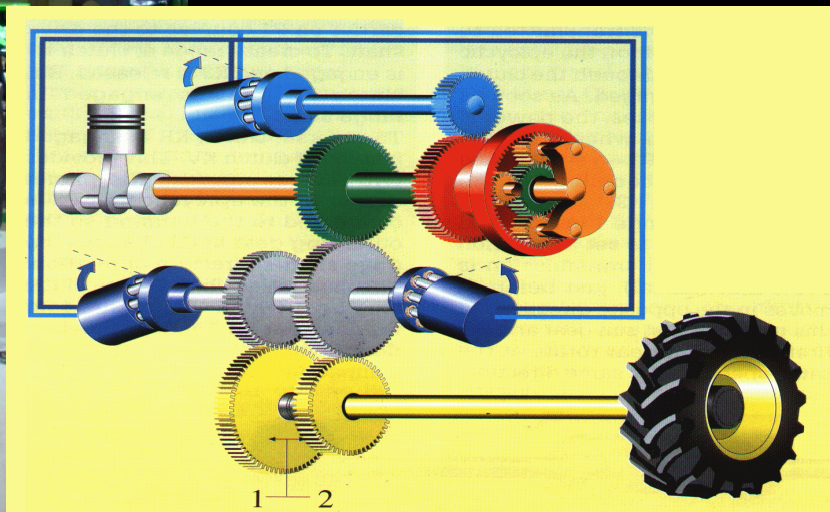
Curso de Mecánica Aplicada
Transmisiones de Potencia

Año 2016



MAPA PRODUCTIVO DE ARGENTINA

NOA
- Azúcar
- Tabaco
- Cítricos
- Oleaginosas: Soja y Olivo
- Vino
- Bovino Carne
- Legumbres y Hortalizas
- Forestal Nativo
- Miel
- Camélidos
- Textil Algodonero

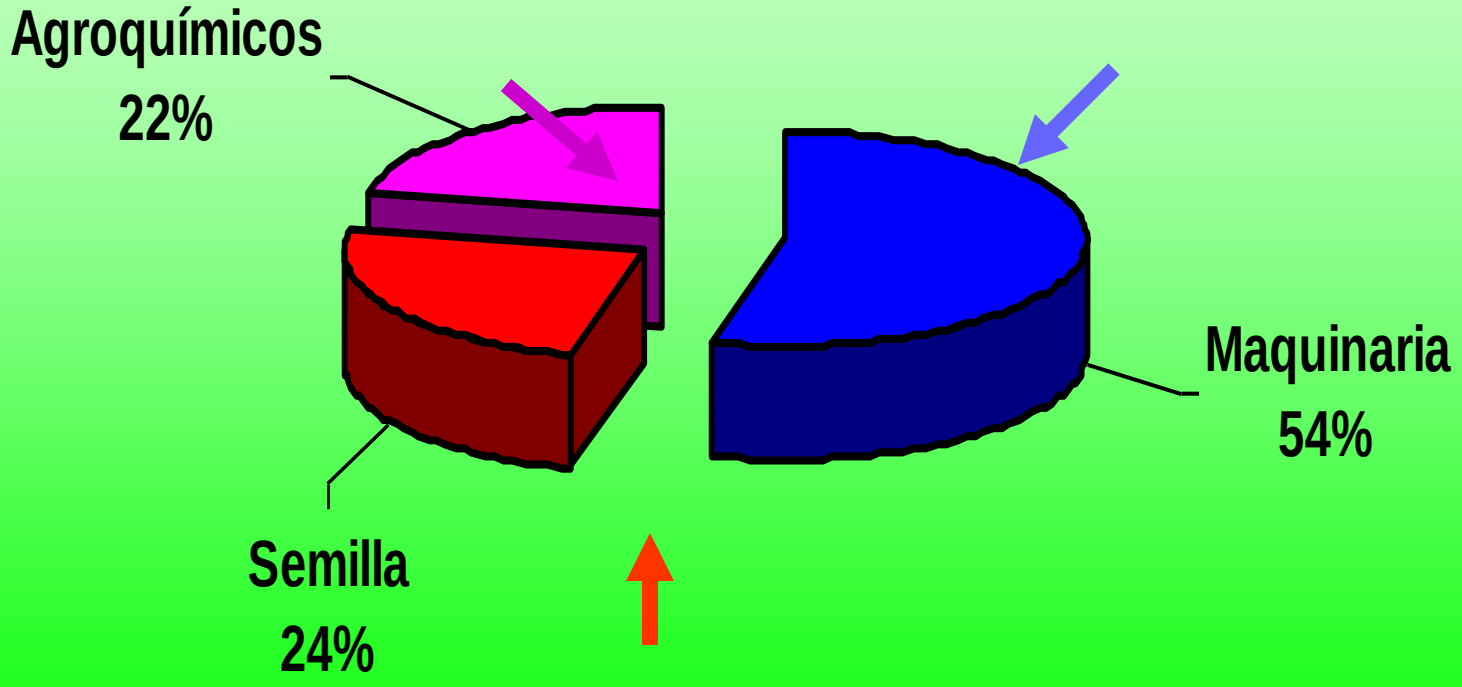
CUYO
- Frutas de Pepita y de Carozo
- Vino
- Oleaginosas: Olivo
- Legumbres y Hortalizas
- Bovino Carne

PATAGONIA
- Textil Lanero
- Ovino Carne
- Manzana y Pera
- Fruta Fina y Dulces
- Forestal Nativo
- Bovino Carne
- Vino
- Miel

NEA
- Bovino Carne
- Textil Algodonero
- Oleaginosas: Soja
- Forestal Implantado
- Forestal Nativo
- Yerba Mate y Te
- Arroz
- Cítricos
- Hortalizas
- Tabaco

PAMPEANA
- Trigo y Maíz
- Oleaginosas Soja - Girasol
- Bovino Carne
- Bovino Lácteos
- Legumbres y Hortalizas
- Porcino
- Frutas
- Arroz
- Pollos y Huevos
- Forestal Implantado

