

4.9 Thermo-electric Drive

4.9.1 Principle

The traction motors of a thermo-electric vehicle do not receive electric energy from a contact line, but from an embedded generator group. This generator converts chemical energy of a fuel in electric energy.

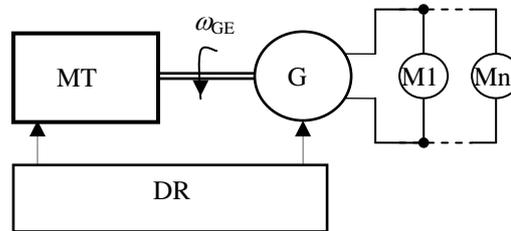


Fig. 4.203A Thermo-electric drive: principle.

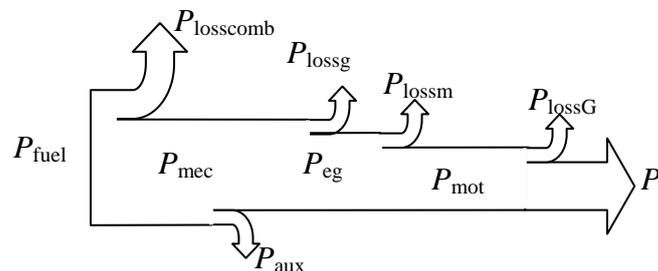


Fig. 4.203B Thermo-electric drive: power flows (arrows widths are not on scale).

The drive counts four steps:

- One thermic machine MT receives a power as fuel flow q and converts it in mechanical power with an efficiency η_{MT} .
- One generator G converts mechanical power in electrical power with an efficiency η_g . The mechanical power as to supply power for auxiliary devices, control device DR and excitation for generator.
- The traction motors convert electrical power in rotating mechanical power with an efficiency η_{mot} .
- The gearing and the wheels convert rotating mechanical power in translation mechanical power at wheelrims with an efficiency η_G .

With all these efficiencies, the effective power at wheelrims P_j do not exceeds 30 % of power in the injected fuel.

$$P_{méc} = \omega_{GE} M_{MT} \tag{4.100}$$

$$P_{méc} = \eta_{MT} e_{carb} q \tag{4.101}$$

$$P_{é} = \eta_g (P_{méc} - P_{aux}) \tag{4.102}$$

$$P_{mot} = \eta_{mot} P_{é} \tag{4.103}$$

$$P_j = \eta_G P_{mot} \tag{4.104}$$

The thermic machine is often a diesel motor (f. ex GTW 2/6 of Stadler) and rarely a gas turbine (Amtrak : JetTrain, SNCF : TGV001). The efficiency of diesel motor depends on its work-point. Modern control devices chose the motor work-point in order to optimize the efficiency for the asked power for traction and auxiliaries (curve AC on figure 4.205). In the

traction vehicles for passenger trains, the generator group has to provide *hotel power* (heating or air conditioning, lighting...).

