



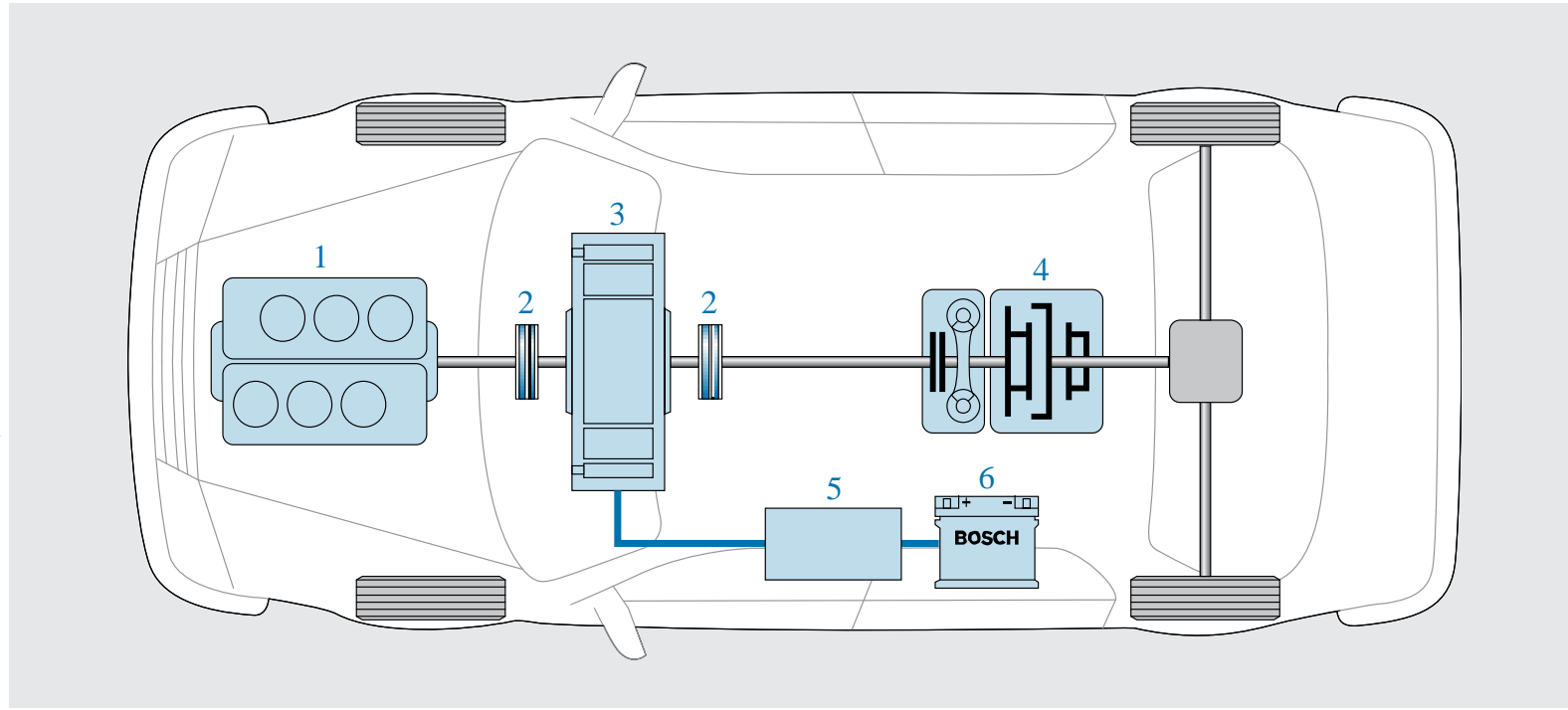
SCHOOL OF PEDAGOGICAL AND TECHNOLOGICAL EDUCATION

ΜΕΚ ΙΙ

Τεχνολογία Υβριδικών Οχημάτων
Σχεδιασμός - Λειτουργία

Τεχνολογία Υβριδικών Οχημάτων

Εισαγωγή



Εισαγωγή

Οδήγηση από ΜΕΚ & Τουλάχιστον έναν ηλεκτροκινητήρα



Οικονομία Καυσίμου
Μείωση εκπομπών ρύπων και CO₂
Οδηγική άνεση και απόλαυση

Βελτιστοποίηση → Πληθώρα διατάξεων

Αρχή Λειτουργίας

Αντικείμενα:

1. Οικονομία καυσίμων
2. Μειωμένες εκπομπές ρύπων
3. Αυξημένη ισχύς και ροπή

Μπορούν να κινηθούν αποκλειστικά με ηλεκτρικά μέσα?

Ηπίως Υβριδικά

Πλήρως Υβριδικά

Αρχή Λειτουργίας

**Ηπίως Υβριδικά
ΜΕΚ**
Υποβοήθηση από Η/Κ

Η/Κ: Επιπλέον ισχύ,
ανάκτηση ισχύος πέδησης

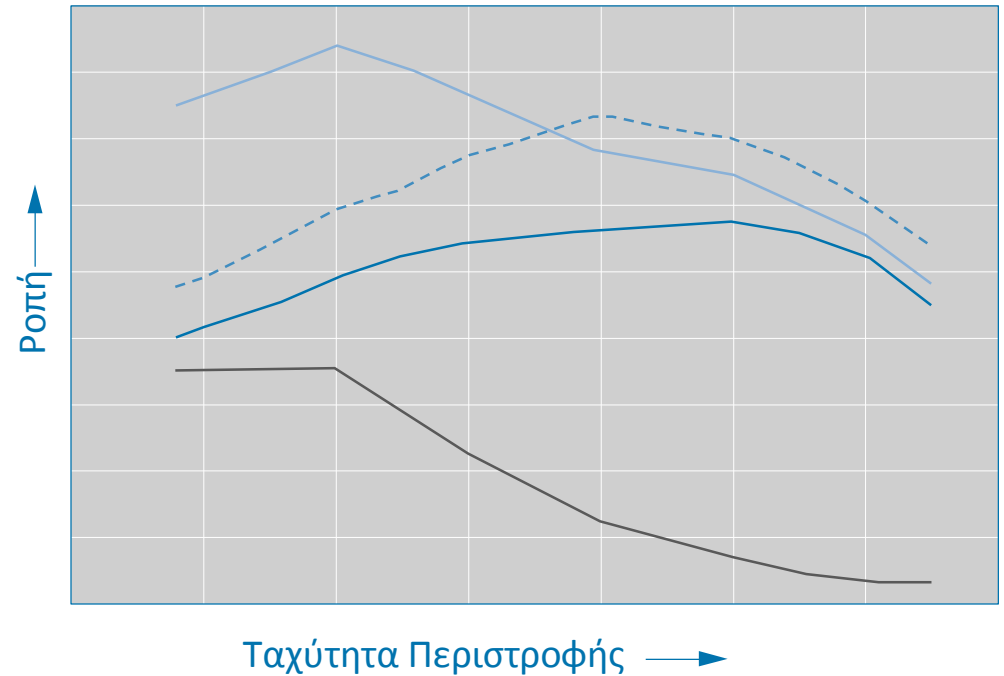
**Πλήρως Υβριδικά
ΜΕΚ + 1ή2 Η/Κ**

Η/Κ: Δυνατότητα
αποκλειστική κίνησης

Λειτουργία Εκκίνησης/Τερματισμού (περιγραφή, στόχος, εφαρμογές)
Συσσωρευτής ηλεκτρικής ενέργειας

Οφέλη

- Resulting hybrid
- Standard engine, 1.6 / displacement
- - - Engine, downsized, 1.2 / displacement
- Electric motor, 15 kW



Οφέλη

Παρουσία Η/Κ

**Παρουσία Η/Κ (ως
γεννήτρια)**

Υψηλή ροπή σε όλο το εύρος

Υψηλή δυναμική απόκριση

Λειτουργία ΜΕΚ στο εύρος καλύτερης λειτουργίας

Υποδιαστασιολόγηση ουδέτερης ισχύος

Downspeeding

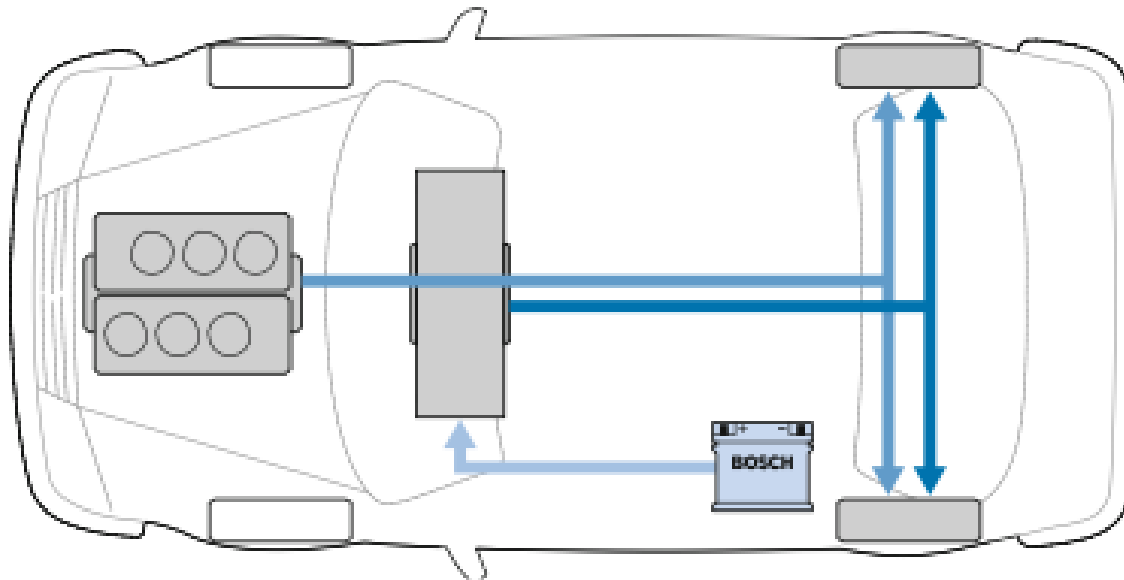
Ανάκτηση ενέργειας πέδησης

Τύποι Λειτουργίας

- Υβριδική οδήγηση,
- Ηλεκτρική οδήγηση,
- Λειτουργία επιδόσεων (boosting),
- Λειτουργία φόρτισης,
- Λειτουργία αναγεννητικής πέδησης.