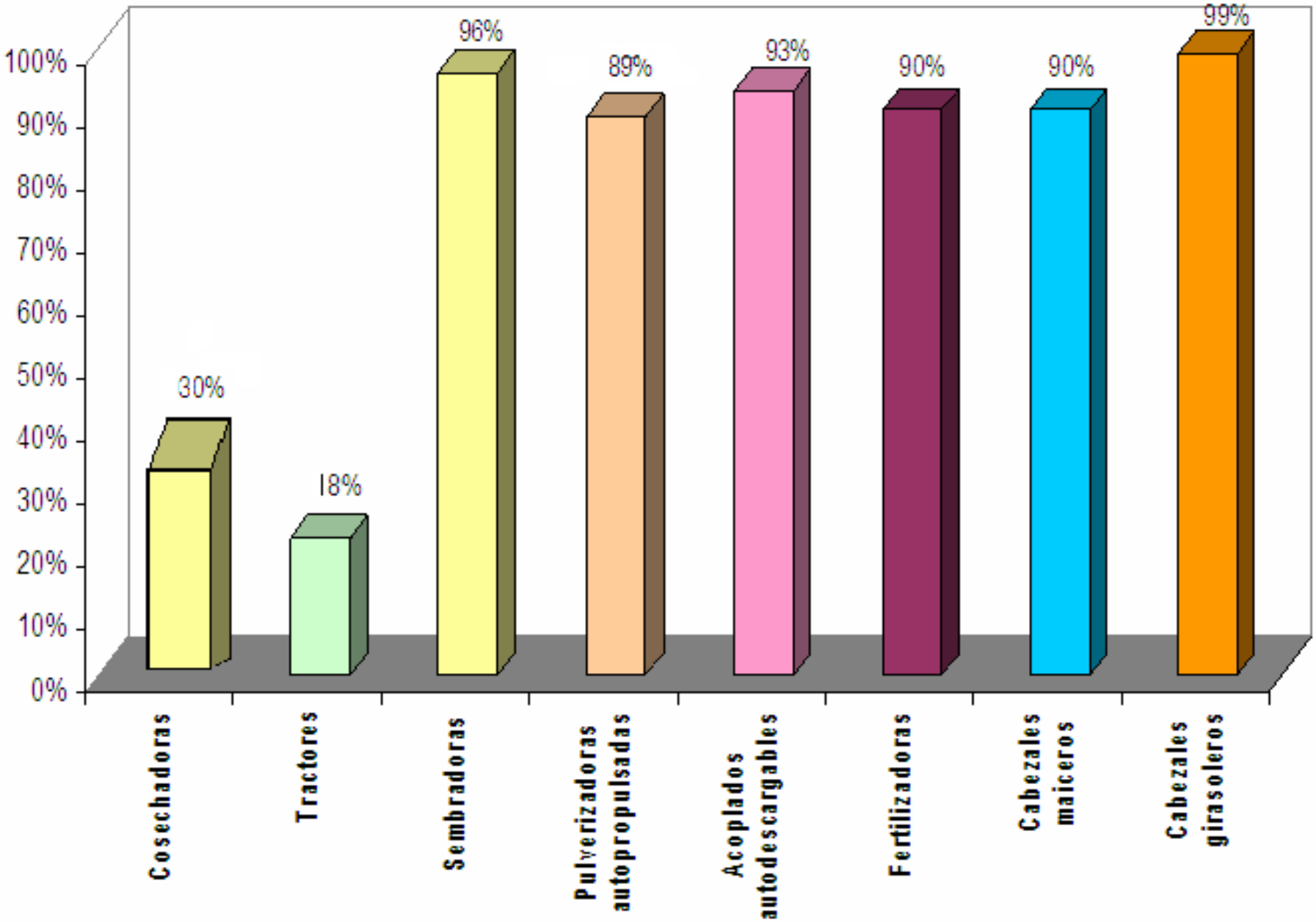
Costo de Implantación



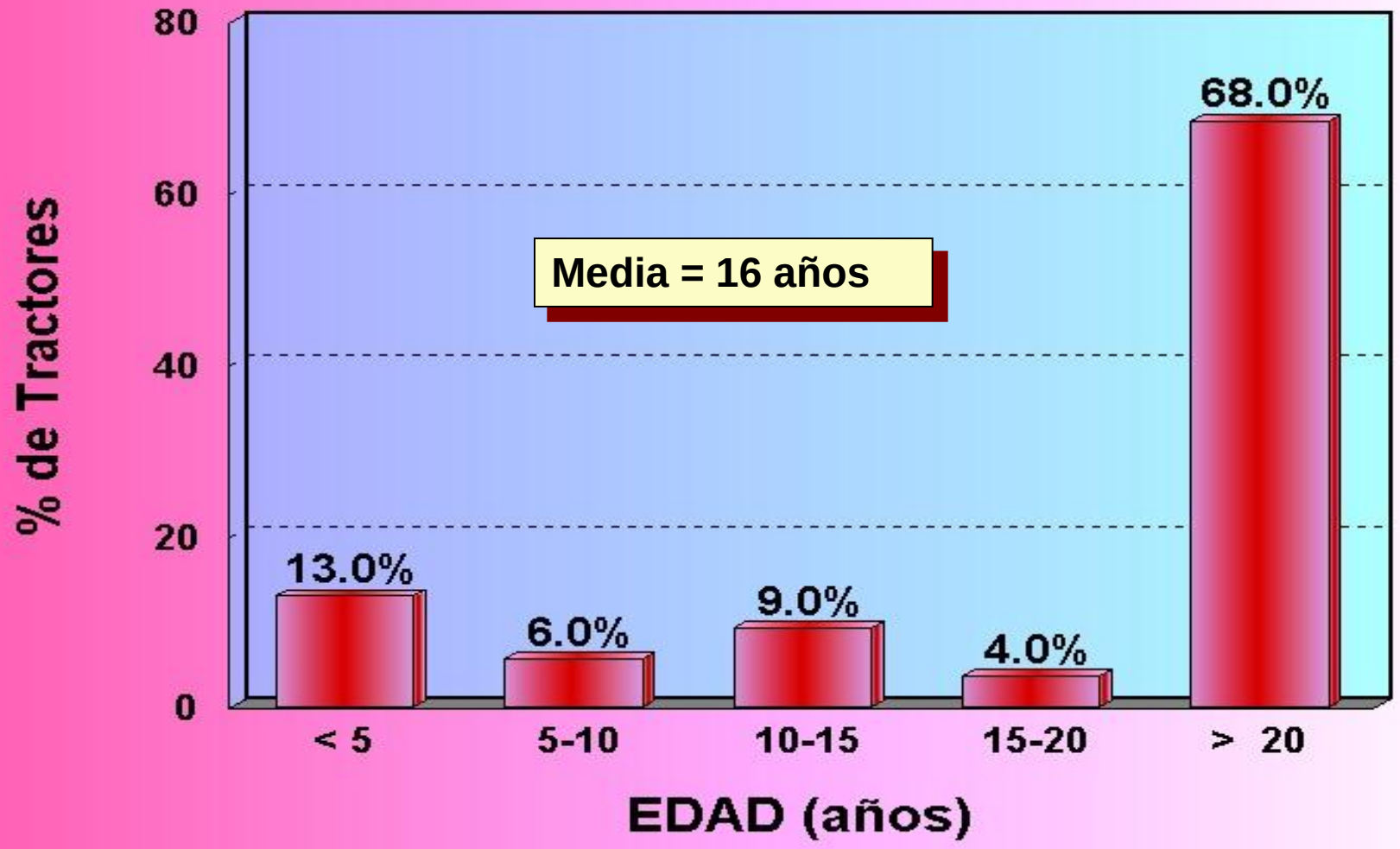
Importancia de la Siembra Directa en el desarrollo y venta de Maquinaria Agrícola