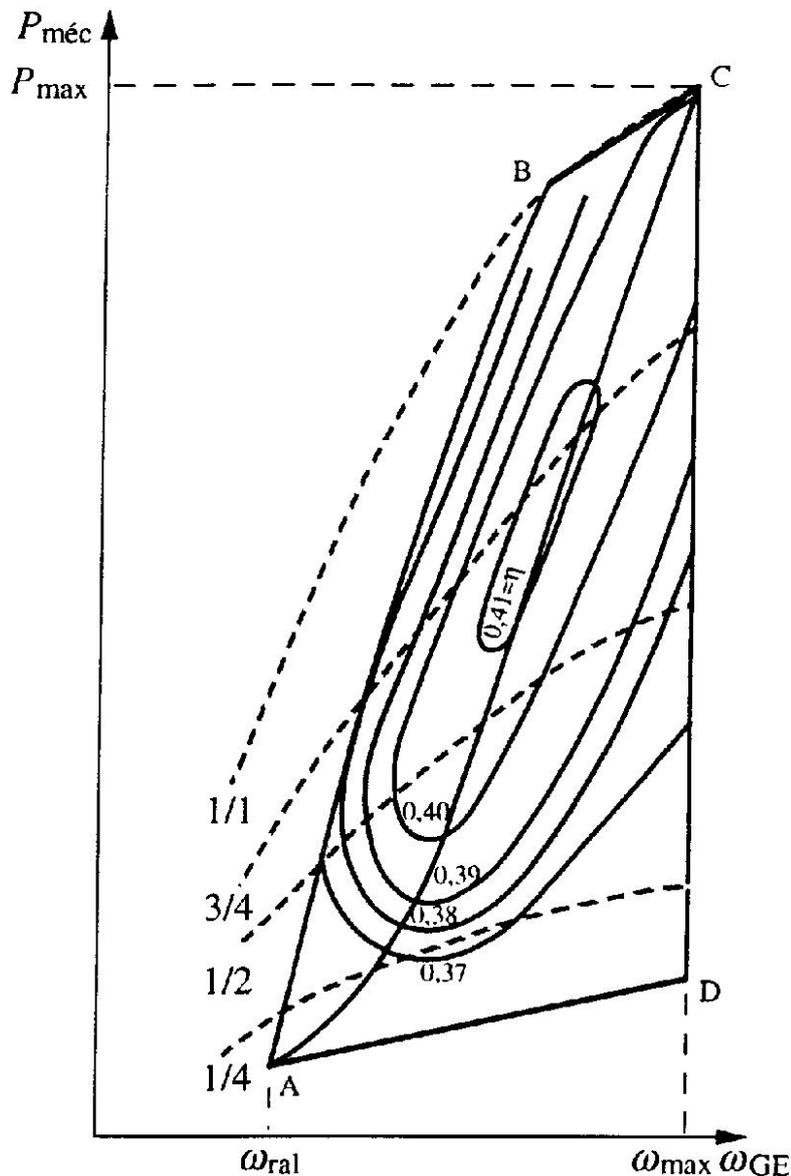


Fig. 4. 205 Efficiency of diesel motor on power-speed characteristic.

The curve AD is the lower limit to avoid the fouling of diesel motor, the curve AB is the upper limit to avoid too much smoke rejection and the curve BC corresponds at the full opening of fuel injectors. The diesel motor efficiency not exceeds much 40 %, and only for power between half and three quarters of maximal power.

Unlike on pure electric vehicles, the traction motors cannot be used other their continuous power, because total power is limited by the generator group, this gives a really stretched traction characteristic (fig.4.215) typical on diesel traction vehicles. The maximal effort decreases at low speed yet and the residual effort at maximal speed is very low.

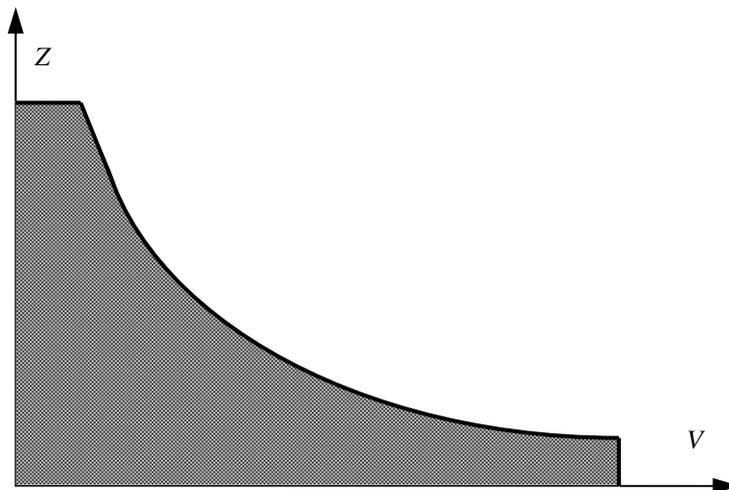


Fig. 4.215 Diesel-electric drive: characteristic traction versus speed.

La génératrice a connu trois stades de développement :

1. Au début, ce fut au début une machine à collecteur à trois enroulements d'excitation – série, shunt et séparée – dont on ajustait le point de fonctionnement par le courant d'excitation fourni par la batterie et amplifié par une machine spécifique entraînée par le moteur thermique (fiche 8.10.1). D'autres variantes de réalisation ont aussi été appliquées.
2. Dès la fin des années '60, on a utilisé une machine synchrone suivie d'un redresseur triphasé à diodes. Le point de fonctionnement est ajusté par le courant rotorique fourni par une machine d'excitation (fiche 8.10.5).
3. Dès 2000 environ, certaines réalisations font appel à une machine asynchrone suivie d'un pont triphasé commandé. Le point de fonctionnement est réglé par la différence entre la fréquence de la génératrice et celle du pont en régime redresseur. Avec cette structure, on peut, en freinage, couper l'alimentation du moteur diesel, la machine asynchrone fonctionnant alors en moteur pour fournir la puissance aux auxiliaires et le pont triphasé fonctionnant en onduleur.