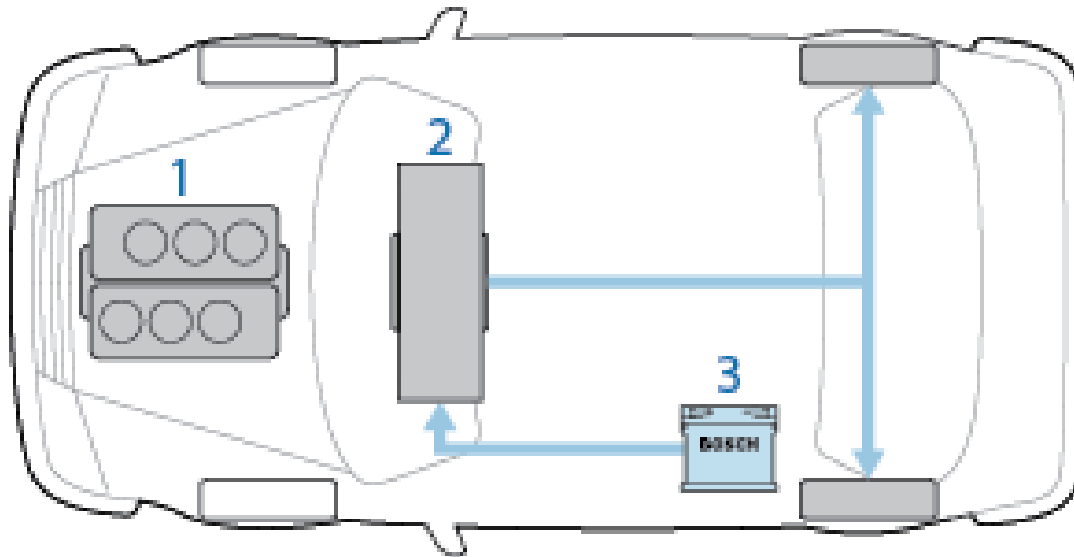
Τύποι Λειτουργίας

- **Υβριδική οδήγηση,**
- Ηλεκτρική οδήγηση,
- Λειτουργία επιδόσεων (boosting),
- Λειτουργία φόρτισης,
- Λειτουργία αναγεννητικής πέδησης.



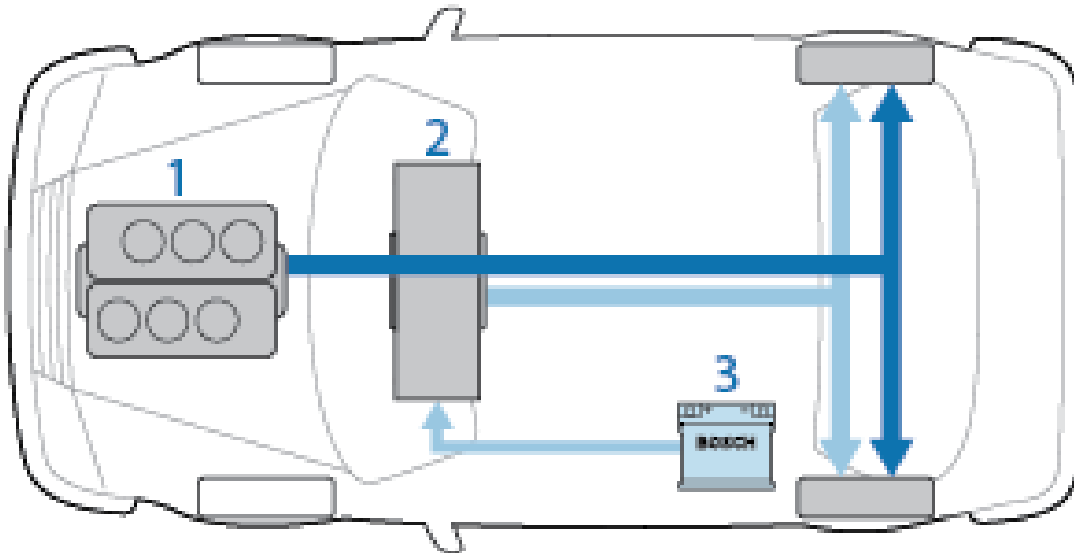
Τύποι Λειτουργίας

- Υβριδική οδήγηση,
- **Ηλεκτρική οδήγηση,**
- Λειτουργία επιδόσεων (boosting),
- Λειτουργία φόρτισης,
- Λειτουργία αναγεννητικής πέδησης.



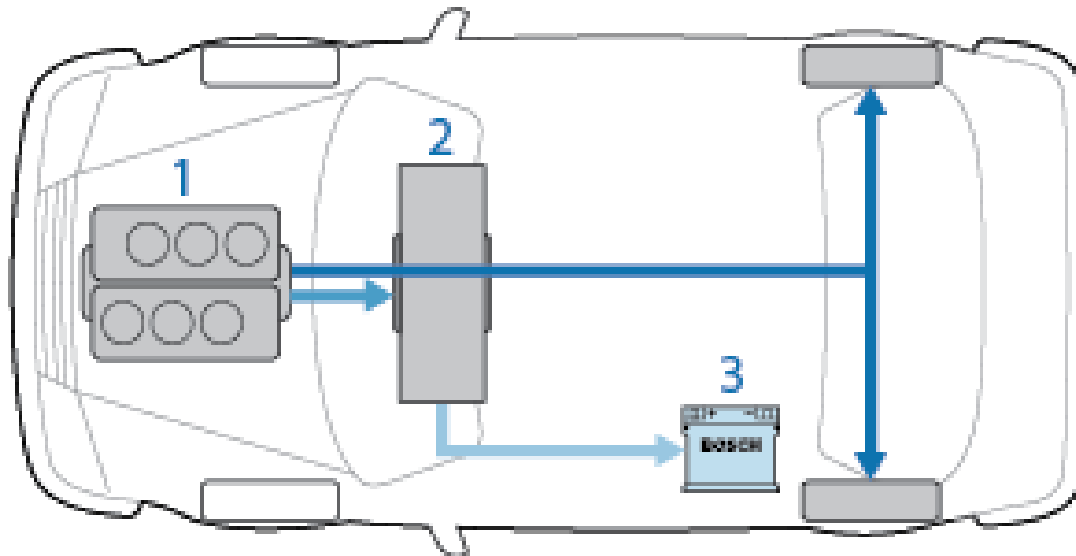
Τύποι Λειτουργίας

- Υβριδική οδήγηση,
- Ηλεκτρική οδήγηση,
- **Λειτουργία επιδόσεων (boosting)**,
- Λειτουργία φόρτισης,
- Λειτουργία αναγεννητικής πέδησης.



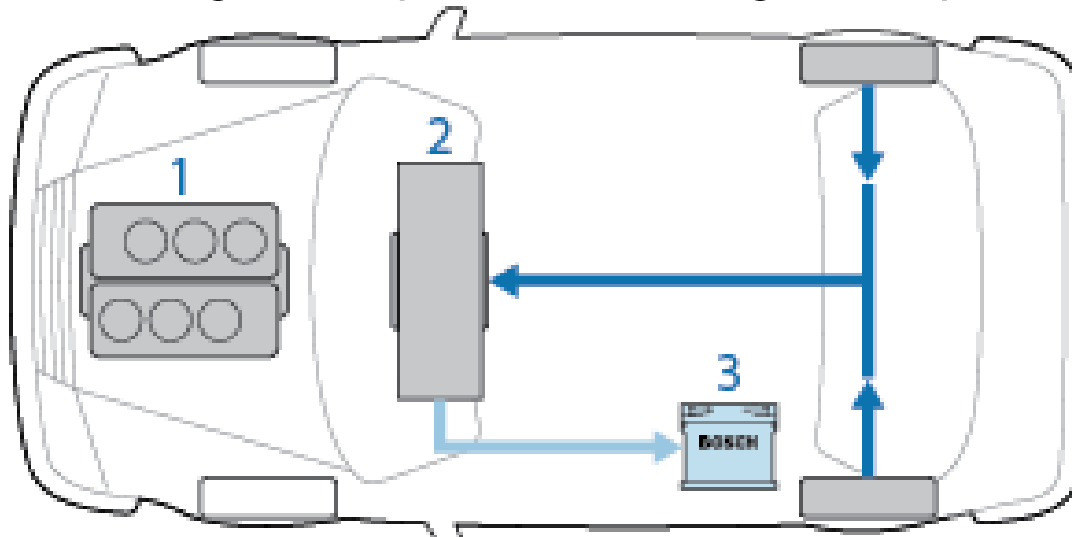
Τύποι Λειτουργίας

- Υβριδική οδήγηση,
- Ηλεκτρική οδήγηση,
- Λειτουργία επιδόσεων (boosting),
- **Λειτουργία φόρτισης,**
- Λειτουργία αναγεννητικής πέδησης.



Τύποι Λειτουργίας

- Υβριδική οδήγηση,
- Ηλεκτρική οδήγηση,
- Λειτουργία επιδόσεων (boosting),
- Λειτουργία φόρτισης,
- **Λειτουργία αναγεννητικής πέδησης**
(Regenerative braking ή recuperative braking ή recuperation).



