

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale
Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale

Relazione per la prova finale
«Progettazione, realizzazione ed implementazione del
cablaggio di una vettura di Formula SAE»

Tutor universitario: Prof. Bignucolo Fabio

Tutor universitario: Prof. Meneghetti Giovanni

Laureando: *Nigro Giovanni Salvatore*

Padova, 20/03/2023



“The competition challenges teams of university students to conceive, design, fabricate, develop and compete with small, formula style, race cars.”
Competizione internazionale tra le università che si sfidano in competizioni statiche e dinamiche.

Nell’elaborato viene trattato il cablaggio della vettura «MG17.22» della stagione 2021/2022.



Obiettivi

- Garantire i requisiti di sicurezza imposti dal regolamento FSAE
- **Affidabilità**
- **Espandibilità**
- Minimizzazione del peso
- Trasmissione dati senza errori
- Monitoraggio segnali (telemetria)

Perché

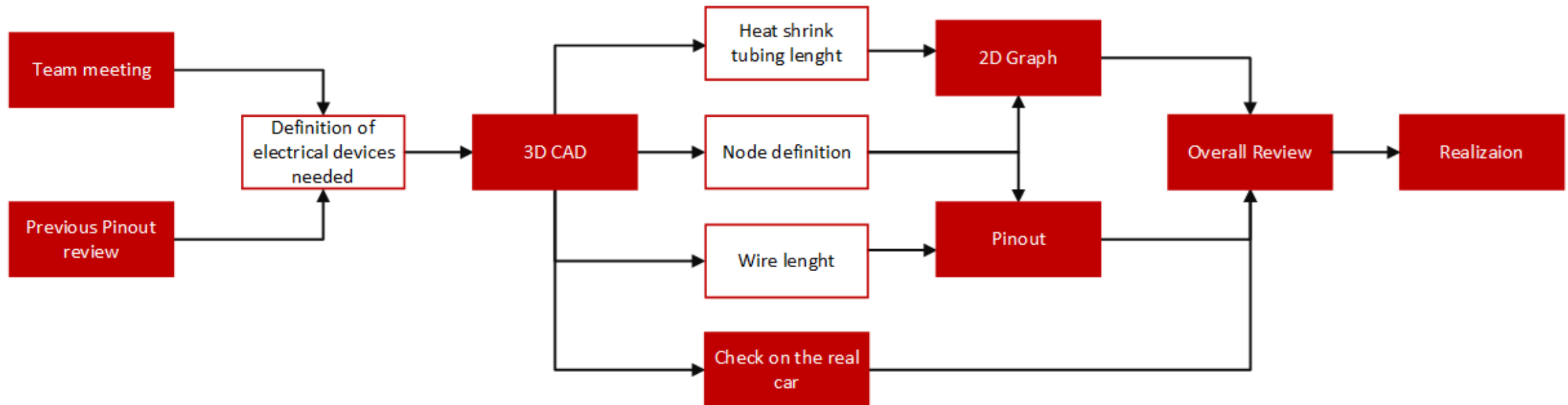
- Come abbiamo sperimentato negli anni precedenti, la qualità del cablaggio è cruciale per l'affidabilità complessiva della vettura
- Fornire in modo affidabile i dati al team

