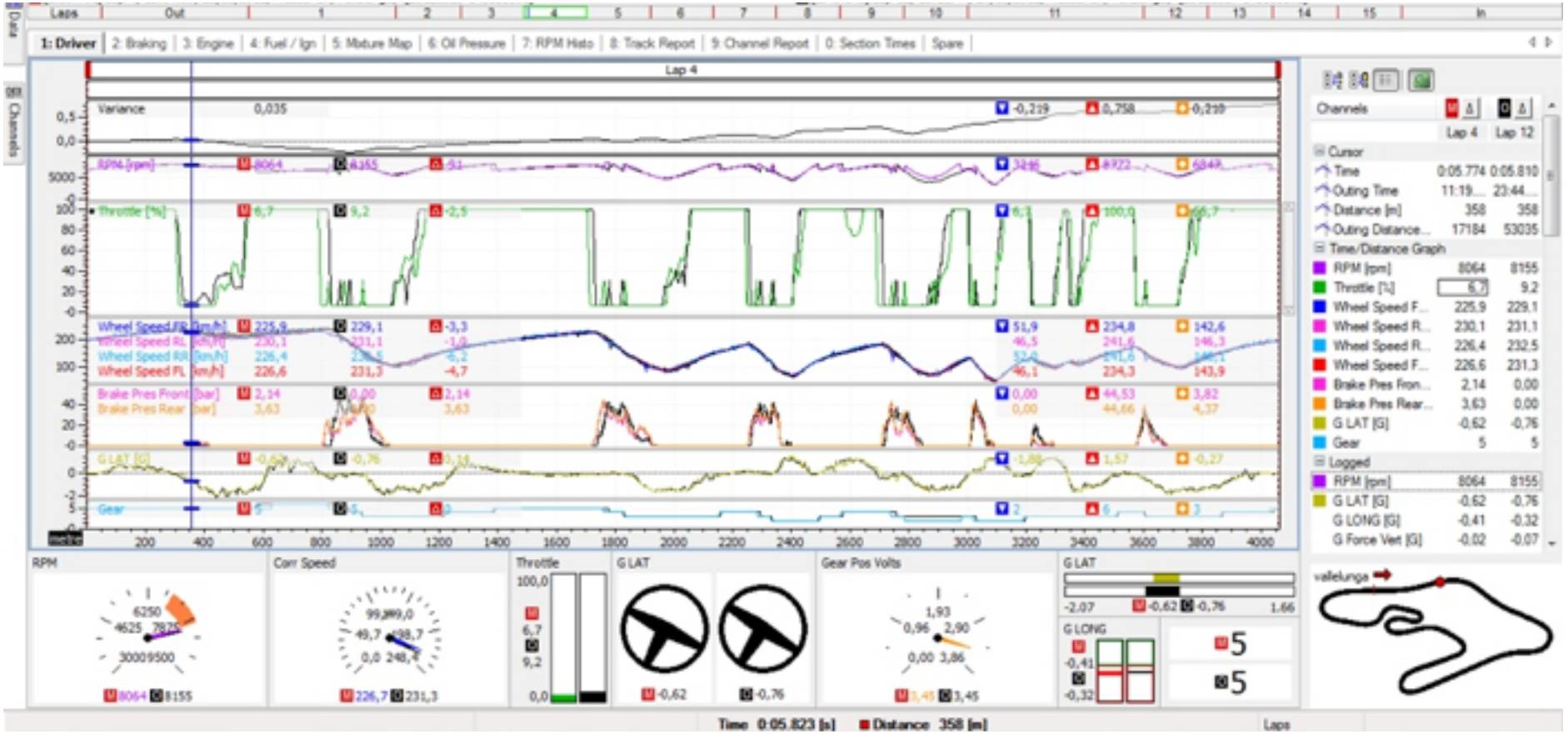
BRAKE_F - pressione freno >>>

STEER - angolo di sterzata >>>



La telemetria

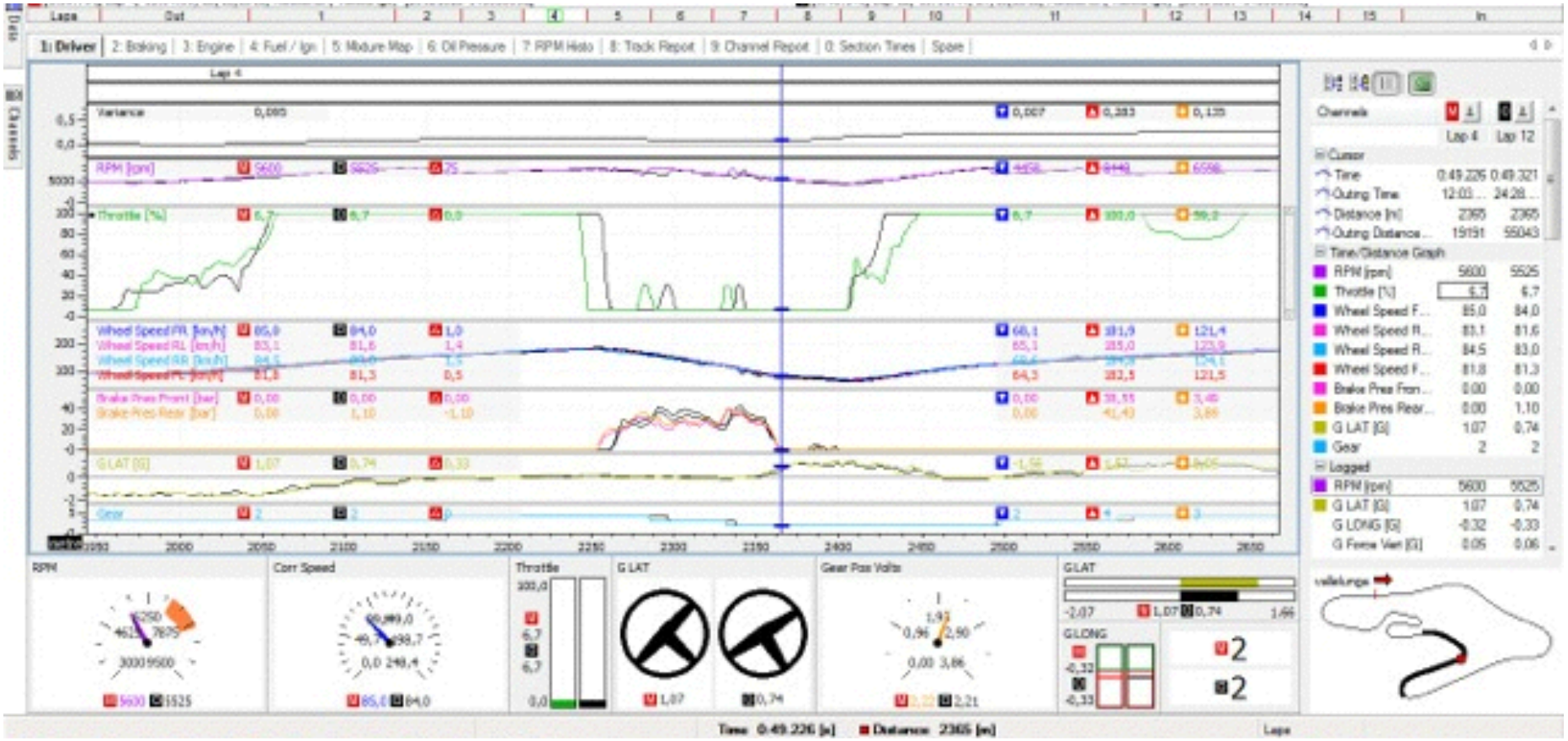
Vediamo il confronto della telemetria di 1 giro di due piloti,
il giro migliore è evidenziato dalle linee colorate, l'altro dalle linee nere.



Ing. Mattia Strangi e-mail:mattia.strangi@gmail.com

La telemetria

Focus sulla percorrenza di una curva.



Ing. Mattia Strangi e-mail:mattia.strangi@gmail.com

Un giro a Monza

Ing. Mattia Strangi e-mail:mattia.strangi@gmail.com

Progettazione di sistemi di trasporto

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Ing. Mattia Strangi

Università degli Studi di Bologna
Dipartimento DICAM – www.dicam.unibo.it
e-mail: mattia.strangi@gmail.com; mattia.strangi@unibo.it
Tel. 393-2111984, sito web: www.studiotecnicostrangi.it
Ricevimento mercoledì mattina ore 10:00 - 12:30 previo appuntamento.