

# Híbridas e avançadas

**A**s transmissões híbridas são, atualmente, a tecnologia mais avançada em transmissão motor-rodas motrizes. Fazem parte de uma unidade funcional, juntamente com o conjunto de elementos CoVP (*Continuously Variable Power*), ou seja, o motor térmico e as unidades elétricas ou motogeradores que equipam o veículo, de modo que são dependen-

tes uns dos outros e não podem trabalhar de forma independente. Seu funcionamento depende de unidades de controle altamente especializadas, que controlam todos os processos: distribuem a potência entre os ramos térmico e elétrico; selecionam a relação de transmissão da caixa de câmbio; aceleram o motor e sincronizam o ponto de troca da marcha; comandam os componentes utilizados nas ma-

As transmissões híbridas, o que há de mais moderno em transmissão de rodas motrizes, equipada com diversos modelos de câmbio, aos poucos, chega também aos trato-

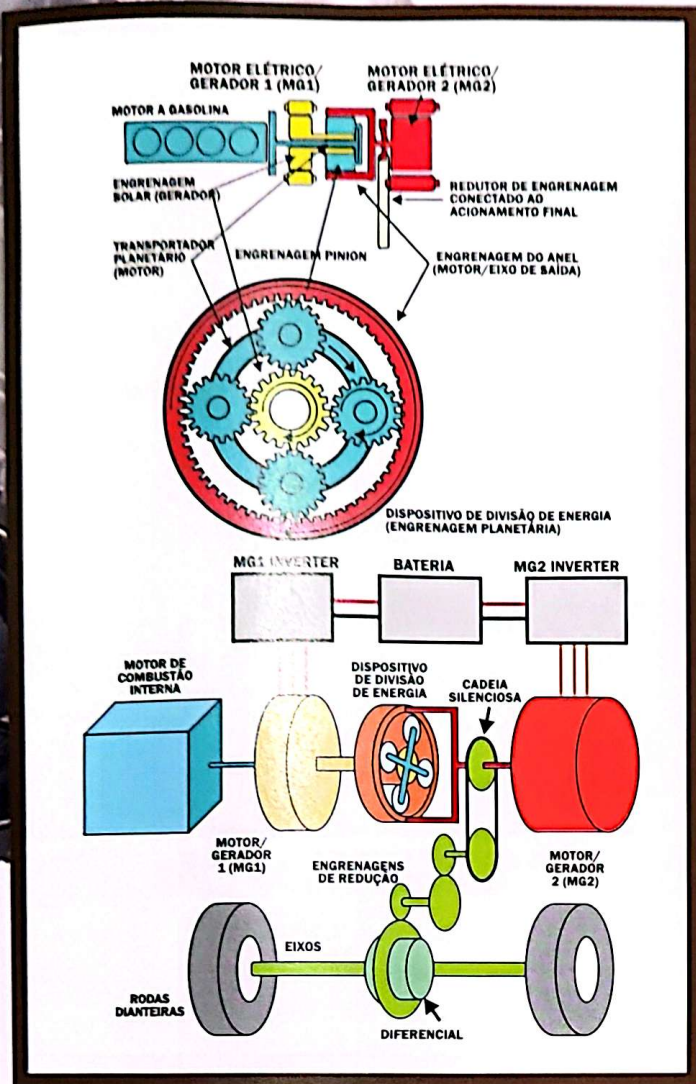
nobras; buscam o ponto mais eficaz do motor térmico; ativar a recarga das baterias, quando necessário.

A melhor maneira de aproveitar esta tecnologia consiste em descrever suas modalidades já comercializadas e outras em desenvolvimento.

