

Fig. 1: vista in sezione del cambio

Dopo che il sistema One-Mode-System di Toyota (vedi: trasmissione - gruppo epicicloidale) ha debuttato con grande successo sul mercato e ha resistito per anni, attorno al 2005 si è formata un'alleanza tra Mercedes-Benz, GM e BMW. Secondo il motto "il meglio è nemico del bene", hanno sviluppato una trasmissione ibrida che avrebbe dovuto ovviare agli inconvenienti del sistema One-Mode. Fondamentalmente, con il power split, una frazione della potenza del motore a combustione viene trasmessa meccanicamente e una seconda parte, elettricamente. La porzione meccanica che scorre attraverso una o due coppie di ingranaggi, risulta essere la più efficiente. Con la parte elettrica, invece, l'energia meccanica deve prima essere convertita in energia elettrica e poi eventualmente anche immagazzinata temporaneamente, prima che un motore elettrico possa riconvertirla in lavoro meccanico. Per questo motivo, nel One-Mode-System, il coordinamento del motore a combustione, della trasmissione e delle due E-macchine è di fondamentale importanza.

## Two-Mode-System

Il Two-Mode-System, oltre ai tre gruppi epicicloidali semplici, nella sua struttura ingloba anche due macchine elettriche. In questa versione di cambio nata dall'alleanza, i due gruppi epicicloidali anteriori sono uguali ( $i_{fisso} = -1,97$ ) e il terzo leggermente più grande ( $i_{fisso} = -2,765$ ). Il rapporto di trasmissione fisso ( $i_{fisso}$ ) rappresenta il rapporto tra il numero dei denti della corona e il numero dei denti dell'ingranaggio solare. Poiché il portat satelliti è fermo, gli ingranaggi planetari invertono il senso di rotazione, il che porta al segno meno nella designazione del rapporto. La figura 2 mostra schematicamente i tre riduttori epicicloidali con le due frizioni, i due freni e i due motori elettrici. Da notare che, da un lato i portat satelliti dei gruppi 1 e 2, ma anche gli ingranaggi solari dei gruppi 2 e 3 sono rigidamente collegati tra loro. Il freno K1 (4 in fig. 2) blocca la corona dentata C3. Se questo freno non è attivato, il gruppo planetario è inutilizzato.

La frizione K2 (5) collega il portat satelliti PS3 con i portat satelliti PS1 e PS2. Il freno K3 (6) blocca i pignoni solari P2 e P3 collegati tra di loro e rende impossibile l'utilizzo della macchina elettrica 2 (9). La frizione K4 (7) collega l'ingranaggio solare P1 e la corona dentata C2 con i pignoni solari dei gruppi P2 e P3.

## Disposizione

Come si può vedere nella tabella 1, questo elenco consente di impostare due diversi cambi di marcia a variazione continua elettrica (E-CVT). L'E-CVT 1 è adatto ai bassi regimi e l'E-CVT 2 agli alti regimi o alle alte velocità di marcia. Inoltre, è possibile cambiare quattro marce, il cui rapporto di trasmissione non può essere modificato dai motori elettrici. Tuttavia, le macchine elettriche possono aumentare o recuperare energia in parallelo.

## Guida

Il nomogramma è strutturato in modo tale che le distanze corrispondano ai rapporti fissi e che i componenti interconnessi si trovino sulla stessa linea di

velocità. Solo i due porta satelliti P1 e P2 devono per forza di cose essere separati. Per questo motivo, essi sono collegati mediante una linea orizzontale.

Se il veicolo deve essere avviato elettricamente, il motore a combustione è fermo, il motore elettrico 1 deve ruotare all'indietro e il motore elettrico 2 deve ruotare in avanti, in modo tale che il gruppo planetario 3, che è collegato all'uscita del cambio inizi a ruotare lentamente. I due motori elettrici aumentano il loro regime di rotazione in modo tale che il veicolo acceleri. Se il motore elettrico 1 continua ad accelerare negativamente con la stessa velocità di marcia del veicolo, il motore a combustione si avvia.

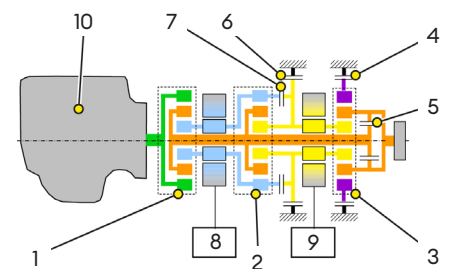


Fig. 2: rappresentazione schematica del cambio Two-Mode: 1, 2, 3 gruppi planetari da 1 a 3 - 4 freno a nastro K1 - 5 frizione K2 - 6 freno a nastro K3 - 7 frizione K4 - 8 E-Motore 1 - 9 E-Motore 2 - 10 motore a combustione (ICE)

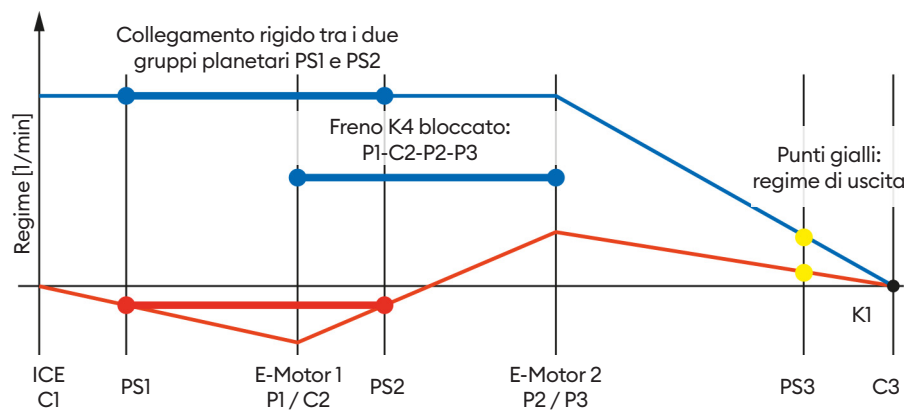


Fig. 3: nomogramma dei tre gruppi planetari collegati. La linea rossa mostra l'avviamento elettrico con il motore a combustione fermo. In seguito, il rapporto di trasmissione può essere cambiato secondo questa configurazione. Il blu mostra la prima marcia fissa.

Azionamento freni e frizioni	K1	K2	K3	K4
E-CVT 1	x			
1. marcia	x			x
2. marcia	x	x		
E-CVT 2		x		
3. marcia		x		x
4. marcia		x	x	

Tabella 1: logica del cambio rapporti