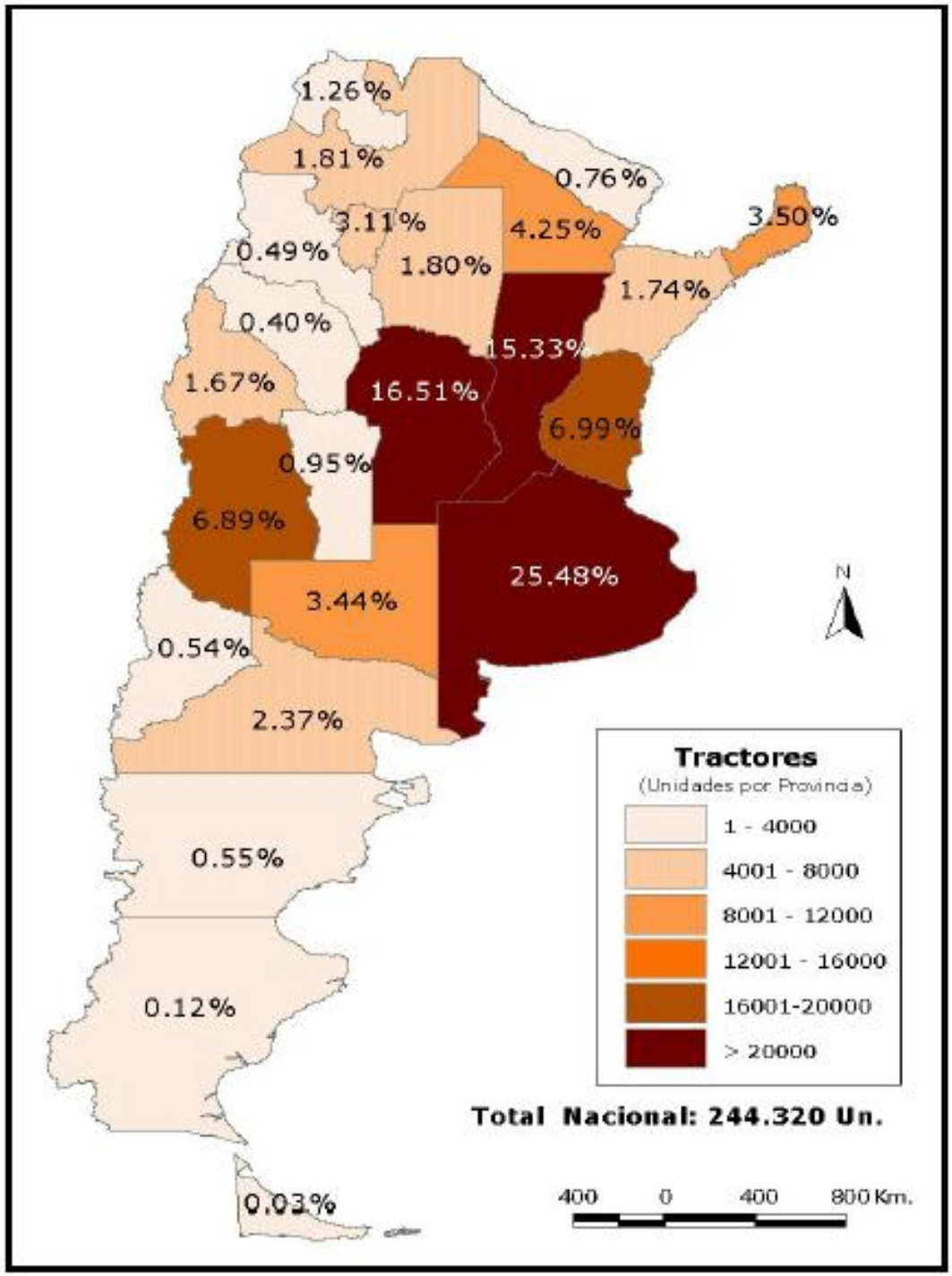
Siembra Con Labranza	Siembra Directa	Sectores que ganan
• Alto requerimiento de mecanización. • Roturación primaria de suelo y preparación de cama de siembra. • Control mecánico de malezas. • Alta utilización del tractor.	• No requiere roturación primaria de suelo, ni preparación de cama. • Control químico de malezas. • Reduce hasta un 60% la utilización del tractor. • Mejora la competitividad, rentabilidad y sustentabilidad de las explotaciones agrícolas.	• Sembradoras de siembra directa. • Pulverizadoras. • Cosechadoras (equipamiento). • Fertilizadoras. **Sectores que pierden** • Arados y rastras. • Tractores. • Proveedores de repuestos de desgaste.

Participación nacional en la producción de maquinaria



Edad del parque de tractores




1.26%
1.81%
0.76%
3.11%
4.25%
3.50%
0.49%
1.80%
1.74%
0.40%
15.33%
1.67%
16.51%
6.99%
0.95%
6.89%
25.48%
3.44%
0.54%
2.37%
0.55%
0.12%
0.03%
N
Tractores
(Unidades por Provincia)
1 - 4000
4001 - 8000
8001 - 12000
12001 - 16000
16001-20000
> 20000
Total Nacional: 244.320 Un.
400 0 400 800 Km.

Mercado de Tractores en Argentina Año 2015

Fabricantes:	Nº Tractores	% Mercado
AGCO **Agco Allis + Challenger + MF + Valtra**		
John Deere		
CNH		
PAUNY		
Total 2014	6000	100%
Total 2015:	5319	100%