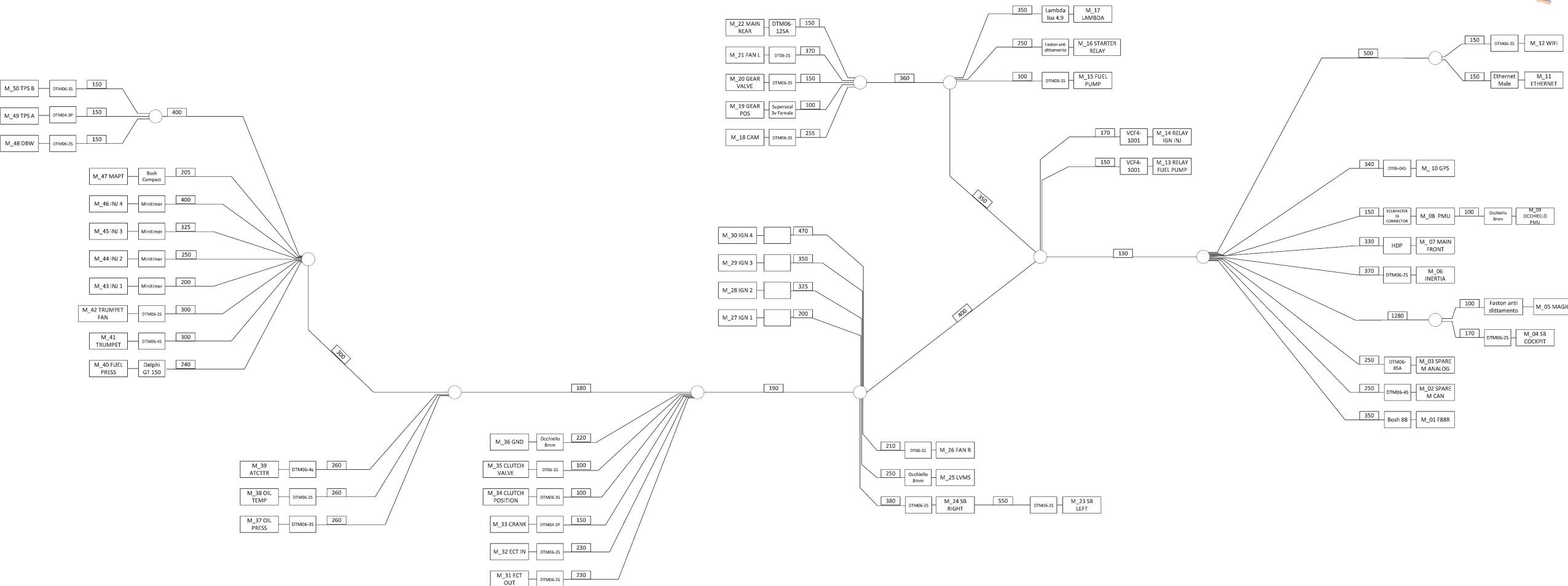
Come

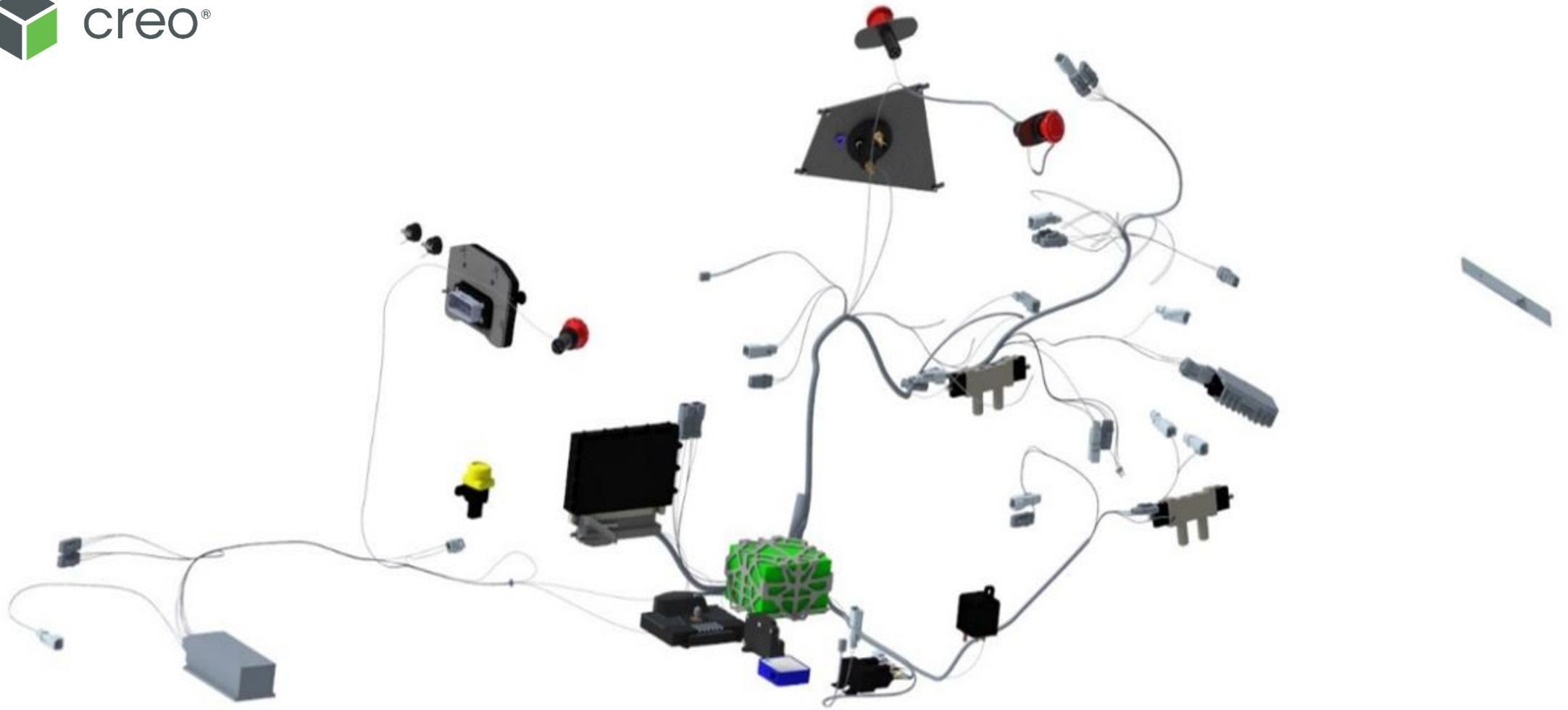
- **Cablaggio modulare**
- 2 linee CAN bus
- Massimizzazione distanza da fonti di calore

Il progetto è stato realizzato in 3 fasi distinte:

- Grafo 2D contenente tutti gli elementi elettronici presenti in vettura che necessitano di essere collegati al cablaggio.
- Pinout che deve rispettare una precisa architettura in quanto va fornito ai macchinari di produzione.
- Progetto CAD 3D da implementare come sottosistema del CAD completo della vettura per verificare ingombri e calcolarne la massa totale.