## Toyota Prius

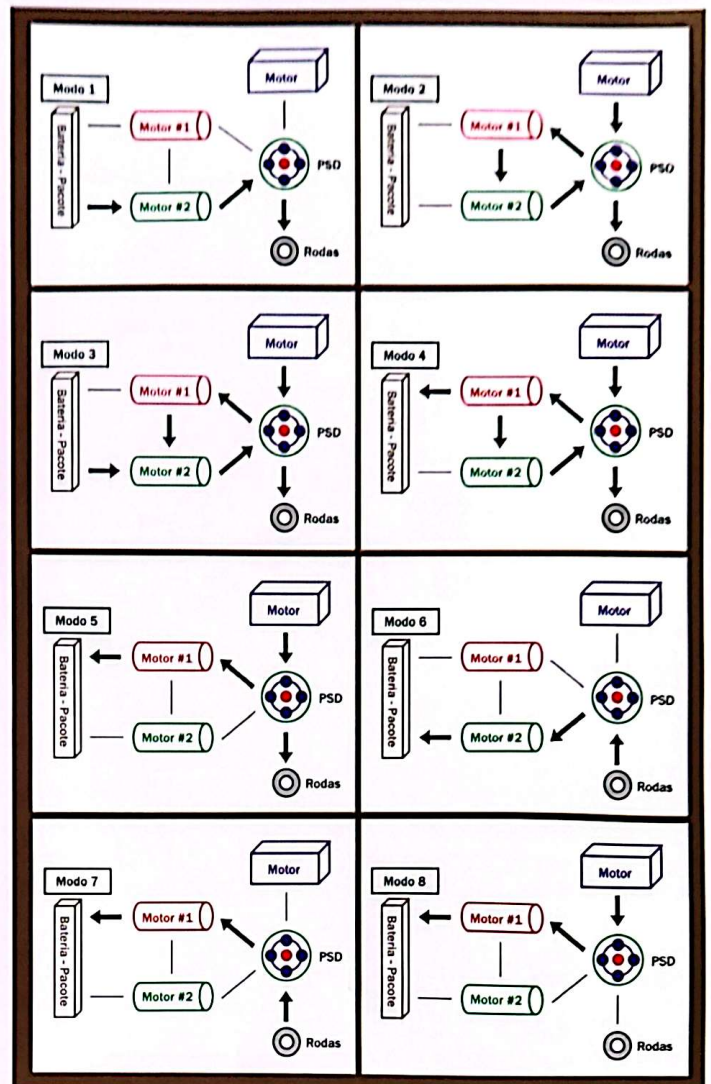
O Toyota Prius é um veí-

Figura 1 - Toyota Prius híbrido, com transmissão híbrida variável, HyVT



Fonte: documentação da Toyota

Figura 2 - modos de operação do Toyota Prius



Fonte: documentação da Toyota

lo com motor térmico de 1,5 litro de volume deslocado (esta versão foi escolhida), movido a gasolina, com uma bateria de 201,6 V e dois motogeradores elétricos de 10 e 50 kW. Incorpora o sistema HSD (*Hybrid Synergy Drive*), baseado em um Sistema Planetário (Figura 1), no qual o porta-satélites (Carrier) recebe o movimento do motor térmico e o pinhão central (Planet, Sun) recebe de um dos motores elétricos, MG1. A coroa (Ring), integrada com o outro motor elétrico, MG2,

transmite o movimento para as rodas, através de uma pequena caixa de câmbio. Os modos de trabalho são apresentados na


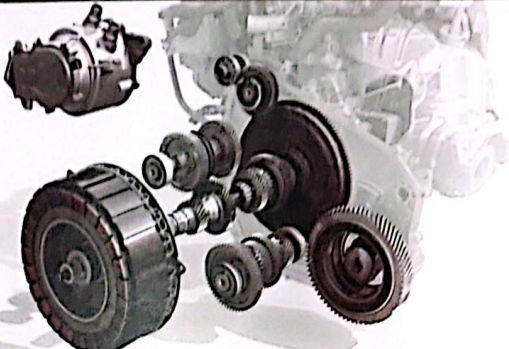
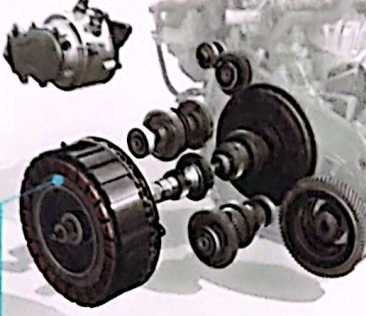
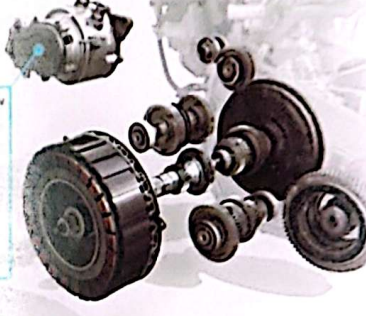
Tabela 1 e Figura 2.

