

Les entraînements hybrides à répartition de puissance offrent différentes variantes d'entraînement en raison de leur structure à deux moteurs électriques et à engrenages planétaires (voir article : Hybride, répartition de puissance). En raison de la disposition du train planétaire, une distinction peut être faite entre un étage d'entrée et un étage de sortie.

## Input-Split

Avec un système de répartition d'entrée, tel qu'utilisé dans la Toyota Prius, le train planétaire est situé directement à la suite du moteur à combustion (Fig. 1). Dans ce cas, le moteur thermique est relié au porte-satellites, l'e-machine 1 au planétaire et l'e-machine 2 à la couronne. De ce fait, la puissance du moteur à combustion est divisée en une partie mécanique et une partie électrique. Il n'y a pas de pertes majeures dans la partie mécanique. Le frottement des roulements et le frottement dans une éventuelle boîte de vitesses ne représentent pas 5 %, un rendement de 95 % ou plus peut donc être atteint ici. Côté électrique, les deux e-machines sont à prendre en compte. Au point de fonctionnement optimal, celles-ci ont des rendements allant jusqu'à 95 %, mais diminuent dans les plages de faibles charges. Le rendement des onduleurs se situe entre 90 et 95 %, ce qui donne un rendement global idéal maximal de 80 %. Par rapport à un hybride série, l'efficacité est meilleure mais légèrement moins bonne qu'un l'hybride parallèle. Le rendement change en fonction de la répartition de la puissance. Si aucune puissance ne transite par la partie électrique mais seulement du côté mécanique, le rendement est donc au maximum. Selon le mode de fonctionnement, ce système peut également produire une « puissance réactive négative ». Cependant, cela ne doit pas être confondu avec la puissance réactive, qui est causée par un déphasage. Ceci décrit l'état dans lequel l'e-machine 1 fonctionne comme un moteur et tire l'énergie électrique de l'e-machine 2, qui fonctionne comme un générateur. Ainsi, la puissance du moteur thermique

est inversée et considérée comme négative. Pour cette raison, l'e-machine 2 est principalement utilisée comme moteur. Grâce au train planétaire, il n'y a pas besoin d'embrayages entre le moteur à combustion et les e-machines. Lorsque le moteur à combustion est démarré, il est relié à l'e-machine 2 via le train planétaire (voir article : pignon, train planétaire). Lors d'une conduite purement électrique avec le moteur thermique éteint, le véhicule est entraîné par le moteur électrique 2. Il convient de noter que les deux e-machines sont connectées via l'engrenage planétaire. Cette circonstance signifie que l'e-machine 1 doit tourner dans le sens opposé, car le moteur à combustion est à l'arrêt et sinon l'e-machine 2 ne pourrait pas tourner.

## Output-Split

Avec l'étage de sortie (Fig. 2), l'engrenage planétaire est déplacé vers l'arrière du groupe motopropulseur. En conséquence, les deux branches d'entraînement sont réunies avant l'entraînement final. Le pignon planétaire est relié à l'e-machine 2, le porte-satellites à l'e-machine 1 et au moteur thermique. Dans cet agencement, la distribution de puissance ne peut plus être clairement divisée en une branche mécanique et une branche électrique. L'e-machine 1 est également située entre le moteur à combustion et le train planétaire. Lorsque l'on considère le rendement, cette combinaison signifie que l'on considère le rendement de l'e-machine 2 dans une branche et la combinaison de l'e-machine 1 et du moteur à combustion dans l'autre branche. Si l'on calcule avec les mêmes valeurs qu'avec le split d'entrée, on obtient des valeurs de rendement similaires. Le meilleur rendement est atteint ici en utilisant que la puissance de la branche purement électrique. Dans cet agencement, l'e-machine 1 est à nouveau principalement utilisée comme générateur et l'e-machine 2 comme moteur d'entraînement. En raison de la ramification, cependant, plusieurs modes de conduite sont également possibles ici.