Λειτουργία Εκκίνησης/Τερματισμού

Όχημα σε στάση

Σχέση μετάδοσης απομπλεγμένη

ABS: Ακίνησία

Μπαταρία: Φορτισμένη

Ενεργοποίηση συμπλέκτη

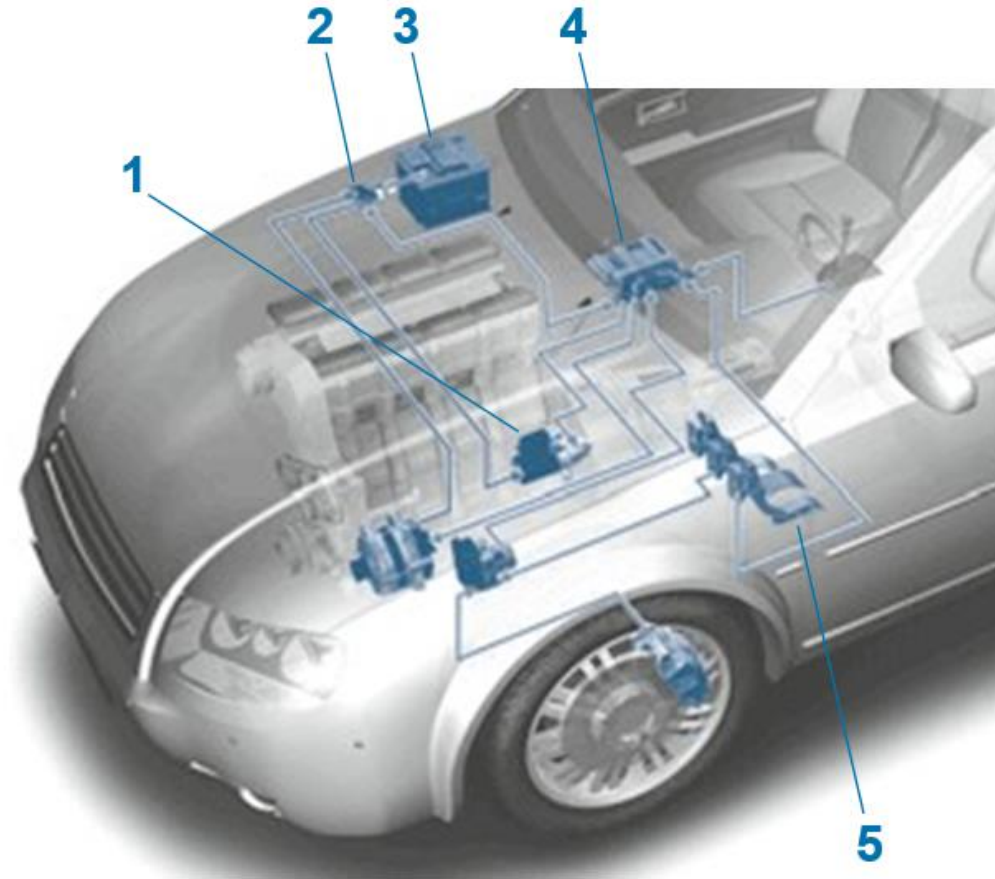
ECU

Τερματισμός Λειτουργίας ΜΕΚ

Επανεκκίνηση ΜΕΚ

Λειτουργία Εκκίνησης/Τερματισμού - Εξαρτήματα

- Ενισχυμένος εκκινητής (1)
- Προσαρμοσμένη ECU (4)
 - Διασυνδέσεις αισθητήρων (5)
 - OBD συμβατότητα
- Ειδικού τύπου μπαταρία (3)
(ανθεκτική σε κύκλους φορτίσης - εκφόρτισης)
- Αισθητήρας επάρκειας της ενέργειά της για την εκ νέου εκκίνηση (2)
- Πρόβλεψη για βοηθητικά συστήματα (A/C) – ηλεκτροκίνηση ή άλλη λύση



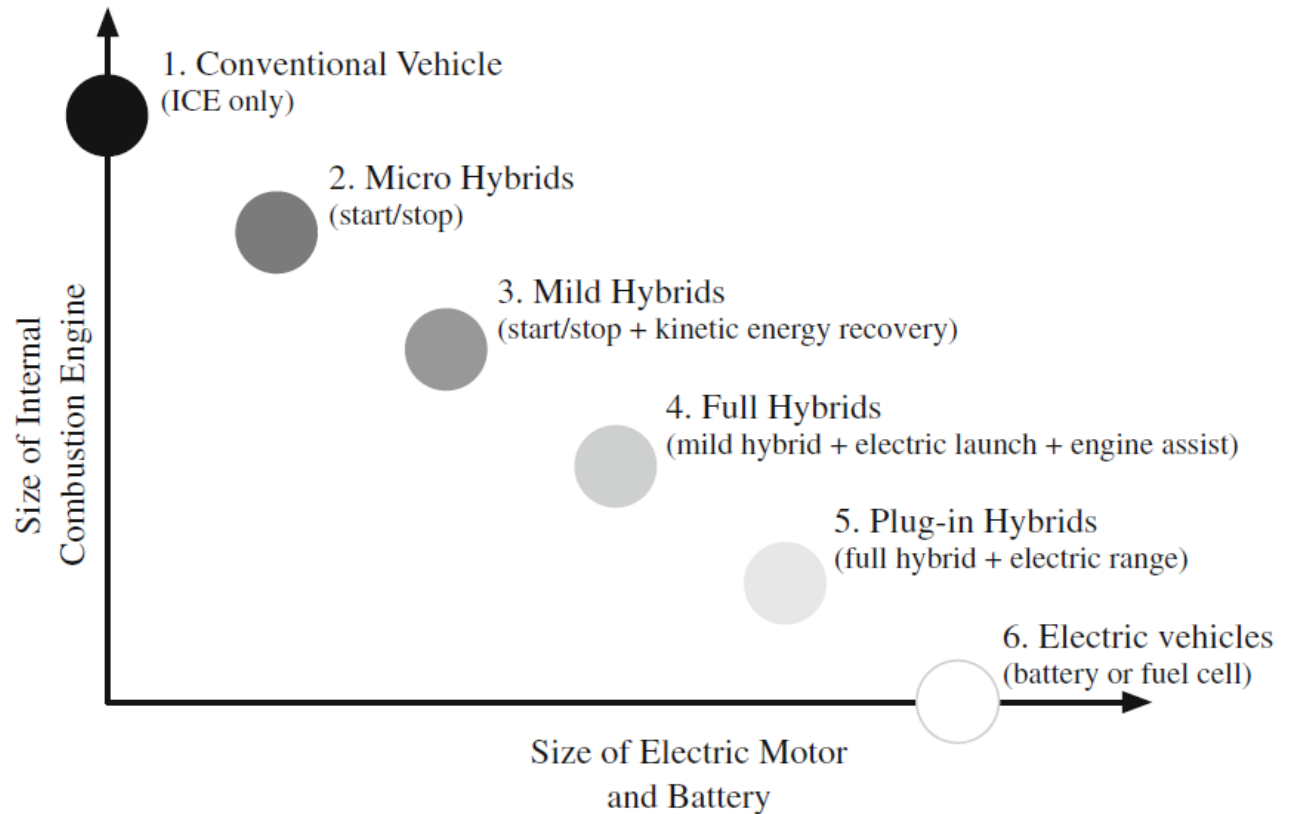
Οικονομία Καυσίμου: **3.5% - 4.5%**
(New European Driving Cycle)

Βαθμοί Υβριδοποίησης

Ηπίως Υβριδικό

Πλήρως Υβριδικό

Υβριδικό εξωτερικής φόρτισης (plug in hybrid)



Βαθμοί Υβριδοποίησης - Ηπίως Υβριδικό

Λειτουργίες

- Λειτουργία εκκίνησης/τερματισμού
- Αναγέννηση ενέργειας πέδησης
- Υποβοηθητική ροπή από Η/Κ
- Συσσώρευση ενέργειας (~20kW)
 - Εκκίνηση
 - Επιτάχυνση σε χαμηλές στροφές

Περιορισμοί

- Μόνιμα συζευγμένη ΜΕΚ → περιορισμός στην ηλεκτρική κίνηση → Απενεργοποίηση κυλίνδρων

Σχεδιασμός

- Εν παραλλήλω (κοινός στροφαλοφόρος)
- Επιπλέον συσσωρευτής

Οικονομία Καυσίμου

- ~15% (NEDC)

Βαθμοί Υβριδοποίησης - Πλήρως Υβριδικό

Λειτουργίες επιπλέον του Ηπίως Υβριδικού

- Ηλεκτρική οδήγηση για μεγαλύτερα διαστήματα

Σχεδιασμός

- Η ΜΕΚ δεν είναι μόνιμα συζευγμένη
- Εν παραλλήλω ή σε σειρά

Οικονομία Καυσίμου

- ~30% (NEDC)

Βαθμοί Υβριδοποίησης - Υβριδικό εξωτερικής φόρτισης

Πλήρως Υβριδικό με εξωτερική φόρτιση

Διαρρυθμίσεις Οδηγών

- Υβριδικοί Σειριακοί Οδηγοί (S-HEV & SP-HEV)
- Υβριδικοί Παράλληλοι οδηγοί (P-HEV)
 - Με ένα συμπλέκτη (P1-HEV)
 - Με δυο συμπλέκτες (P2-HEV)
 - Χωριστού άξονα (AS-HEV)
 - Με διπλό συμπλέκτη (DCT-HEV)
- Υβριδικοί οδηγοί διακλάδωσης
- Σύνθετες διατάξεις

Διαρρυθμίσεις Οδηγών - Υβριδικοί Σειριακοί Οδηγοί

- Μηχανές συνδεδεμένες ηλεκτρικά σε σειρά
- ΜΕΚ και **δυο** ηλεκτροκινητήρες (γεννήτρια και κινητήρας)
- ΜΕΚ απεμπλεγμένη από κινηματικό μηχανισμό

Διαρρυθμίσεις Οδηγών - Υβριδικοί Σειριακοί Οδηγοί

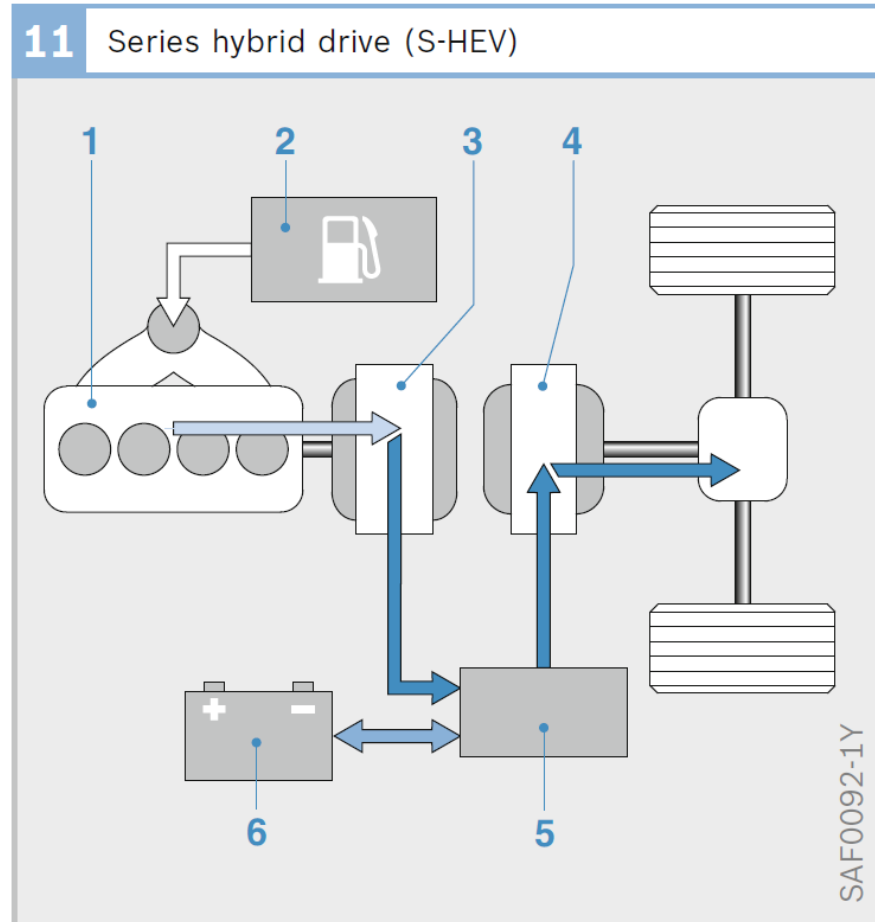


Fig. 11

- 1 Internal-combustion engine
- 2 Tank
- 3 Generator
- 4 Electric motor
- 5 Inverter
- 6 Battery