Evidentemente, esta é uma transmissão de múltiplos modos. No modo 7, se o veícu-

Tabela 1 - modos de operação do Toyota Prius

1	Elétrico puro ou modo silencioso
2	Motor térmico e elétrico
3	Plena potência com Motor térmico, elétrico e bateria proporcionando potência adicional
4	Motor térmico e elétrico e carregamento da bateria
5	Motor térmico e carregamento da bateria
6	Regeneração (Frenagem)
7	Regeneração (aproveitamento do excesso de energia)
8	Partida e aquecimento

Figura 3 - acima, esquerda: motor; acima, direita: caixa de câmbios; abaixo, esquerda: EIMo, abaixo, direita, MoG (HSG)

 <p><b>ICoE</b> e-Motor Gasolina 1.6 S</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* 114M Gen3 91 CV</li> <li>* Atmosférico y Ciclo Atkinson</li> <li>* Filtro Partículas</li> <li>* EGR Refrigerada</li> <li>* Admisión Variable</li> <li>* Cadena Distribución</li> <li>* Doble inyector</li> <li>* Inyección indirecta</li> <li>* Cilindros Plasma</li> <li>* Bomba de agua eléctrica</li> </ul>	
<p><b>EIMo</b> Motor 1 Tracción</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* 35 Kw (49 cv) - 230 v ( CA)</li> <li>* 49 Kw (67 cv) - 400 v ( CA)</li> <li>* Tracción eléctrica / híbrida</li> <li>* Carga batería de tracción</li> <li>* Engranado directo a Caja V.</li> </ul> 	<p><b>MoG</b> Motor 2 Secundario</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* 15 Kw (20 cv) 230 v / 25 Kw (34 cv) 400 v</li> <li>* Motor de arranque y generador</li> <li>* Sincroniza el cambio de marchas</li> <li>* Transición Híbrida</li> <li>* Carga batería 12 v</li> <li>* Carga Batería Tracción</li> <li>* Aporta Extra de potencia / 1.5x</li> <li>* Engranado al motor de gasolina</li> </ul> 

<https://www.youtube.com/watch?v=UkjhdVDE>

lo desacelerar, o motor 2 atua como um gerador acionado pelas rodas e carrega a bateria. No modo 8 ocorre o arranque e, se for necessário, mais calor para o funcionamento do catalisador.

## Renault Lo-Co Box

A transmissão dos carros elétricos da Renault na Europa, com tecnologia E-Tech (Clio, Megane, Captur), representa um exemplo da realização comercial de uma Transmissão Híbrida Especializada DHET. Compreende (Figura 3) um motor térmico (ICoE), dois motores elétricos, o motor de tração principal para acionamento das rodas (EIMo) e um motogerador auxiliar (MoG) (que apa-

rece na documentação da empresa como HSGm (High Voltage Starter Generator), além de uma caixa de engrenagens com quatro relações, para o modo térmico puro, e uma unidade de controle que governa a caixa, através de três acoplamentos: C1, C2 e C3 para atingir os modos térmico, elétrico e híbrido.

O motor térmico fornece 92 cv a 5.600 rpm e um torque máximo de 144 Nm a 3.200 rpm. Sua missão é impulsionar as rodas e gerar energia elétrica. O motor elétrico principal ou de tração, EIMo (ME), fornece uma potência máxima de 49 kW e 205 Nm de torque. Ele é usado para impulsionar as rodas e gerar eletricidade, especialmente aproveitando a regeneração de potência nas frenagens. O motor elétrico au-

xiliar, MoG (HSG), produz 25 kW e 50 Nm de torque. Está sempre unido ao motor térmico e é usado para ligar o motor térmico, gerar eletricidade ao operar no modo Elétrico com motor auxiliar (geralmente, híbrido em série) e para ajustar a velocidade do motor térmico nas mudanças de marcha. A condução sob carga do motor elétrico é mais rápida e mais precisa do que a do térmico, e ao estarem sempre conectados, ICoE e MoG, o ajuste do motor térmico é melhorado. A presença deste motor elétrico auxiliar também permite a partida com um arranque mais rápido e silencioso do motor térmico.

## Transmissões híbridas em tratores agrícolas

Nos tratores de baixa potên-

cia, se está trabalhando de forma muito promissora com a propulsão híbrida e alguns elementos de diversas máquinas agrícolas utilizando transmissões híbridas.