UM ANO DE RECORDES

Vendas internas, em mil unidades

Tratores

Colheitadeiras

*Dados do mercado

Fonte: Anfavea

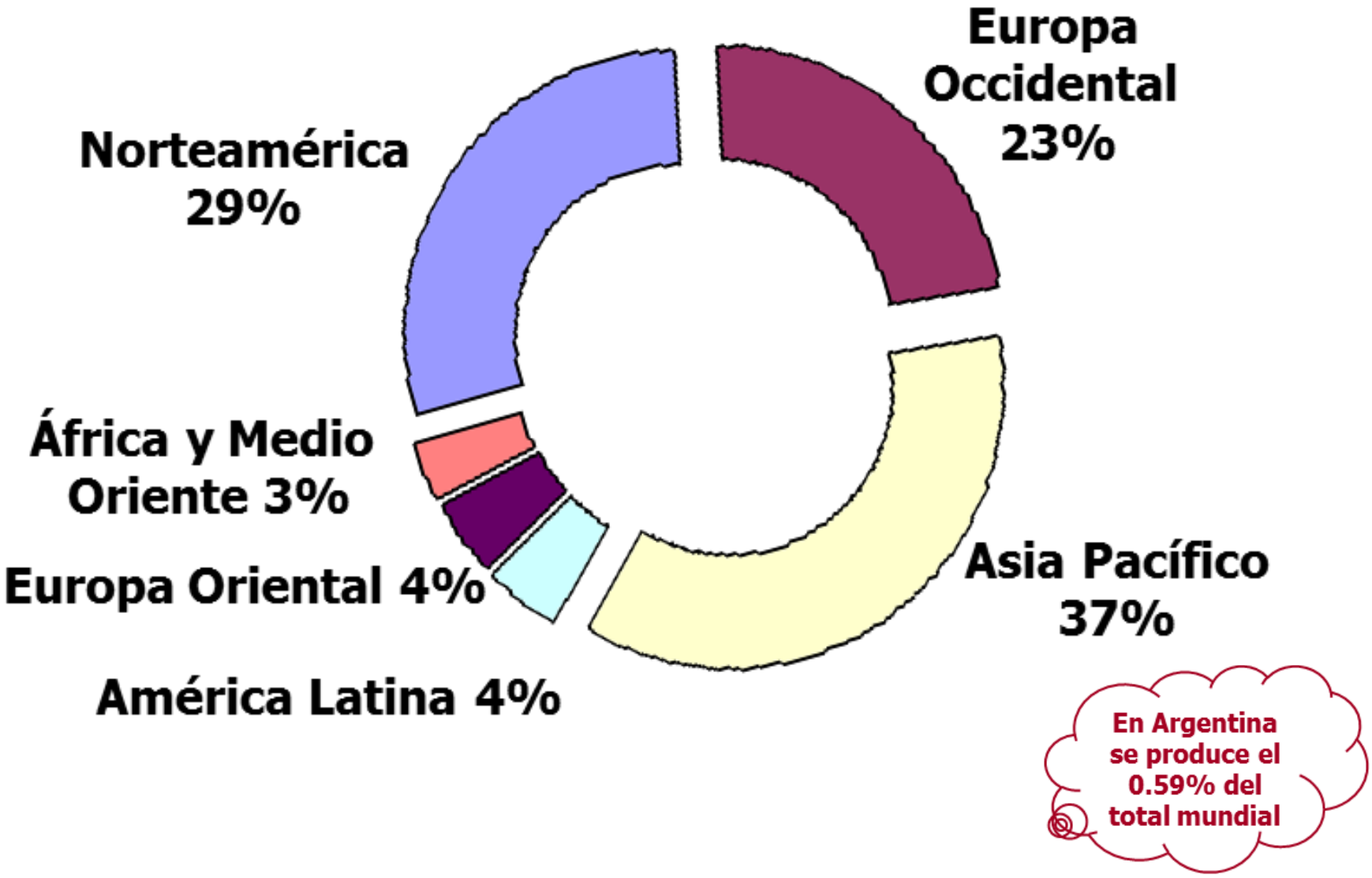
	ALEMANIA	FRANCIA	ITALIA	POLONIA	UK (2013)	ESPAÑA	AUSTRIA	PORTUGAL	NORUEGA	SUECIA	BELGICA	DINAMARCA	TOTAL 2014	TOTAL 2013
Case IH+Steyr	3431	2656	509	1187	1248	764	1369	86	241	220	290	284	12285	10972
New Holland	2649	4828	4560	2879	2557	1935	937	832	491	382	782	366	23198	25766
Grupo CNH	6080	7484	5069	4066	3805	2699	2306	918	732	602	1072	650	35483	36738
John Deere	5431	5222	1528	1848	4016	2590	719	450	591	623	509	314	23841	30404
Massey + Challenger	1288	3175	571	437	1586	553	343	234	676	384	202	247	9696	10726
Valtra	656	1554	129		437	182	128	95	435	794	56	189	4655	5064
Fendt	5904	3051	752		763	550	348	60	198	228	245	158	12257	12397
Grupo AGCO	7848	7780	1452	437	2786	1285	819	389	1309	1406	503	594	26608	28187
Same/Lambor/Hurlimar	567	801	2514			768	246	607	2	12	41	0	5558	5554
Deutz Fahr	3120	1522	674	1000	371	429	328	367	149	81	321	72	8434	9160
Grupo SDH	3687	2323	3188	1000	371	1197	574	974	151	93	362	72	13992	14714
Claas	2669	3074	491	501	964	231	123	26	118	139	138	163	8637	9923
kubota	492	1854	674	1234	628	702	109	589	42	36	34	2	6396	5416
Grupo ARGO (LD/MC)	134	727	2218		269	493	83	398	60	12	47	0	4441	4582
Otros	2214	9	3558	5086	651	807	701	924	132	154	17	80	14333	21066
TOTAL 2014	28555	28473	18178	14172	12433	10004	5434	4668	3135	3065	2682	1875	132674	
TOTAL 2013	36248	37778	19017	14968	13490	8894	6945	4931	3810	3425	2410	2498		154414
TOTAL 2012	36264	34049	19385	18337	13951	8655	7169	3986	3655	3859	2537	1785		

Otros Mercados

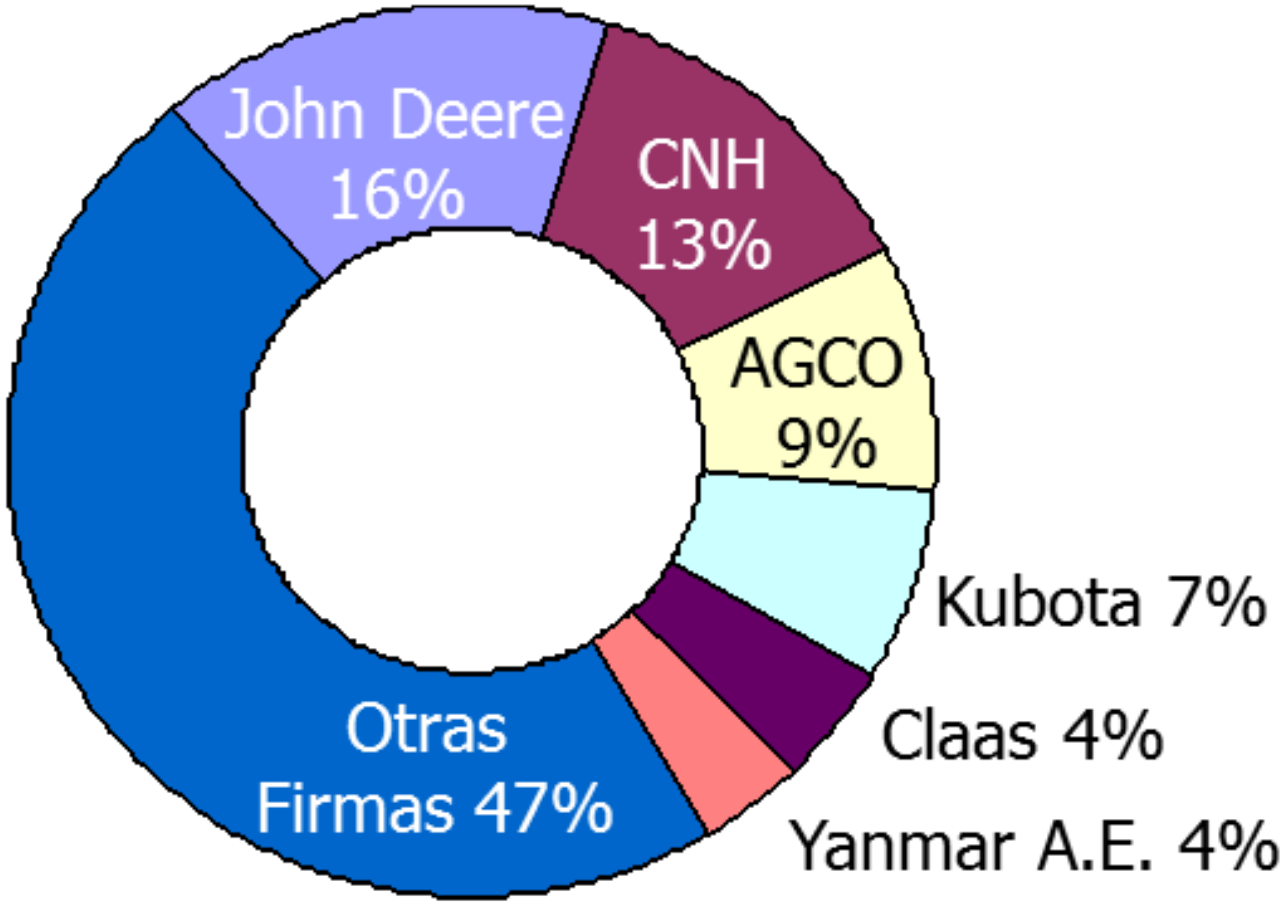
	Vendidos 2013/14	Sup.Cult. (M. Há)
Brasil	2014 65.200 2015 37.381	**65**
España	2004 * 20.000 2012 * 8.655 2013 * 8.859 2014*10.004	**24**
Argentina	2013 6.983 2014 6.000 2015 5.319	**35**

Firma	Facturación	I&D/Ventas
John Deere	12.121	3,80%
CNH	9.948	2,73%
AGCO	6.828	2,27%
Kubota	5.458	2,03%
Claas	3.380	5,65%
Yanmar Agricultural Eqp.	2.821	s/d
Resto	36.545	s/d
Total	**77.101**	-

Demanda de Maquinaria Agrícola en el mundo:



Mercado mundial de MA:



El mercadeo de un tractor agrícola HOY pasa por la TRANSMISIÓN

HORIZONTALIZACIÓN de la industria en busca de una ECONOMÍA de ESCALA

ECONOMIAS DE ESCALA

Se refiere al poder que tiene una empresa cuando alcanza un nivel óptimo de producción para ir produciendo más a menor coste.