Διαρρυθμίσεις Οδηγών - Υβριδικοί Σειριακοί Οδηγοί

Πλεονεκτήματα

- Ελεύθερη επιλογή σημείου λειτουργίας ΜΕΚ
 - Πλήρωση ενεργειακών απαιτήσεων πραγματικού χρόνου
 - Λειτουργία στο πλέον αποδοτικό σημείο και παροχή περίσσειας στον συσσωρευτή.
- Πλήρης ανάκτηση ενέργειας πέδησης

Μειονεκτήματα

- Η/Κ επαρκούς μεγέθους για απορρόφηση και παραγωγή πλήρους ισχύος
- Πολλές μετατροπές ενέργειας → απώλειες απόδοσης (ως και 30%)
- Κόστος, μέγεθος, βάρος

Εφαρμογές

ΑΣΤΙΚΑ τραίνα, λεωφορεία

Διαρρυθμίσεις Οδηγών - Υβριδικοί Παράλληλοι Σειριακοί Οδηγοί

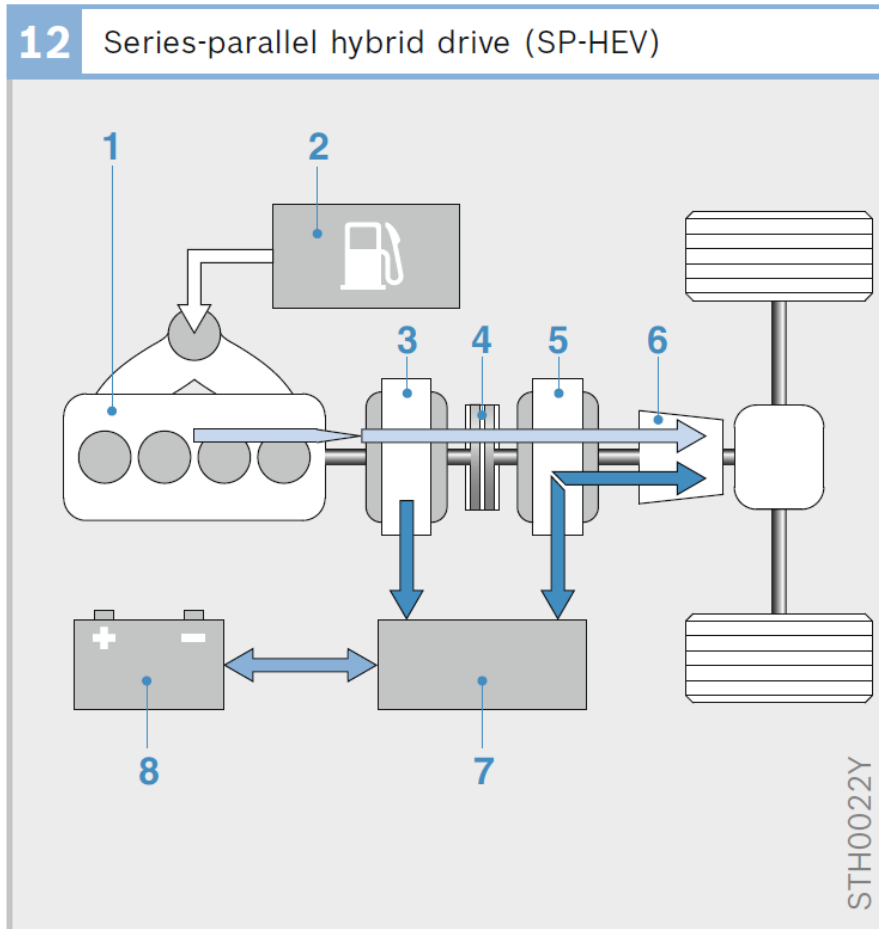


Fig. 12

- 1 Internal-combustion engine
- 2 Tank
- 3 Generator
- 4 Clutch
- 5 Electric motor
- 6 Transmission
- 7 Inverter
- 8 Battery

Διαρρυθμίσεις Οδηγών - Υβριδικοί Παράλληλοι Σειριακοί Οδηγοί

Συμπλέκτης μεταξύ Η/Κ

- Δυνατότητα εμπλοκής ΜΕΚ στο κινηματικό μηχανισμό

Πλεονέκτημα

- Μείωση μεγέθους Η/Κ

Μειονέκτημα

- Κόστος, μέγεθος, βάρος

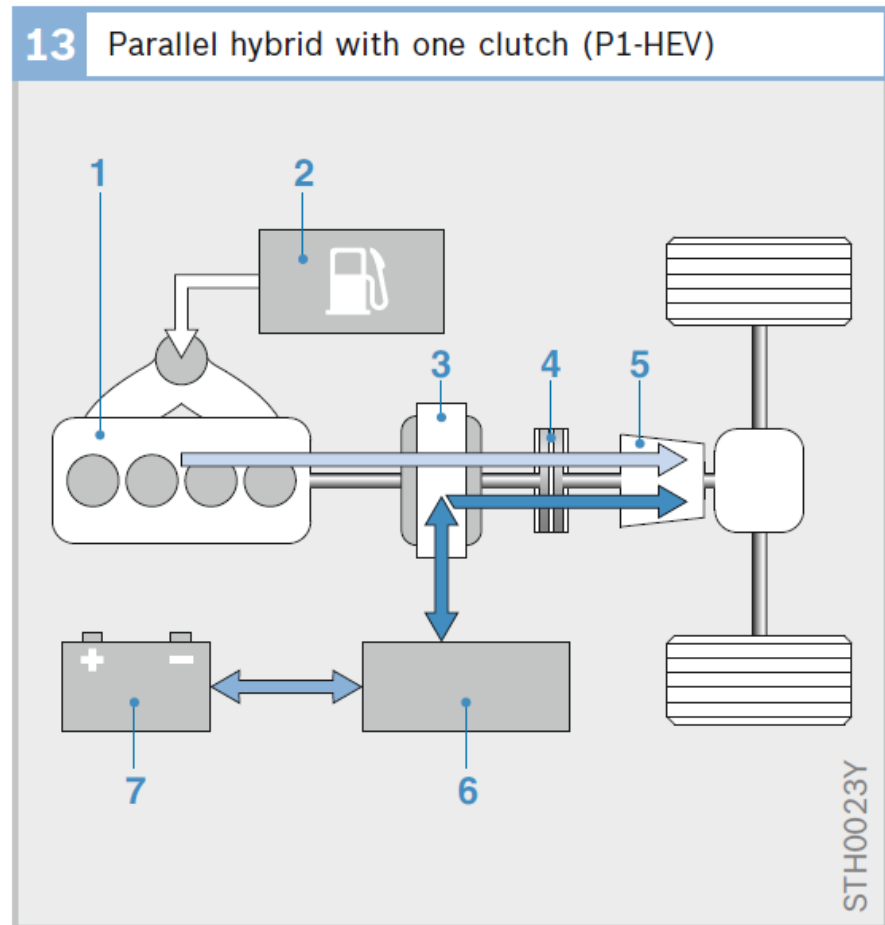
Διαρρυθμίσεις Οδηγών - Υβριδικοί Παράλληλοι οδηγοί

- Έναν Η/Κ (γεννήτρια και κινητήρας)
- Συμπλεγμένη ΜΕΚ → Μείωση ενεργειακών μετατροπών, Αυξημένη απόδοση
- Άθροισμα ροπής
- Σταθερή σχέση μετάδοσης → Αδυναμία καθορισμού συγκεκριμένου σημείου λειτουργίας ΜΕΚ
- Προσφιλής λύση για τον καταναλωτή
- Βασικές παραλλαγές P-HEV:
 - Με ένα συμπλέκτη (P1-HEV)
 - Με δυο συμπλέκτες (P2-HEV)
 - Χωριστού άξονα (AS-HEV)
 - Με διπλό συμπλέκτη (DCT-HEV)

Διαρρυθμίσεις Οδηγών - Υβριδικοί Παράλληλοι οδηγοί - Με ένα συμπλέκτη

Fig. 13

- 1 Internal-combustion engine
- 2 Tank
- 3 Electric motor (IMG)
- 4 Clutch
- 5 Transmission
- 6 Inverter
- 7 Battery