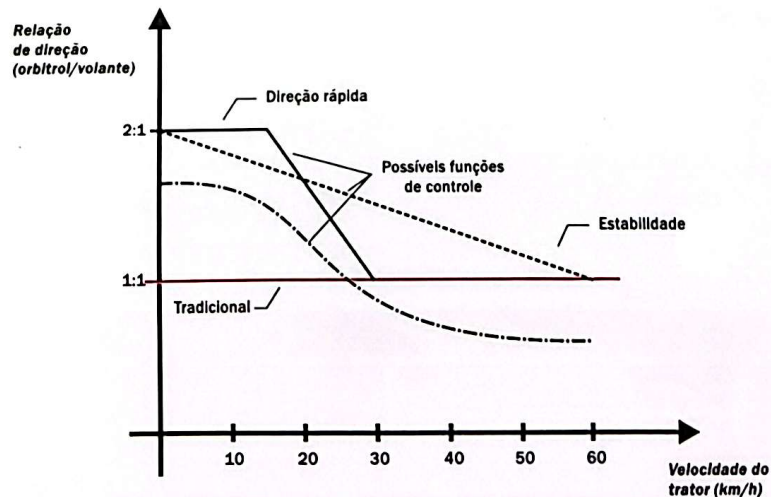
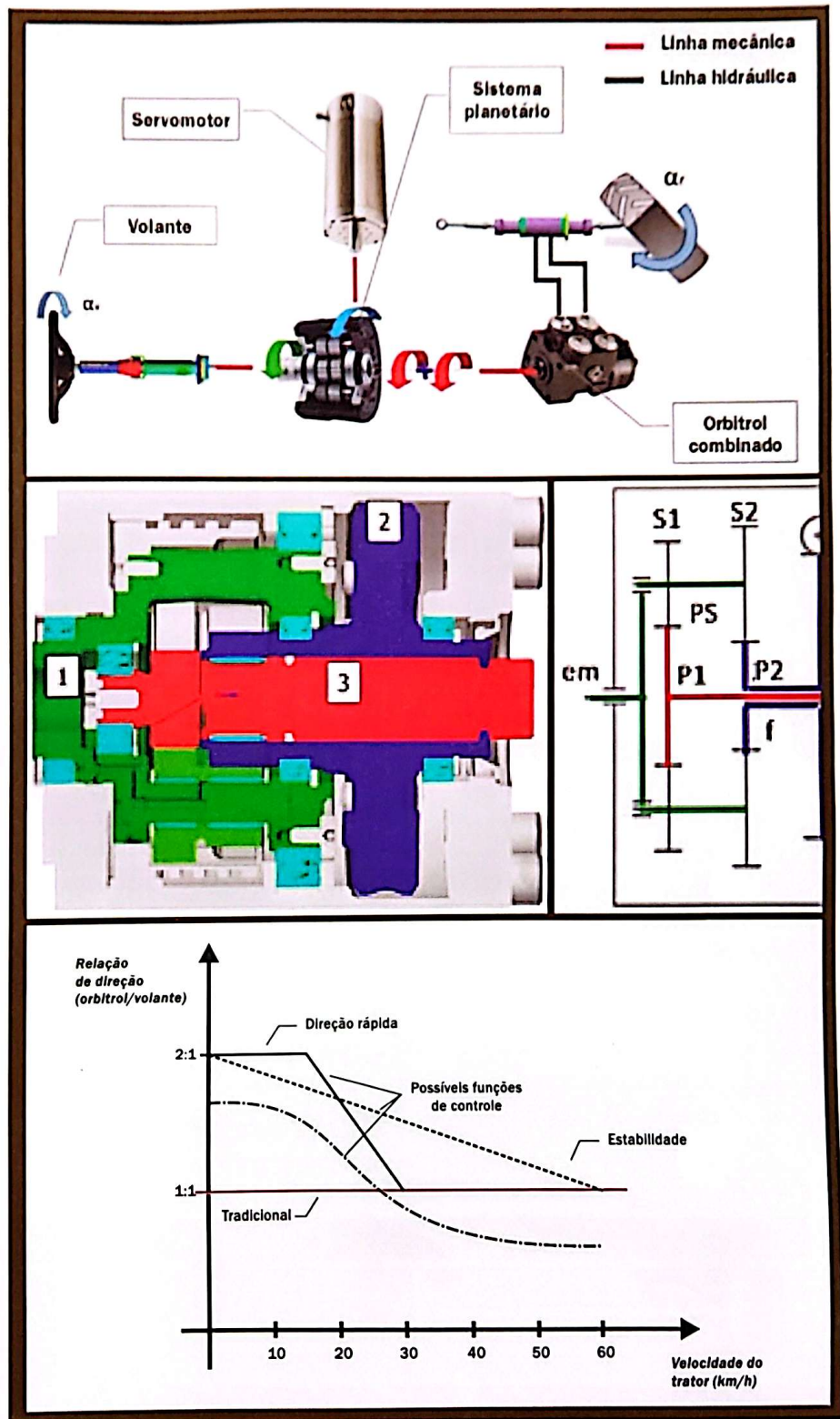
### Deutz Steering Pro