## Systèmes à embrayages

Des embrayages sont également installés dans l'Opel Ampera (Fig. 3). L'embrayage C1 est situé entre le moteur à combustion et l'e-machine 1. Un autre embrayage C2 est utilisé entre le train planétaire et l'e-machine 1. De plus, il y a un embrayage (frein) C3 dans le train planétaire, avec lequel le moteur à combustion et l'e-machine 1 seront bloqués. Ceci évite les pertes de traînée lors de l'entraînement par l'e-machine 2. Avec cette expansion, cependant, il devient difficile de faire clairement la différence entre un concept à répartition de puissance et un concept hybride en série. Selon la combinaison dans laquelle les embrayages sont fermés et ouverts, il est également possible de d'obtenir un hybride en série. Aux faibles vitesses et faibles charges, les embrayages C1 et C2 sont ouverts et C3 est fermé. Cela signifie que l'e-machine 2 est utilisée pour entraîner de manière purement électrique. Si la charge augmente, l'e-machine 1 peut être mise en marche via C2 (desserrage de C3). En conséquence, le véhicule est propulsé par les deux moteurs électriques et roule toujours purement électriquement. Si l'état de charge continue de diminuer dans ce mode, le moteur à combustion devra être allumé à un moment donné. Si l'embrayage entre l'e-machine 1 et le train planétaire est maintenant ouvert, la structure correspond à un entraînement hybride en série. Le moteur à combustion entraîne l'e-machine 1 et génère ainsi l'énergie électrique nécessaire pour entraîner l'e-machine 2. La dernière variante pouvant être mise en œuvre est l'entraînement par les trois unités d'entraînement. Ainsi, en fonctionnement à répartition de puissance, les deux branches sont réunies dans l'engrenage planétaire de l'entraînement.

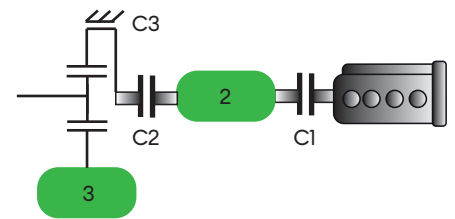


Fig. 3 : Output-Split avec les embrayages C1, C2 et C3

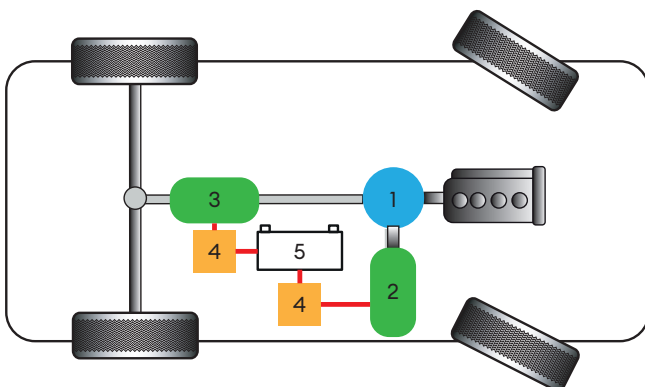


Fig. 1 : Input-Split  
1. Train planétaire

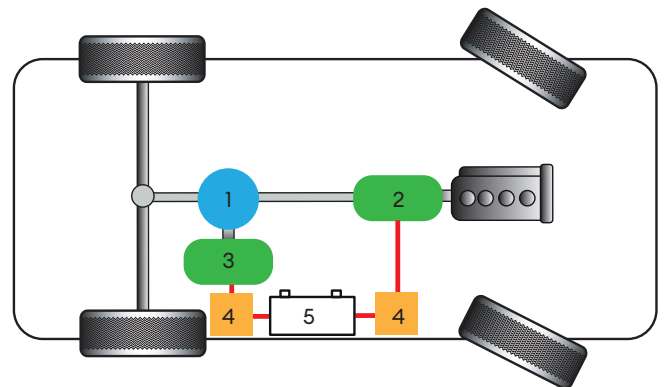


Fig. 2 : Output-Split

2. E-Machine 1 3. E-Machine 2 4. Électrique de puissance 5. Batterie HV