Διαρρυθμίσεις Οδηγών - Υβριδικοί Παράλληλοι οδηγοί - Με δυο συμπλέκτες

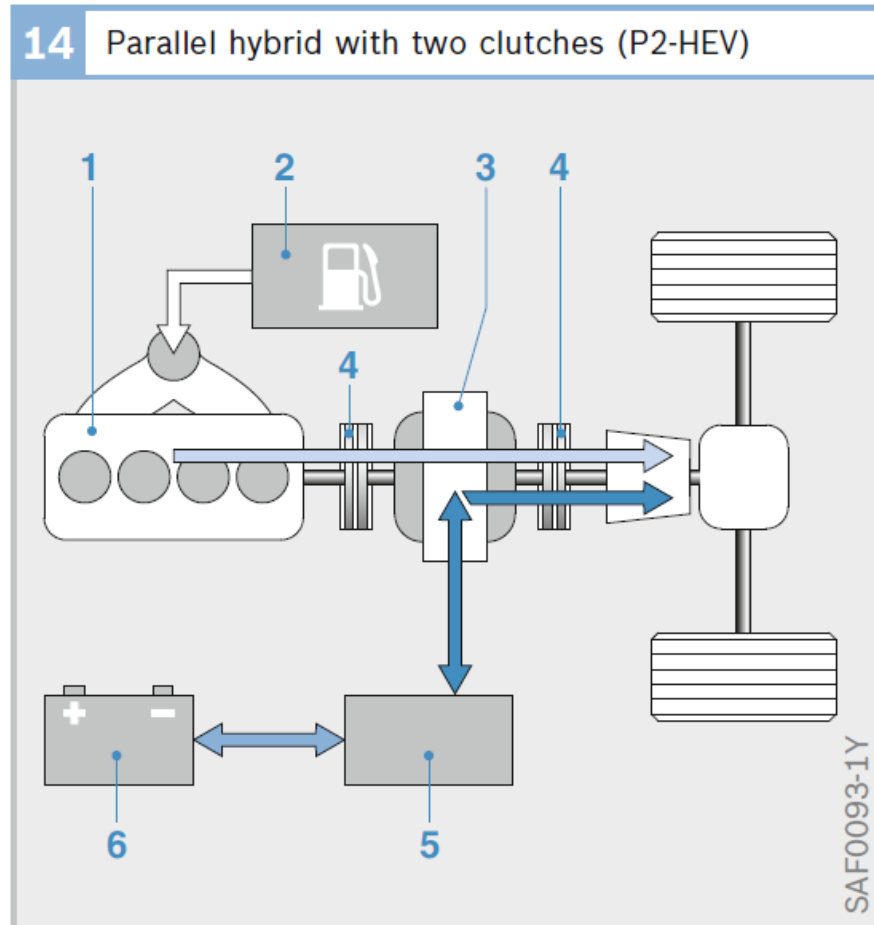
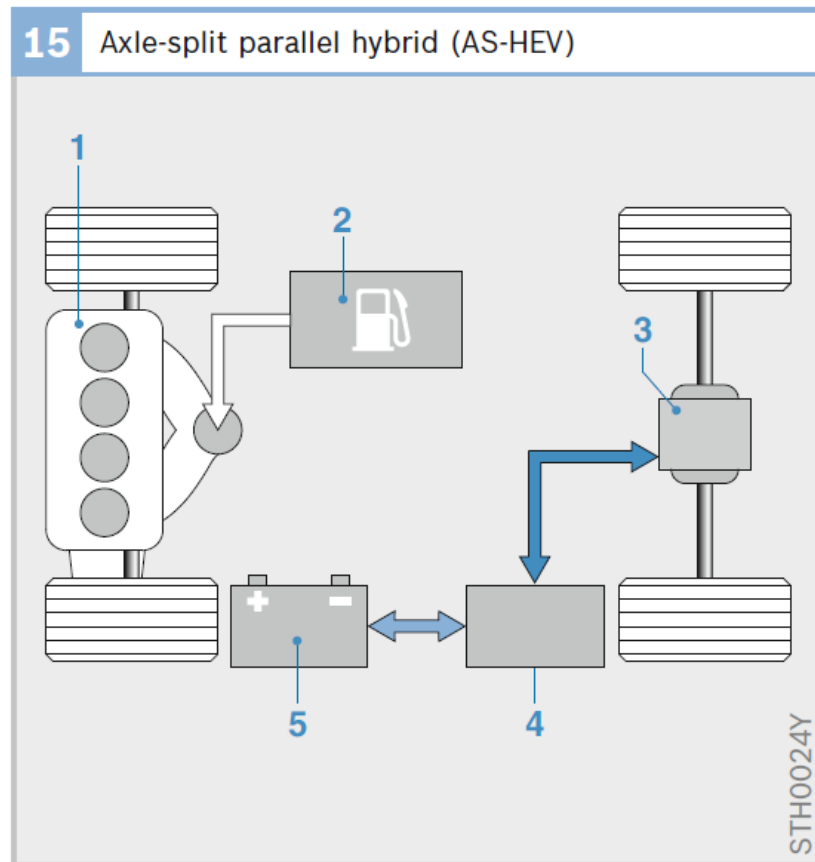


Fig. 14

- 1 Internal-combustion engine
- 2 Tank
- 3 Electric motor/generator
- 4 Clutch
- 5 Inverter
- 6 Battery

Διαρρυθμίσεις Οδηγών - Υβριδικοί Παράλληλοι οδηγοί - Χωριστού άξονα

Fig. 15
1 Internal-combustion engine
2 Tank
3 Electric motor
4 Inverter
5 Battery



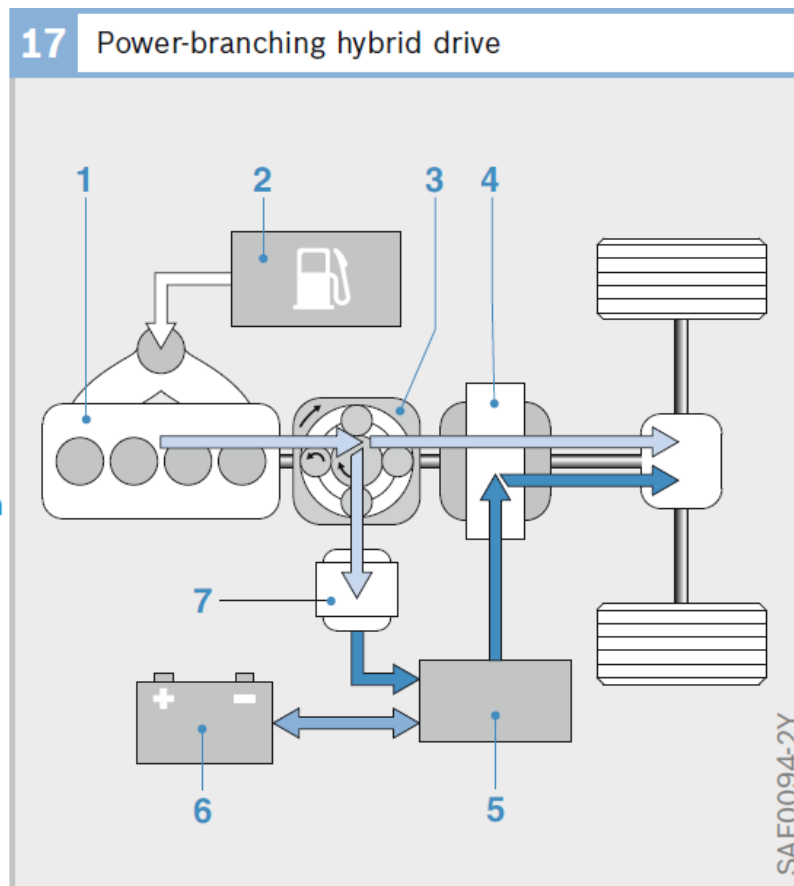
Διαρρυθμίσεις Οδηγών - Υβριδικοί οδηγοί διακλάδωσης

Fig. 18

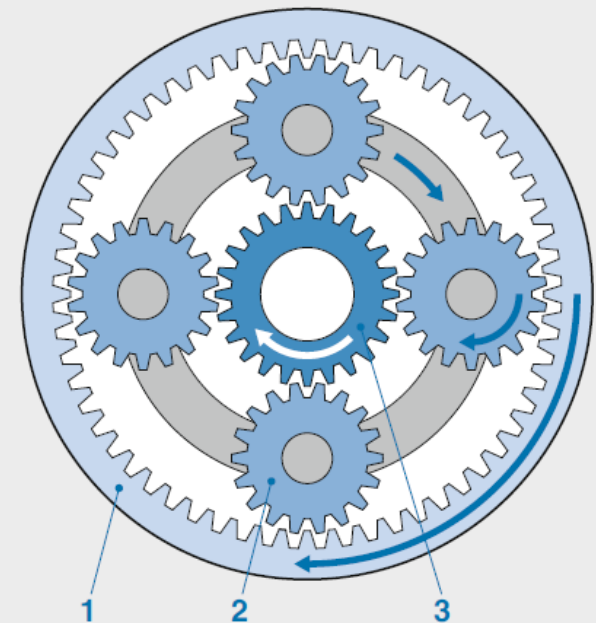
- 1 Internal gear: drives the vehicle's powered axle
- 2 Planetary gears: drive the internal gear
- 3 Sun gear: drives the generator

Fig. 17

- 1 Internal-combustion engine
- 2 Tank
- 3 Planetary-gear set
- 4 Electric motor
- 5 Inverter
- 6 Battery
- 7 Generator



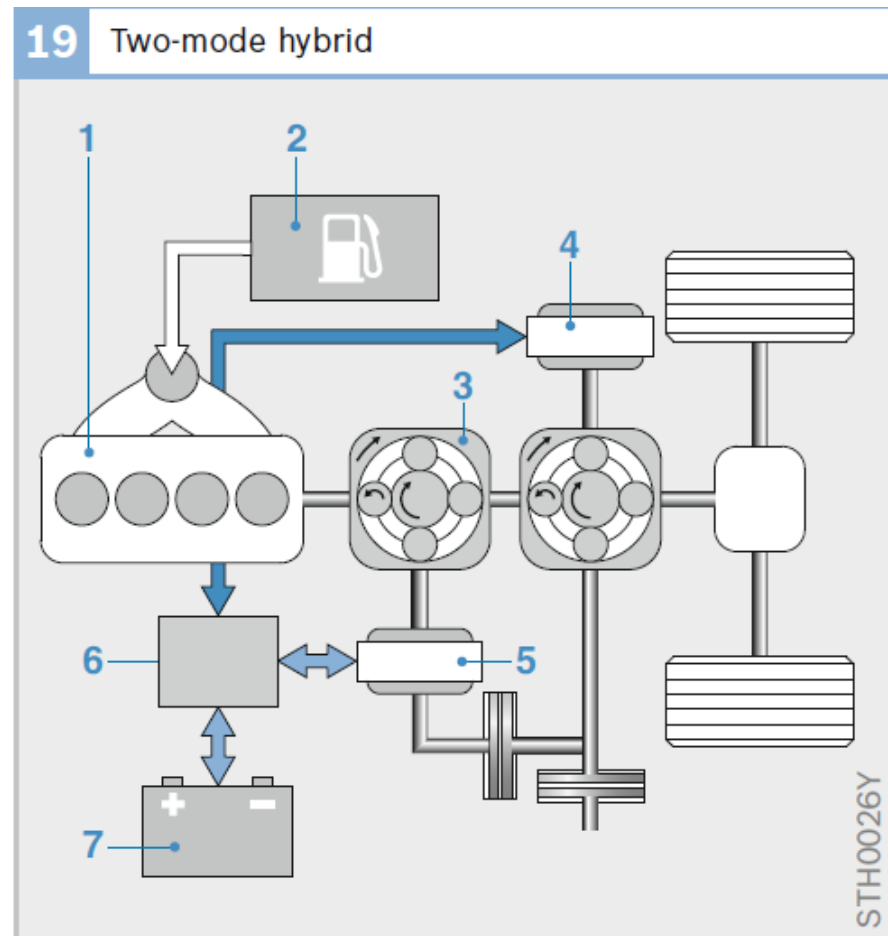
18 Planetary-gear set (load distributor)



Διαρρυθμίσεις Οδηγών - Σύνθετες διατάξεις

Fig. 19

- 1 Internal-combustion engine
- 2 Tank
- 3 Planetary-gear set
- 4 Electric motor (SMG)
- 5 Electric motor (SMG)
- 6 Inverter
- 7 Battery