Num sistema de direção contínua (Figura 4), que intercala entre o volante e a direção hidrostática (orbitrol) uma unidade CVT do tipo planetário somador, constituída de um sistema planetário composto e um servomotor como variador. A entrada para a unidade CVT é o porta-satélites (PS) do sistema planetário, o planetário 1 é a saída para a direção hidrostática e o planetário 2 é unido ao variador, alcançando assim a variação contínua da relação de direção (ângulo de giro do volante e da direção). É uma transmissão híbrida, porque possui dois CVPs: o motor térmico e o servomotor, que se convertem nas duas fontes de energia para o sistema planetário composto.

### Tomada de Potência Híbrida New Holland

Em 2020, a New Holland obteve a patente para uma tomada de potência híbrida (Figura 5) que equipa dois motores geradores e oferece seis modos de funcionamento, dependendo da atuação dos órgãos de comando, que estão resumidos na Tabela 3. Portanto, é multimodo e híbrida, porque pode receber potência mecânica (do motor térmico) e elétrica e até mesmo energia elétrica de uma fonte externa.

Figura 4 - sistema Deutz Steering Pro. 1: entrada pelo porta-satélites; 2: flutuante (planetário 2); 3: saída em sentido à direção hidrostática (planetário 1)



Fonte: documentação da Deutz

### Transmissão John Deere

A Transmissão John Deere,

com Patente US 10 647 193 B2 12 de maio de 2020, consiste em um motor térmico (ICE, nú-

Figura 5 - tomada de potência híbrida, multimoto New Holland, de acordo com a patente WO 2020/015968 A1

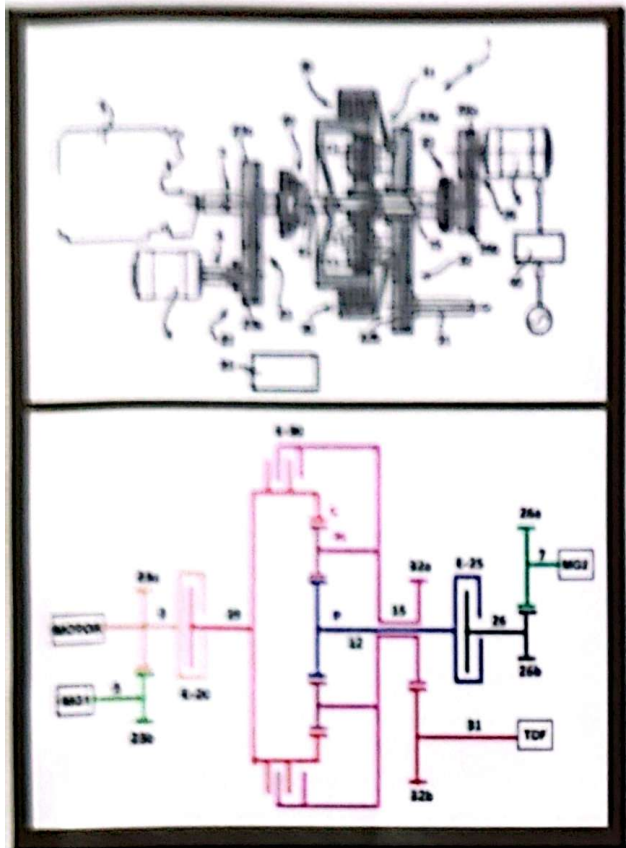
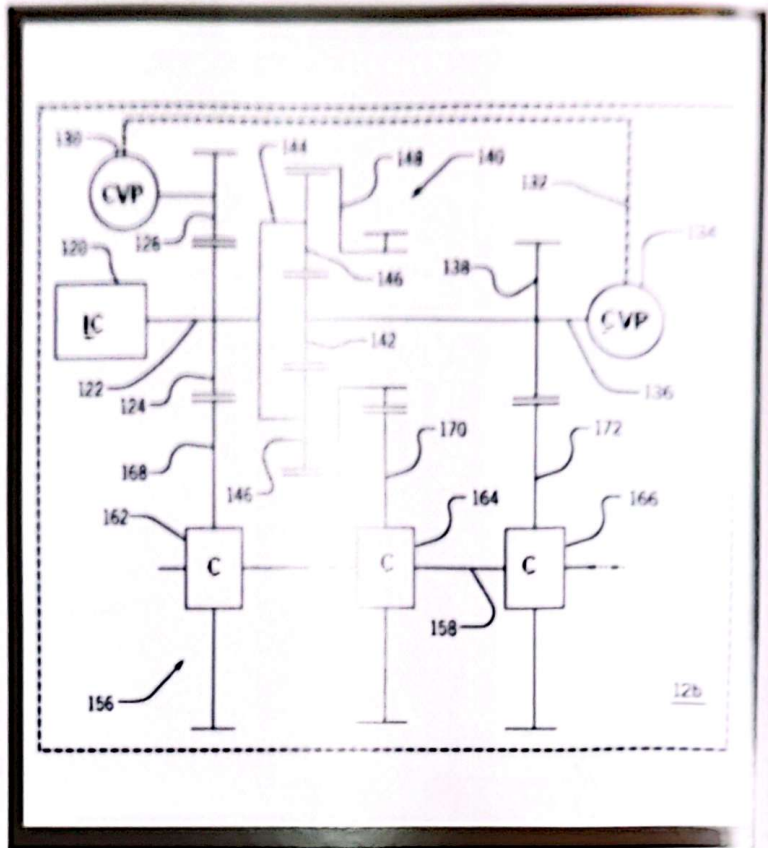