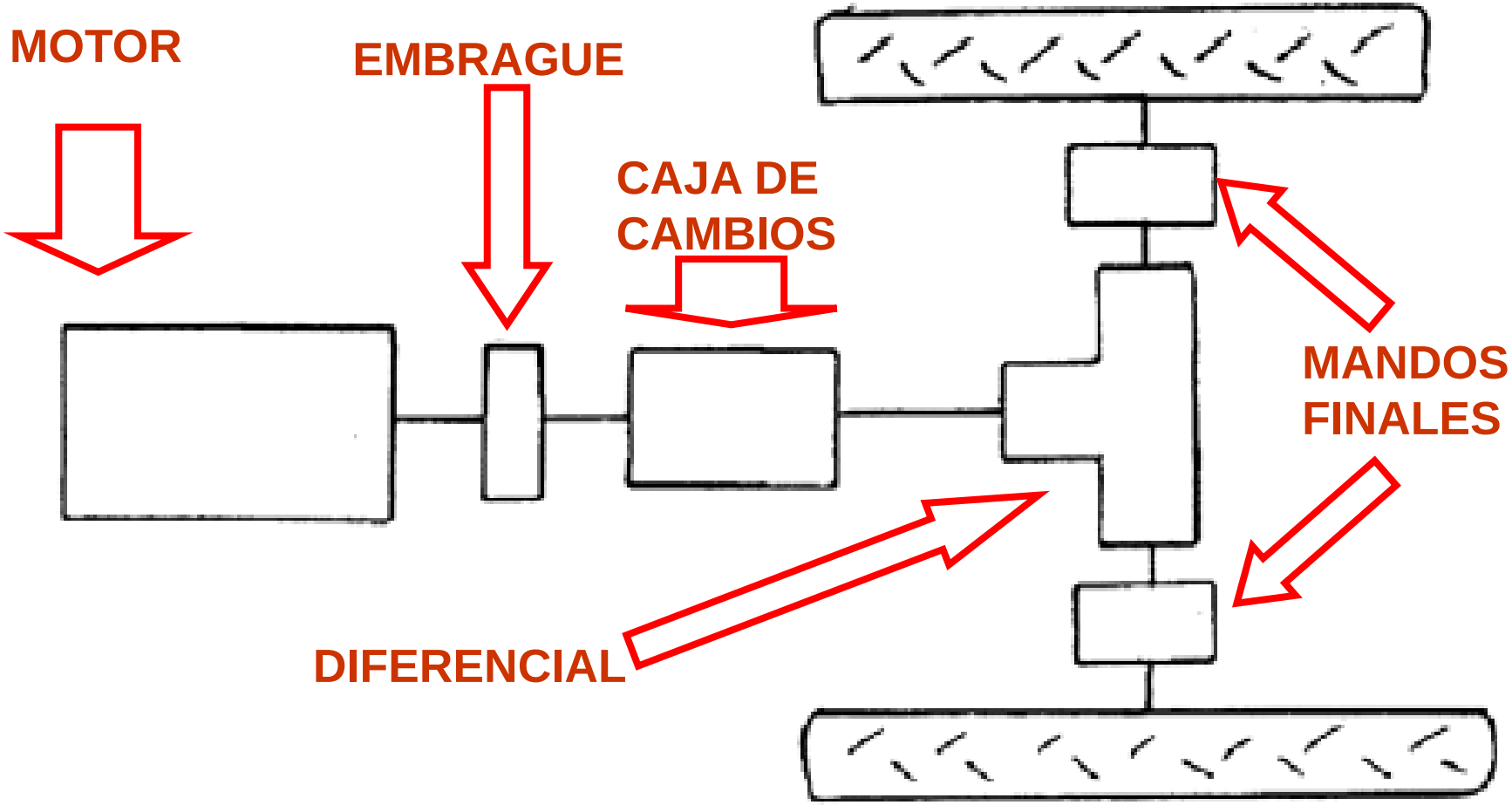
Ejemplo:
En una compañía es mas barato producir 1000 zapatos que producir 500.

Lo cual genera mayores utilidades

LA POTENCIA Y EL DISEÑO DEL TRACTOR

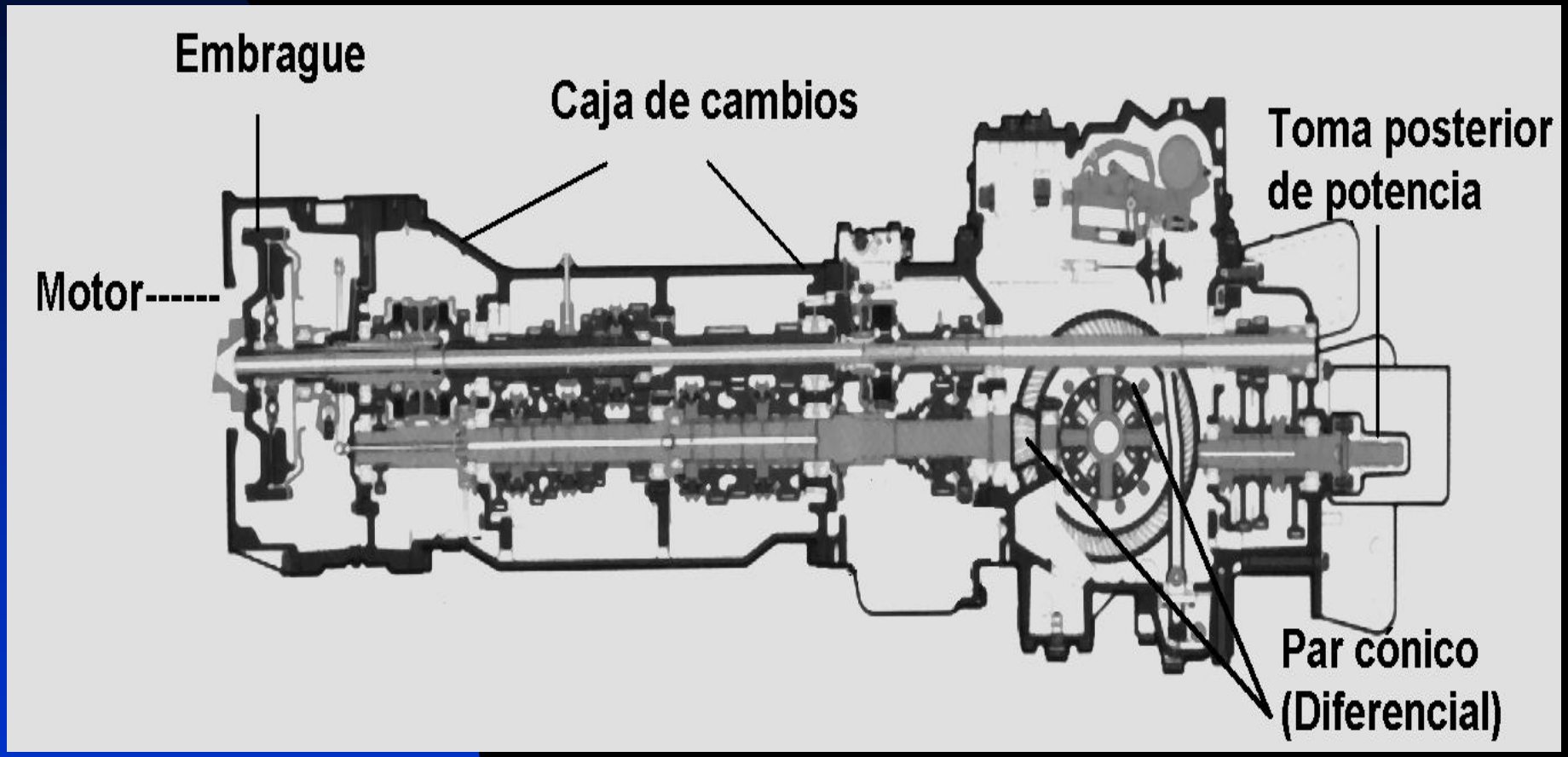
	2WD	FWA	4WD
	TRACCION SIMPLE	T.DELANTERA ASISTIDA	DOBLE TRACCION
POTENCIA MAXIMA RECOMENDABLE	60 a 100 CV	100 a 200 CV	200 a 350 CV
DISTRIBUCION DE PESO	33 – 66 %	40 – 60	70 – 30 %
MAXIMA EFICIENCIA Tractiva Global	55 a 60 %	66 a 68%	75 a 80 %