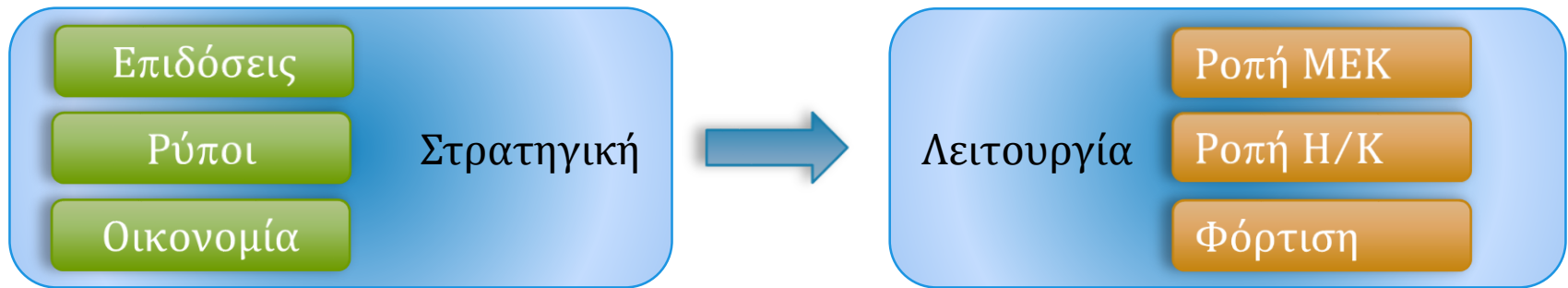


ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Υβριδικοί Σειριακοί Οδηγοί (S-HEV & SP-HEV)
- Υβριδικοί Παράλληλοι οδηγοί (P-HEV)
 - Με ένα συμπλέκτη (P1-HEV)
 - Με δυο συμπλέκτες (P2-HEV)
 - Χωριστού άξονα (AS-HEV)
 - Με διπλό συμπλέκτη (DCT-HEV)
- Υβριδικοί οδηγοί διακλάδωσης
- Σύνθετες διατάξεις

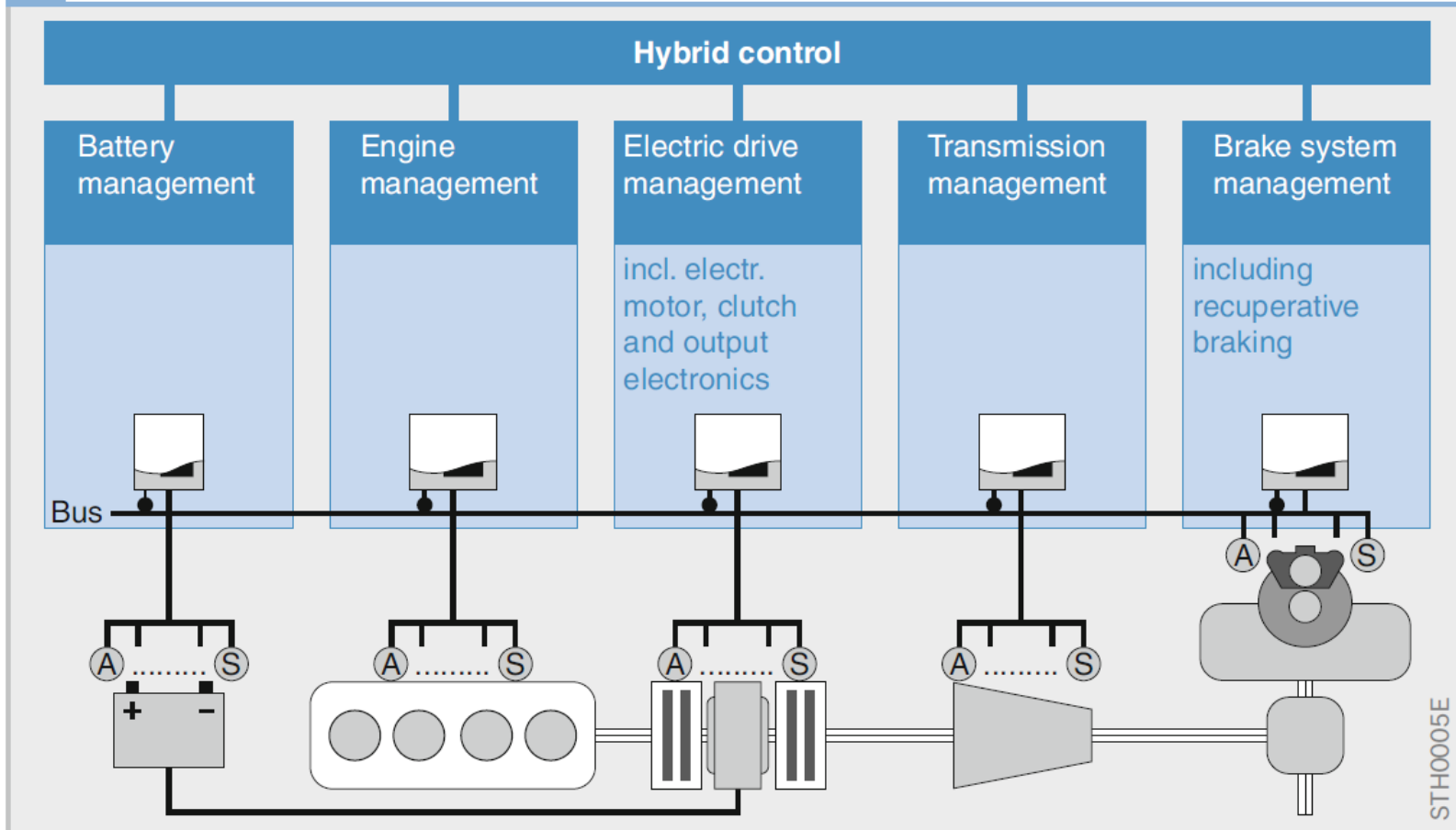
Στρατηγικές Λειτουργίας

Λειτουργία Υβριδικών Οχημάτων



Υβριδικός έλεγχος

20 Networking of control systems in the drivetrain

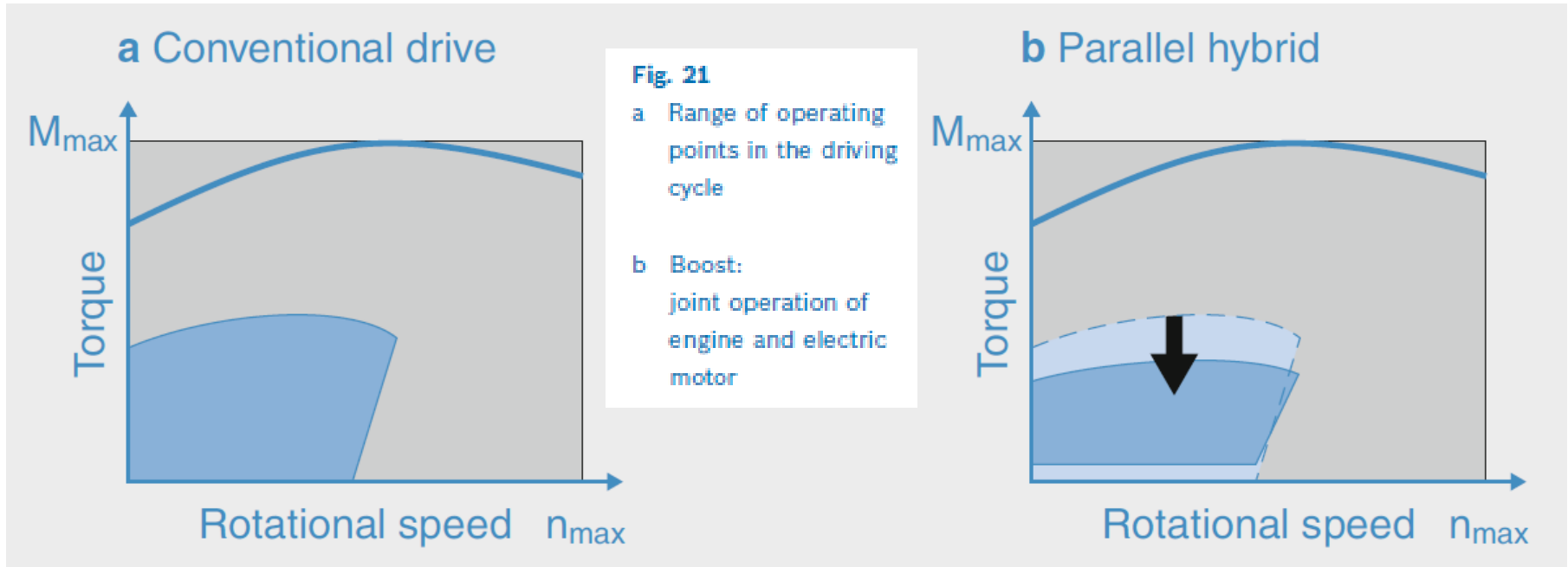


Στρατηγικές Λειτουργίας

Μείωση NO_x

Μείωση CO_2

Στρατηγική Λειτουργίας για Μειωμένες Εκπομπές CO, HC & NO_x (Ντίζελ)