L'innovazione più importante introdotta nella stagione 2021/2022 è stata quella di realizzare un **cablaggio modulare**, diviso in tre parti:

- **Front:** dedicato ai sensori dei gruppi ruota anteriori, sensori di pressione linea freni, sterzo e display.
- **Main:** dedicato alla comunicazione tra ECU, PMU, e piattaforma inerziale mediante uno dei due CAN-bus presenti nel cablaggio. Inoltre è collegato a tutti i sensori ed attuatori indispensabili per il funzionamento del motore.
- **Rear:** dedicato ai sensori dei gruppi ruota posteriori, luce freno.

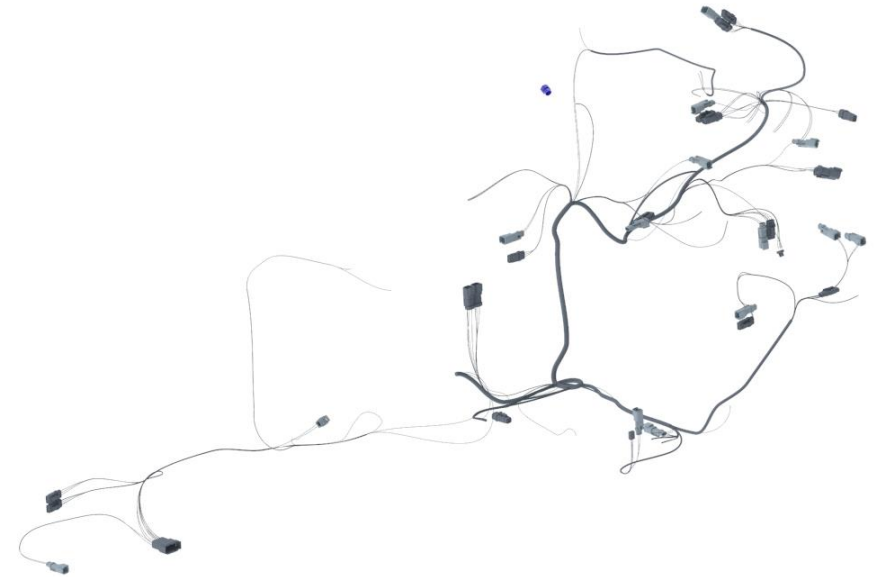
Altre innovazioni:

- Sono stati eliminati i connettori obsoleti non più in produzione.
- Scelta connettori ricaduta principalmente sulla serie **DT** e **HDP** per il rapporto qualità prezzo, le due serie, inoltre, **fanno uso degli stessi pin**.
- Implementazione di **due linee CAN-bus**.
- Introduzione di connettori «**spare**», ovvero connettori liberi connessi ai CAN-bus per poter **introdurre nuovi sensori**.



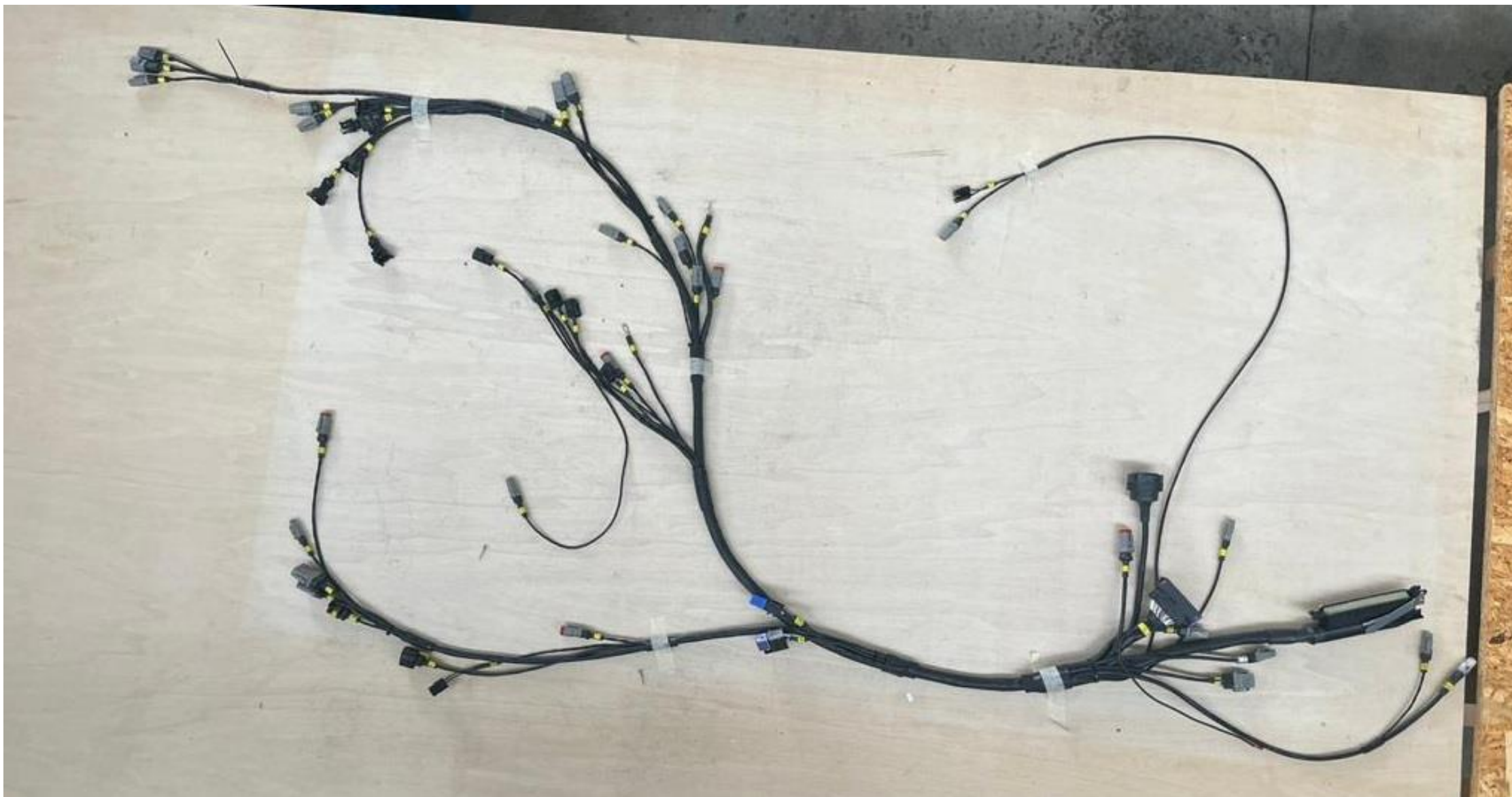
Il cablaggio è realizzato con cavi in alluminio le cui dimensioni fanno riferimento allo standard **AWG** (in particolare da 16 fino a 22):