Les moteurs de traction furent au début des moteurs à collecteur à excitation série, comme en traction électrique pure. Ils étaient branchés en parallèle aux bornes de la génératrice (à collecteur ou synchrone redressée). Dès le début des années '80, on adopta des machines asynchrones alimentées par ponts triphasés à fréquence variable (fiche 8.10.3).

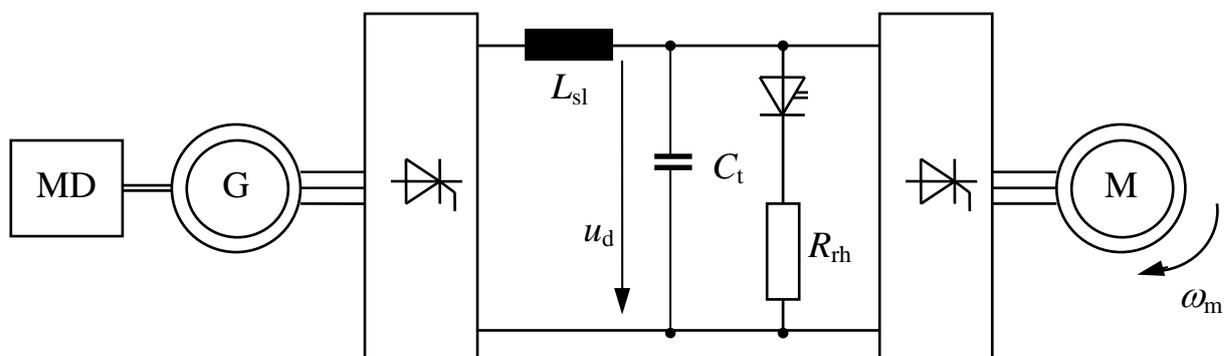


Fig. 4.227 Entraînement diesel-électrique: transmission asynchrone–continu–asynchrone.

Dans les piles à combustibles, la conversion de la puissance du carburant (Hydrogène) à la puissance électrique se fait sans passer par une puissance mécanique. La puissance électrique est produite sous forme de tension continue assez basse, mais avec un courant assez élevé, ce qui amène à choisir un hacheur élévateur de tension avant le circuit intermédiaire.

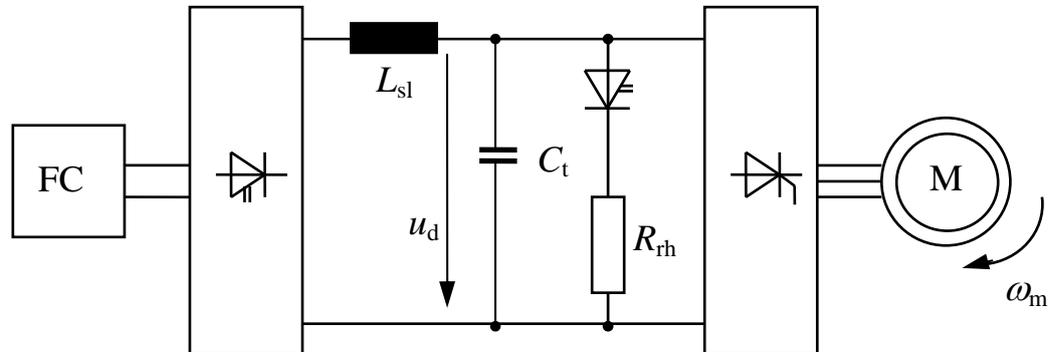


Fig. 4.228 Entraînement à pile à combustible: transmission continu–continu–synchrone.

On peut souligner quelques avantages et inconvénients d'une telle chaîne de traction par rapport à une chaîne diesel-électrique (2003), mais susceptibles d'évoluer ces prochaines années.

- Meilleur rendement (70 % au lieu de 30 %).
- Gaz d'échappement formés de vapeur d'eau.
- Stockage de carburant nettement plus délicat.
- Stations service plus complexes.
- Encombrement plus important.
- Prix d'achat plus élevé.
- Entretien plus important.
- Fiabilité plus faible.