Στρατηγική Λειτουργίας για Μειωμένες Εκπομπές CO₂

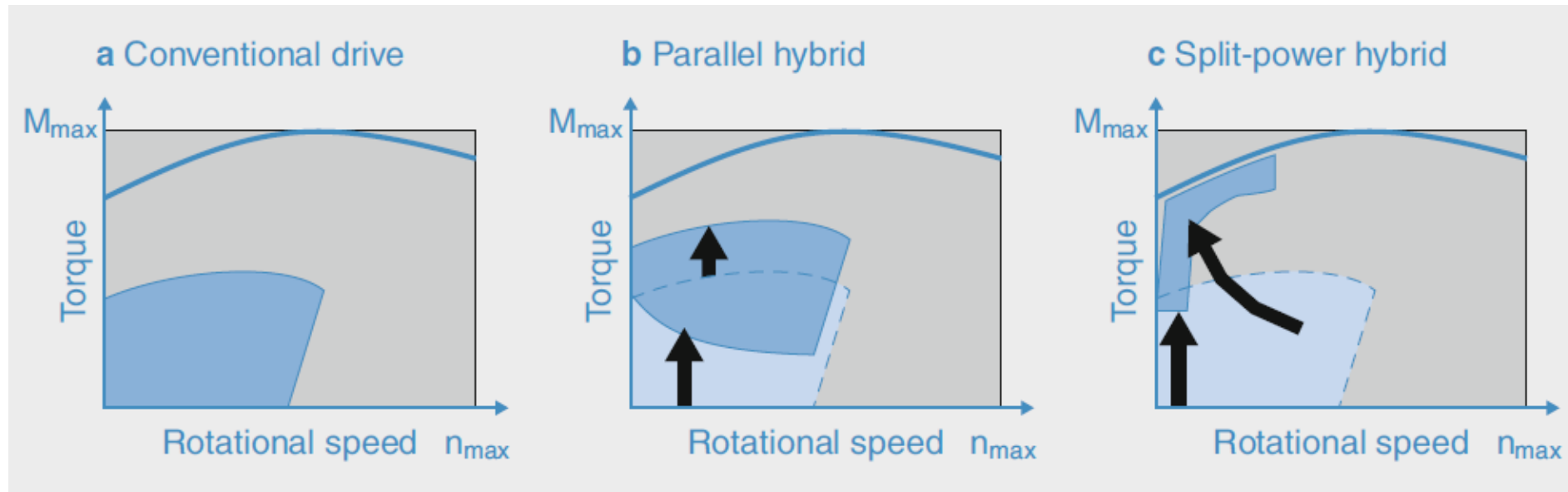


Fig. 22

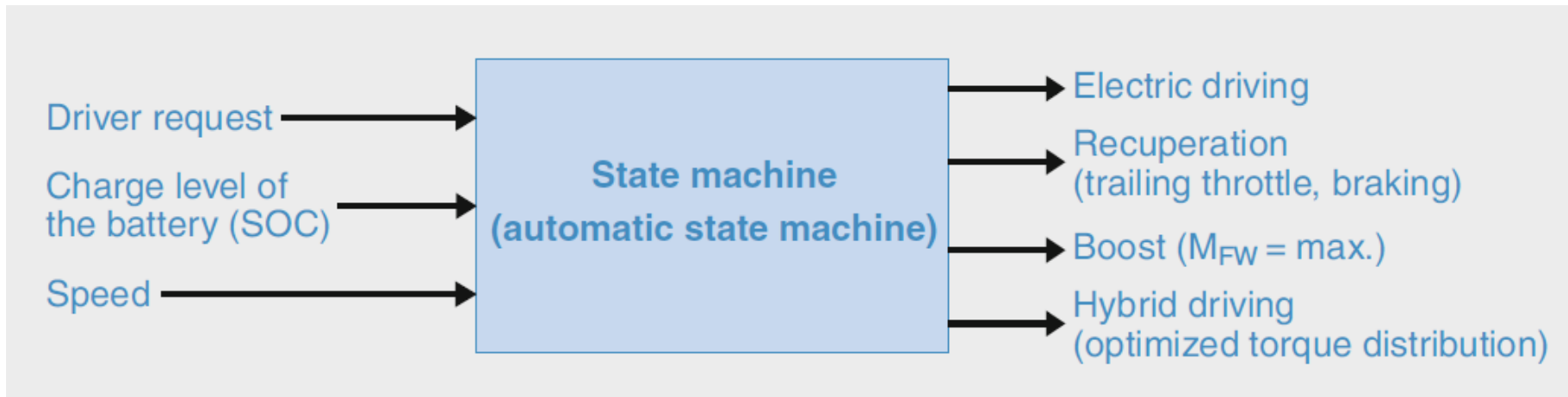
a Range of operating points in the driving cycle

b Avoidance of lower engine loads through purely electric driving with subsequent charging

c eCVT effect: movement of operating points to the optimum energy range of the drivetrain