- L'AWG22 viene usato per tutti i **segnali**.
- L'AWG16 viene usato per i carichi fino ad un massimo di 20A continui.
- Si è **ridotto al minimo la ramificazione**.
- **Massimizzata la distanza dalle fonti di calore**.
- È stato aggiunto un **isolamento termico** alle sezioni di cablaggio entro i 25cm dalle fonti di calore.
- **Massima espandibilità** possibile.
- **Isolamento completo del cablaggio**, utilizzando guaina termorestringente rivestita di adesivo e resina epossidica.



I vantaggi della modularità sono:

- Nella fase di bancaggio del motore si può utilizzare solo la parte Main, così da ridurre i tempi di allestimento del banco e ridurre i possibili problemi/danni.
- Può essere **aggiornato in base alle necessità**, ciò permette di abbattere notevolmente i costi e i tempi di produzione.
- Semplifica la risoluzione di problemi.
- Semplifica le fasi di manutenzione.



Produzione del cablaggio eseguito da ACME Racing S.r.l.:

- Azienda specializzata nella realizzazione di cablaggi per il motorsport.
- Consulenze in fase di progetto.
- Qualità del prodotto finito in linea con gli standard in commercio.

L'azienda ha trasmesso a noi studenti una particolare accortezza nella realizzazione di grafo e pinout, fornendoci modelli e norme di buona ingegneria per poter realizzare un progetto più ordinato e dettagliato possibile.

Il modello del pinout è stato realizzato per poter essere fornito direttamente ai macchinari in modo tale da velocizzare al massimo i tempi di produzione.



La fase di implementazione consiste nel testare a banco il funzionamento di tutto il cablaggio e la successiva installazione in vettura. Questa fase è stata svolta in sede aziendale sotto la supervisione dei dipendenti che hanno aiutato a risolvere alcuni problemi che sono sorti, in modo particolare con degli ingombri in vettura.

In questa fase sono state realizzate le «briglie» che si estendono dai connettori del cablaggio Front fino ai sensori montati sul gruppo ruota. La scelta di non estendere il cablaggio ai singoli sensori è un'ulteriore misura di sicurezza: in questo modo si espongono all'esterno della vettura solo le briglie.



Il prodotto finito si è rivelato all'altezza delle aspettative, il cablaggio è risultato molto affidabile e adatto allo scopo, facendo competere la vettura negli eventi ufficiali di Ungheria(FS EAST) ed Italia(FS ATA).

Nel corso di tutta la stagione, fase di test e competizioni ufficiali, il cablaggio non ha mai manifestato problemi e non ha mai dovuto subire manutenzioni.

I giudici delle prove statiche hanno espresso pareri molto positivi sulla preparazione tecnica, sul progetto e sulla qualità del prodotto finito, infatti ad entrambi gli eventi il nostro team è arrivato a competere nella finale delle Engineering Design Event.