Figura 6 - transmissão múltiplos modos da patente da John Deere US 10 647 193 B2 12 de maio de 2020



mero 120), duas unidades de potência continuamente variáveis (CVP), hidráulicas ou elétricas, números 130 e 134 na figura, um sistema planetário composto 140 e três embreagens que determinam o modo de funcionamento da transmissão, números C1 (162), C2

(164) e C3 (166), localizados no eixo 158 de saída do sistema de caixas de engrenagens para o resto da transmissão.

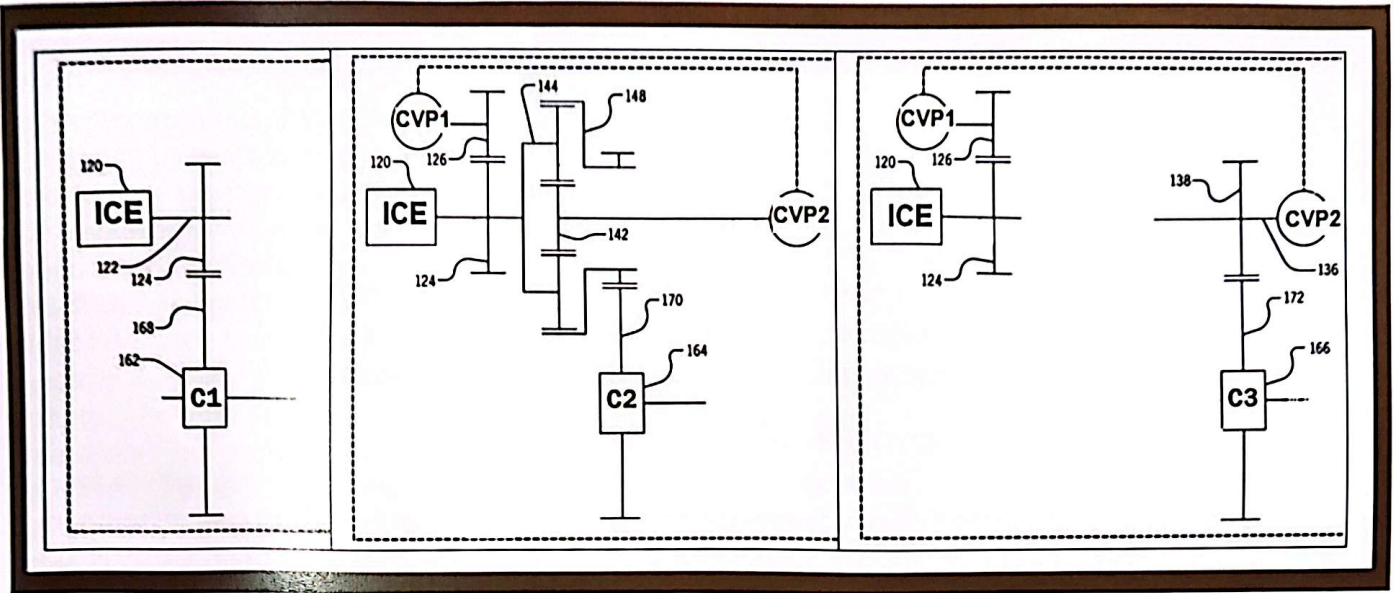
O motor se estende para o eixo 122, que se converte no porta-satélites 144 do sistema planetário composto 140. Também no eixo 122 está o pi-