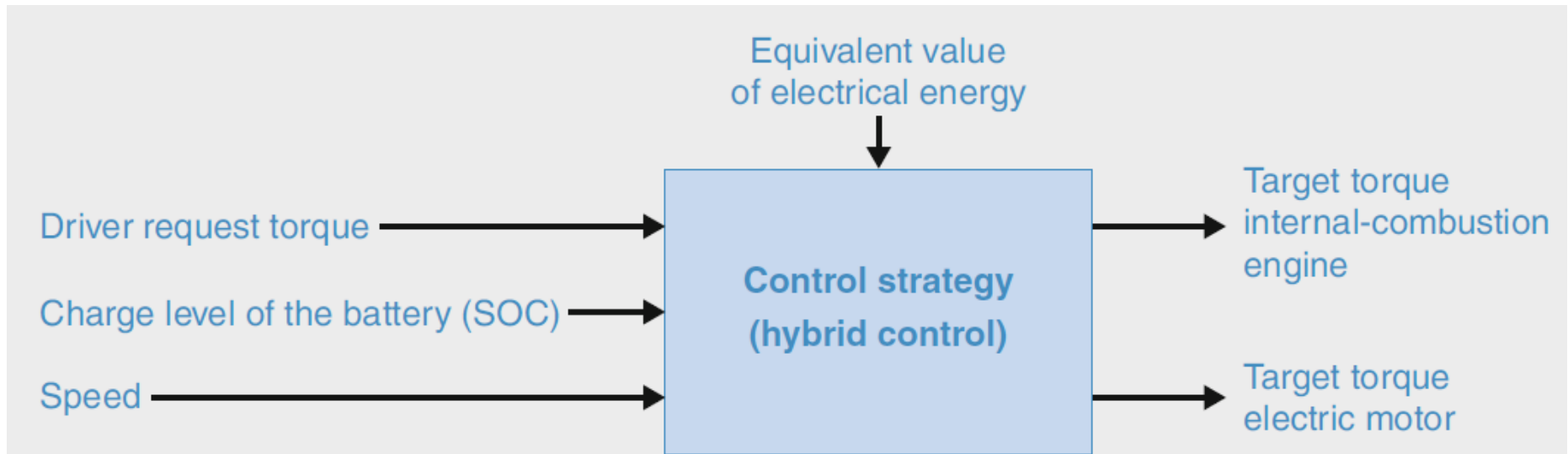
Βελτιστοποίηση του Σημείου Λειτουργίας

Κατανομή της ροπής οδήγησης – Μηχανή Πεπερασμένης Κατάστασης



Βελτιστοποίηση του Σημείου Λειτουργίας

Κατανομή της ροπής οδήγησης – στρατηγική λειτουργίας

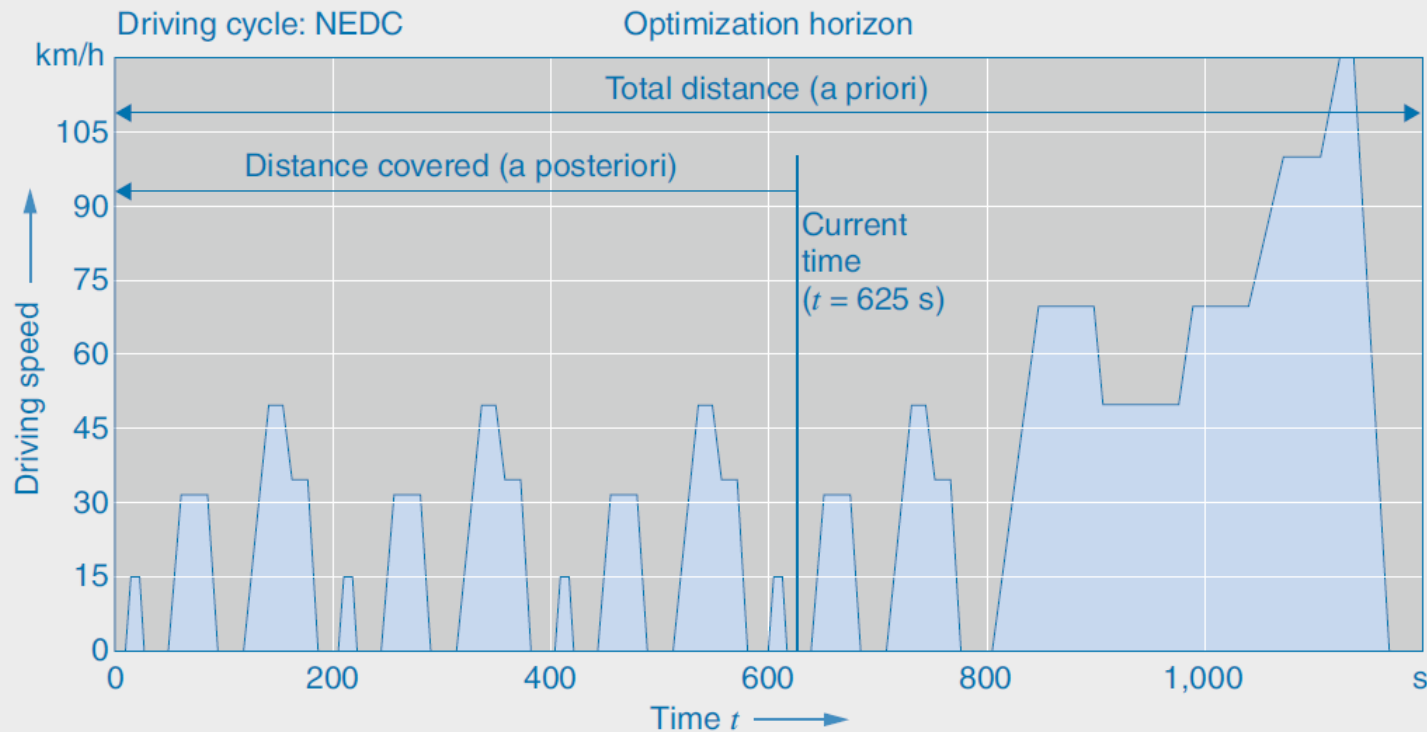


Βελτιστοποίηση του Σημείου Λειτουργίας

Κατανομή της ροπής οδήγησης – στρατηγική λειτουργίας

Καθορισμός της 'ισοδυναμίας' καυσίμου

25 Horizon of different equivalence values

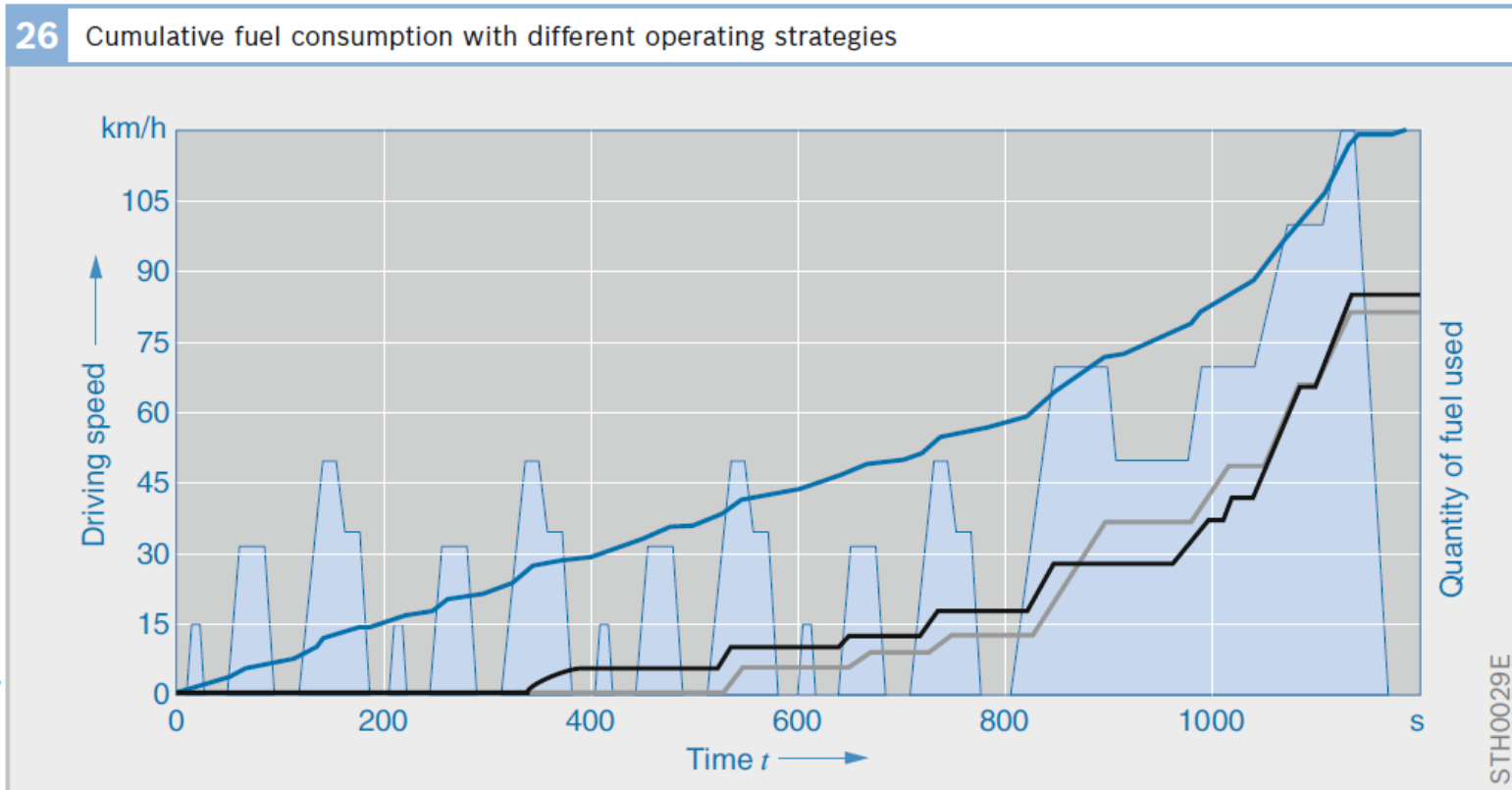


STH0030E

Βελτιστοποίηση του Σημείου Λειτουργίας

Κατανομή της ροπής οδήγησης – στρατηγική λειτουργίας

Καθορισμός της ‘ισοδυναμίας’ καυσίμου



Βελτιστοποίηση του Σημείου Λειτουργίας

Κατανομή της ροπής οδήγησης – στρατηγική λειτουργίας

Στρατηγική παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

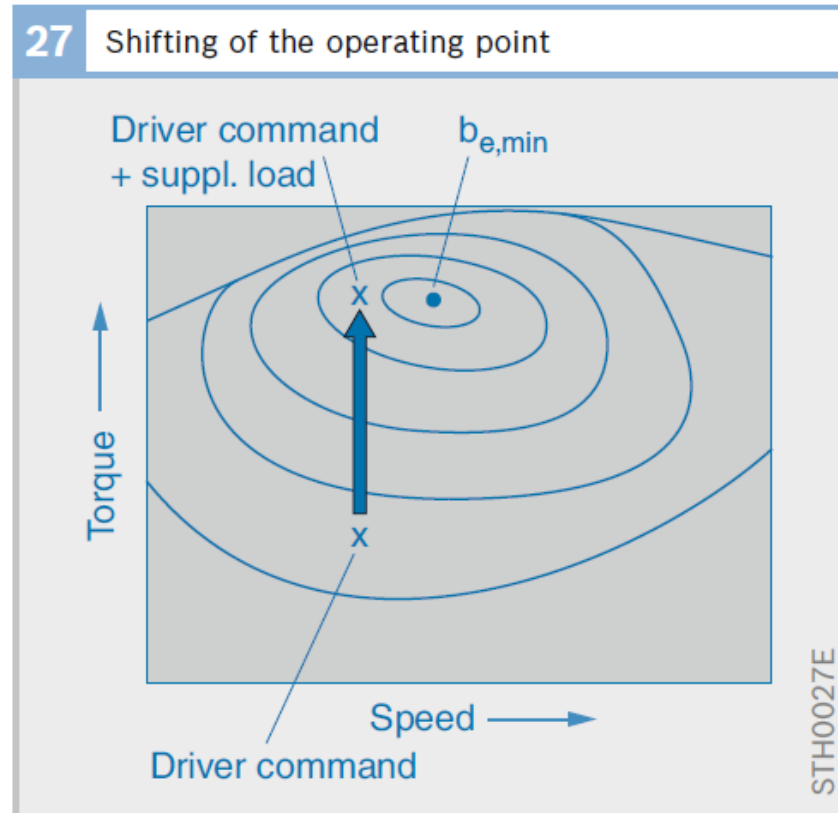


Fig. 27

$b_{e,min}$: minimum effective fuel consumption

Σχεδιασμός Μηχανής Εσωτερικής Καύσης

Κριτήρια Καταλληλότητας

Κύκλος Atkinson

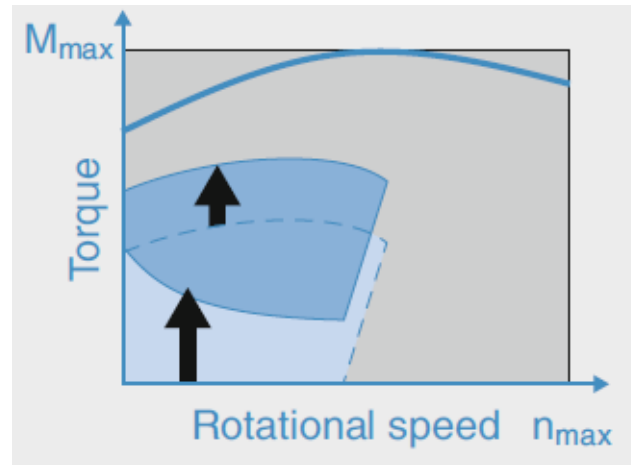
Μείωση μεγέθους (downsizing)

Βελτιστοποίηση από άποψη εκπομπών και κατανάλωσης καυσίμου

Βελτιστοποίηση από άποψη τριβών

ΜΕΚ

Ηλεκτροκινητήρας



Σχεδιασμός Μηχανής Εσωτερικής Καύσης

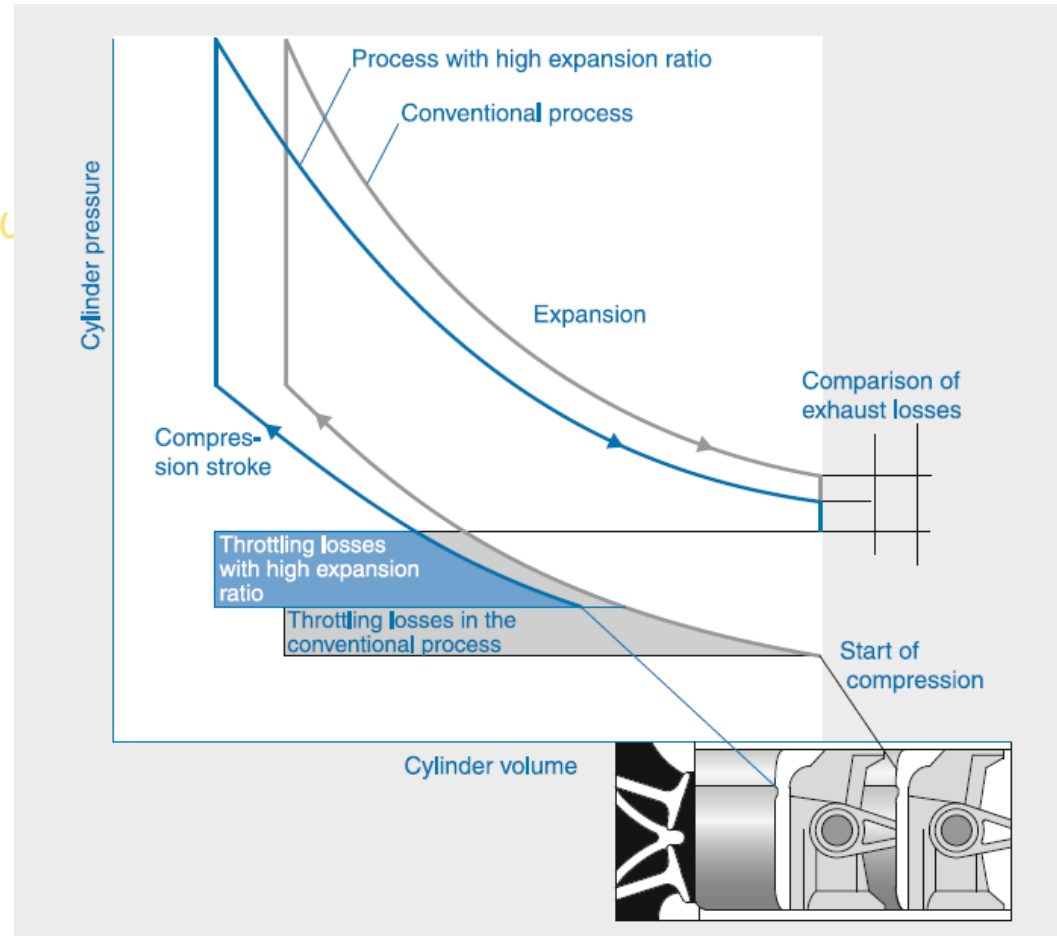
Κριτήρια Καταλληλότητας

Κύκλος Atkinson

Μείωση μεγέθους (downsizing)

Βελτιστοποίηση από άποψη εκπομπών

Βελτιστοποίηση από άποψη τριβών



Σχεδιασμός Μηχανής Εσωτερικής Καύσης

Κριτήρια Καταλληλότητας

Κύκλος Atkinson

Μείωση μεγέθους (downsizing)

Βελτιστοποίηση από άποψη εκπομπών και κατανάλωσης καυσίμου

Βελτιστοποίηση από άποψη τριβών

Σχεδιασμός Μηχανής Εσωτερικής Καύσης

Κριτήρια Καταλληλότητας

Κύκλος Atkinson

Μείωση μεγέθους (downsizing)

Βελτιστοποίηση από άποψη εκπομπών και κατανάλωσης καυσίμου

Βελτιστοποίηση από άποψη τριβών

Σχεδιασμός Μηχανής Εσωτερικής Καύσης

Κριτήρια Καταλληλότητας

Κύκλος Atkinson

Μείωση μεγέθους (downsizing)

Βελτιστοποίηση από άποψη εκπομπών και κατανάλωσης καυσίμου

Βελτιστοποίηση από άποψη τριβών