2WD



Tren cinemático tractor 2WD

Tren cinemático 2WD



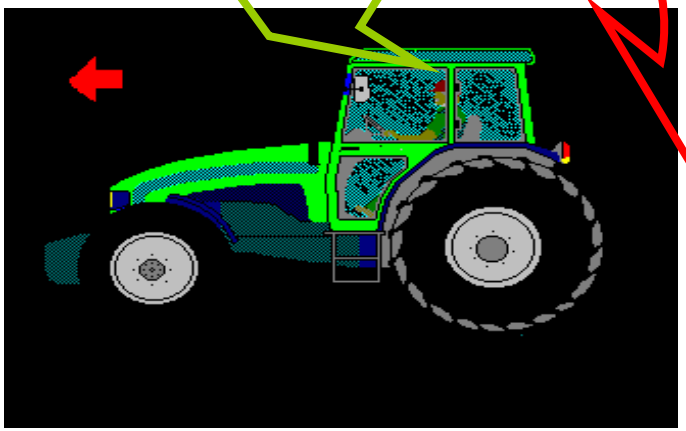
Prestación y manejo de los diferentes diseños básicos

Dos ruedas motrices (2WD)

Prestación: 2WD

Eficiencia tractiva Global ~ 0,60

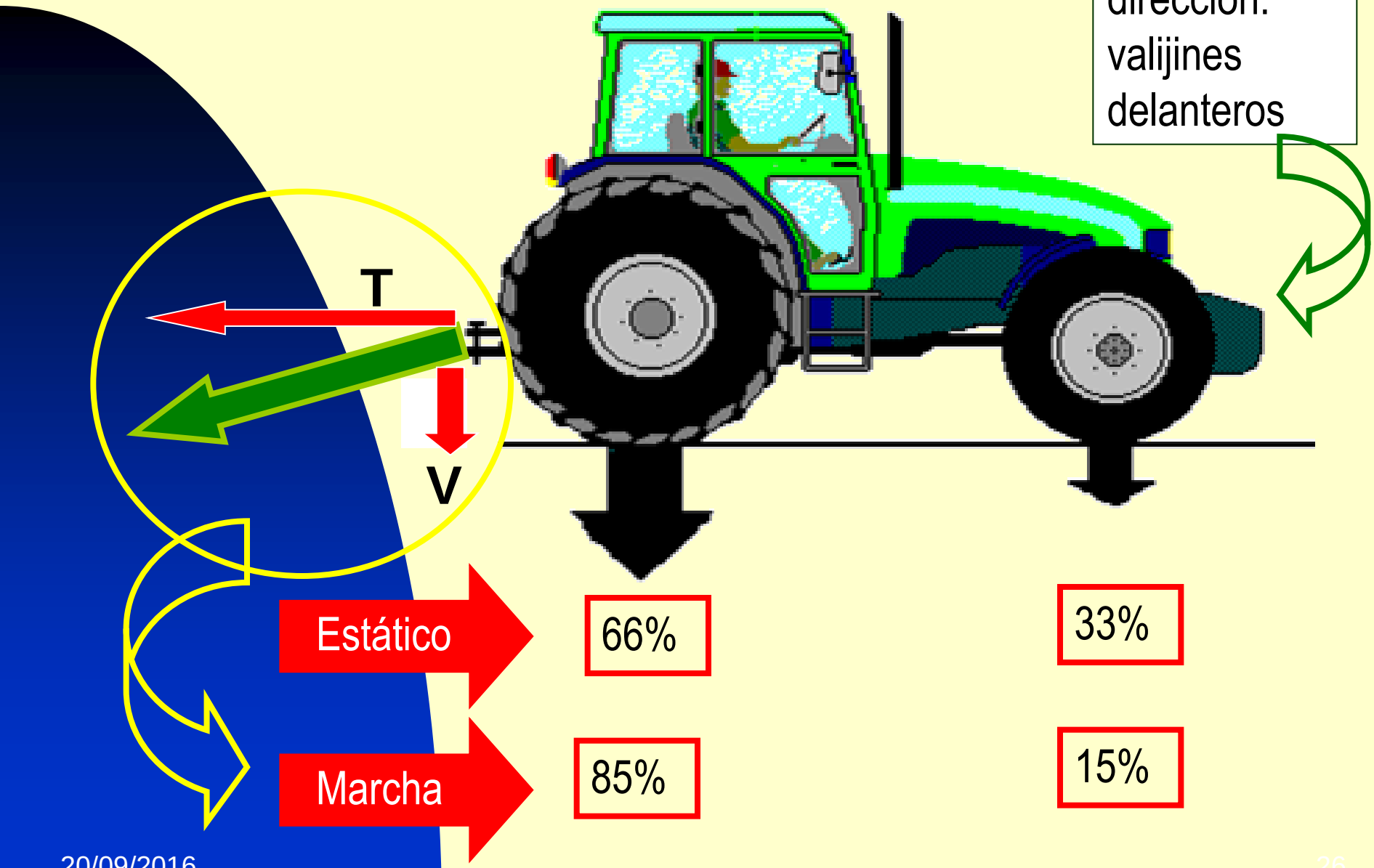
$$\eta_{TG} = N_b / N_m$$



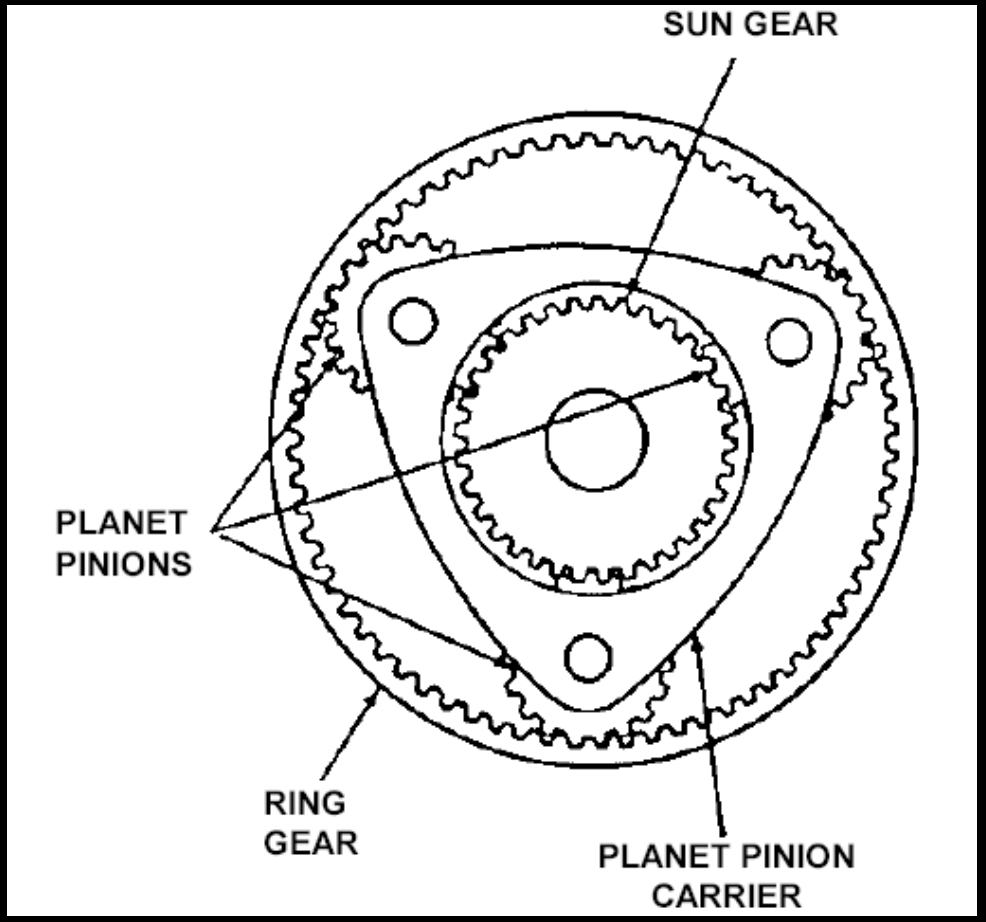
$$\eta_{TN} = N_b / N_{eje}$$

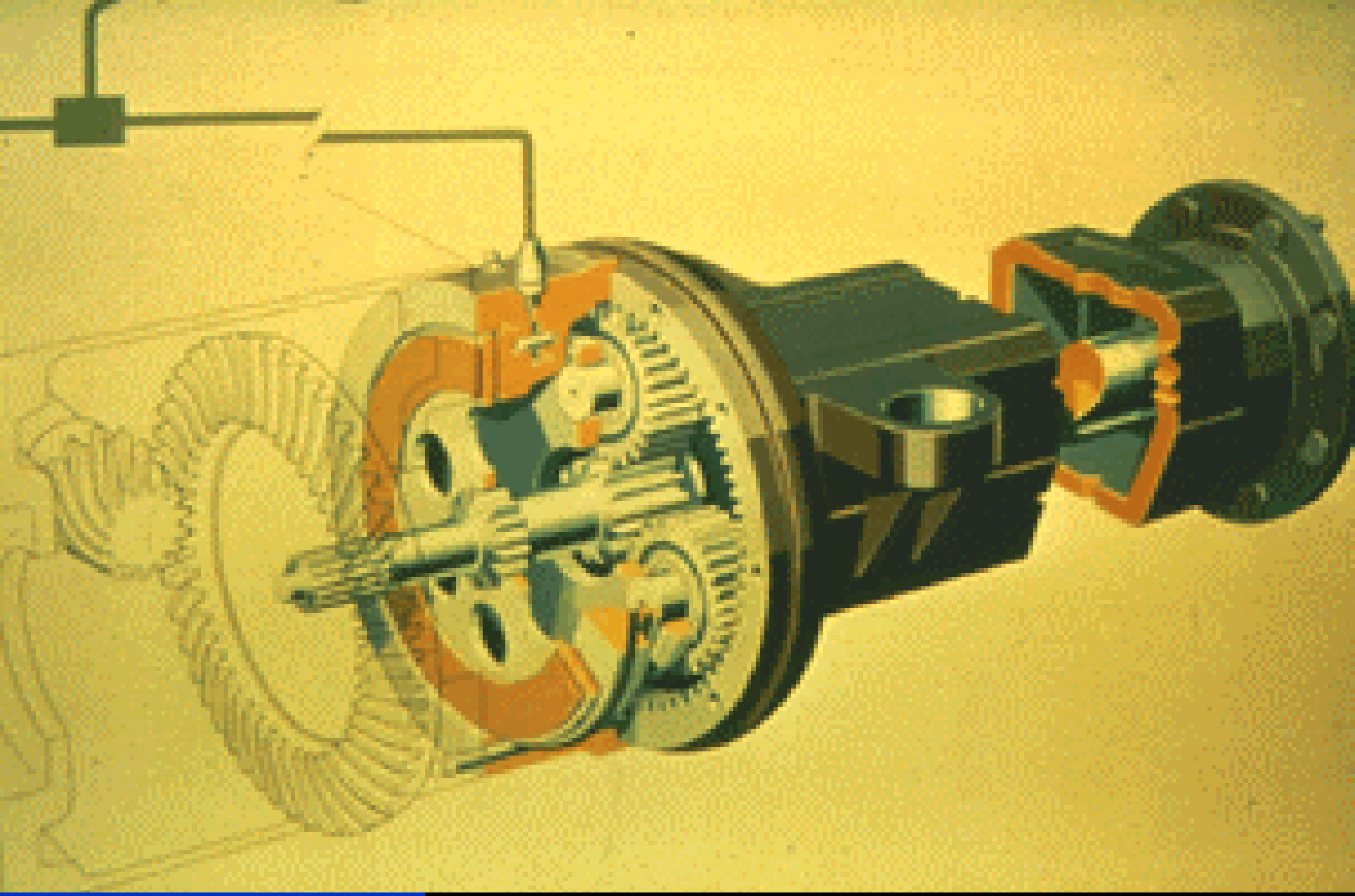
Dos ruedas motrices (2WD)