nhão 124, em engate constante com os pinhões 126 (que aciona o elemento CVP1) e 168, que se conecta com a embreagem C1. O motor CVP1 se comunica com o outro elemento CVP2 por meio elétrico ou hidráulico. O eixo 136 do elemento CVP2 se prolonga até o plane-

Tabela 2 - modos de funcionamento da TDP Híbrida Múltiplos Modos New Holland (Patente WO 2020/015968 A1)

MODO	Embreagens			Forma de trabalhar
	E-20	E-25	E-30	
1	X	—	X	TDP Mecânica
2	—	—	—	TDP desconectada + Geração de energia elétrica para serviços de bordo com MG1
3	X	X	X	TDP Mecânica + Geração de energia elétrica para serviços de bordo com MG1 e MG2
4	—	X	X	TDP elétrica pura CVT (Motor-MG1-MG2-Planetário-Rodas)
5	—	X	X	TDP elétrica pura CVT / Fonte elétrica externa - MG2 - Planeta - rodas + geração de energia elétrica para serviços de bordo com MG1
6	X	—	X	TDP com potência elétrica e mecânica pelo Sistema Planetário Somador

Figura 7 - modos de funcionamento da transmissão da patente da John Deere US 10 647 193 B2 12 de maio de 2020. Esquerda: modo térmico; centro: híbrido eletromecânico com CVT ramificada de planetário somador; direita: elétrico com motor térmico



tário 142 do sistema planetário. A coroa 148 do sistema planetário está conectada com a embreagem C2 através do pinhão 170. No mesmo eixo 136 está o pinhão 138 que está conectado à embreagem C3 através do pinhão 172.

Com esse arranjo, os modos de funcionamento resultantes aparecem na Tabela 3 e são mostrados na Figura 7, na qual a imagem da patente foi limpa para torná-la mais compreensível.

Quando as embreagens C2 e C3 não atuam e a C1 atua, o motor térmico transmite a energia por um único caminho, através dos pinhões 124 e 168 para o resto das subcaixas que formam o sistema de caixas de câmbios.

Quando C1 e C3 não atuam, a C2 atua, a transmissão então é chamada de transmissão híbrida eletro-hidráulica com CVT ramificada de planetário somador. A potência é dividida no acoplamento ou nó de

dois eixos (pinhões 122 e 126): um ramo é o do eixo do pinhão 126 que aciona o elemento CVP1 e o outro ramo é aquele que continua ao longo do mesmo eixo 122 para o porta-satélites do sistema planetário. O elemento CVP1 está conectado ao CVP2 e este fornece energia variável, que é incorporada ao planetário do sistema planetário. A saída da coroa 148 transmite a energia para o resto da transmissão através da embreagem C2.

Quando a C3 atua e a C1 e a C2 não, o motor térmico aciona o CVP1, que se comunica com o CVP2 e passa para o resto da transmissão através da C3. Exis-

te apenas um caminho para o fluxo de energia, por isso é uma transmissão hidrostática ou elétrica (dependendo das características dos elementos CVP1 e 2) com motor térmico auxiliar. Às vezes, esta disposição é denominada de híbrida em série.

Revisando as patentes existentes sobre hibridação em traçadores e transmissões, pode-se concluir que se espera que essa tecnologia prossiga com seus avanços e esteja cada vez mais presente nas máquinas agrícolas. [M]

Pilar Linares,  
Professora "Ad Honorem" da Universidade  
Politécnica de Madrid

Tabela 3 - modos de operação da transmissão múltiplos modos da patente US 10647193 B2- 2020

Embreagens			Modo de funcionamento
C1	C2	C3	
X	--	--	Térmico
--	X	--	Híbrido eletromecânico com somador planetário CVT
--	--	X	Elétrico com motor térmico