Sólo si falta dirección: valijines delanteros



Estático	66%	33%
Marcha	85%	15%

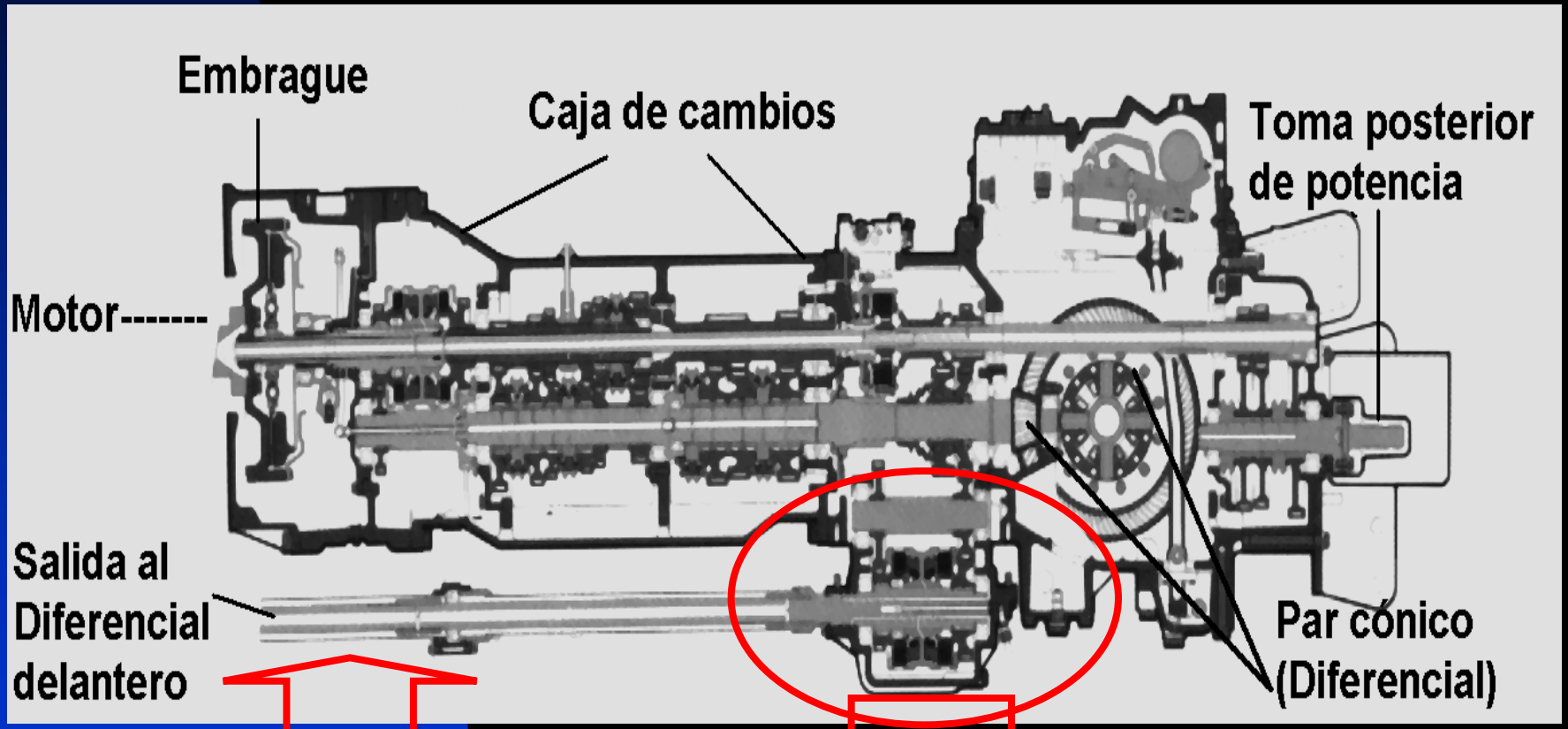

SUN GEAR
PLANET
PINIONS
RING
GEAR
PLANET PINION
CARRIER



Tracción Delantera Asistida (FWA)

SAME
SAME

Tren cinemático FWA



Avance Cinemático

Caja Transferencia

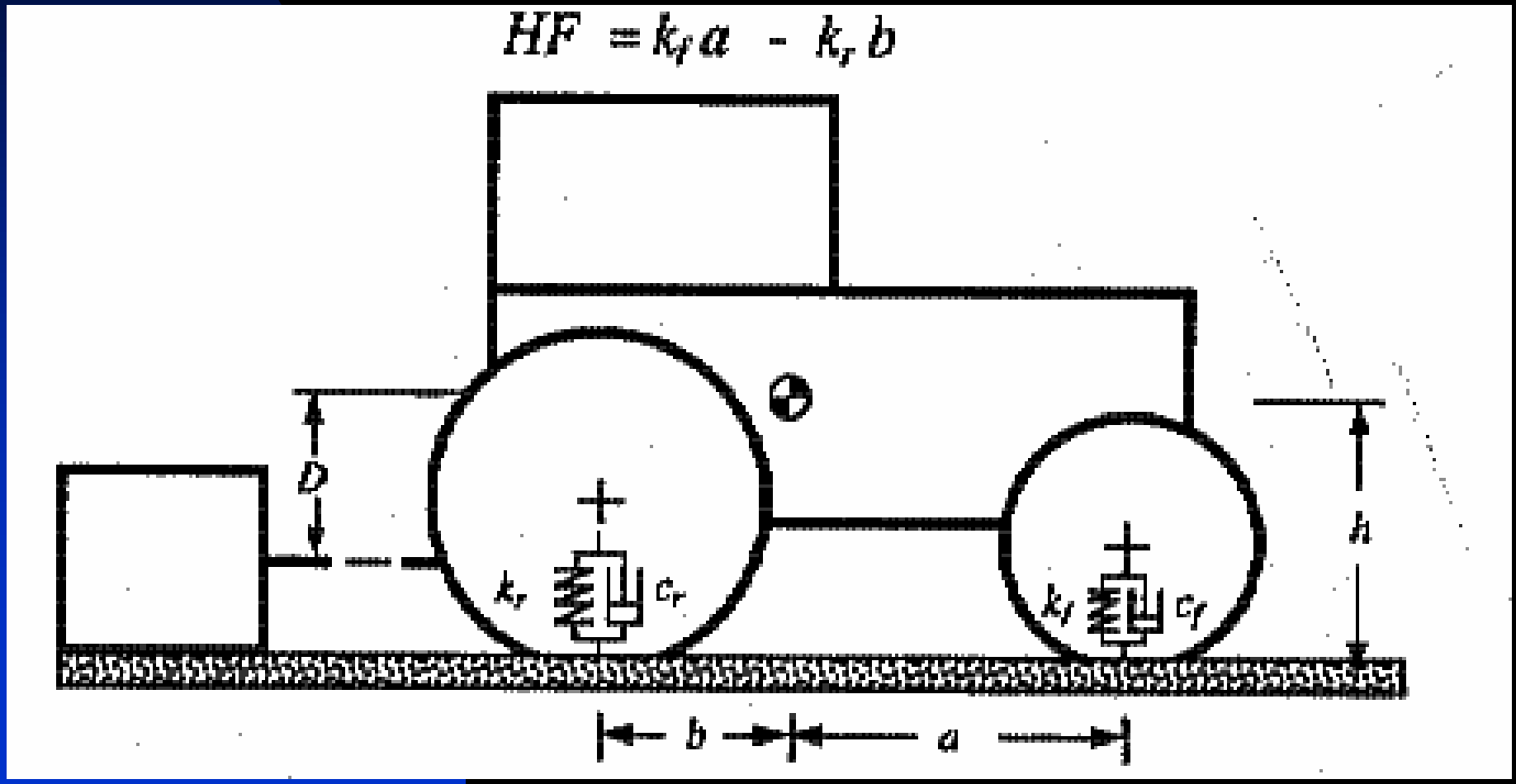
Manejo del contrapesado: FWA

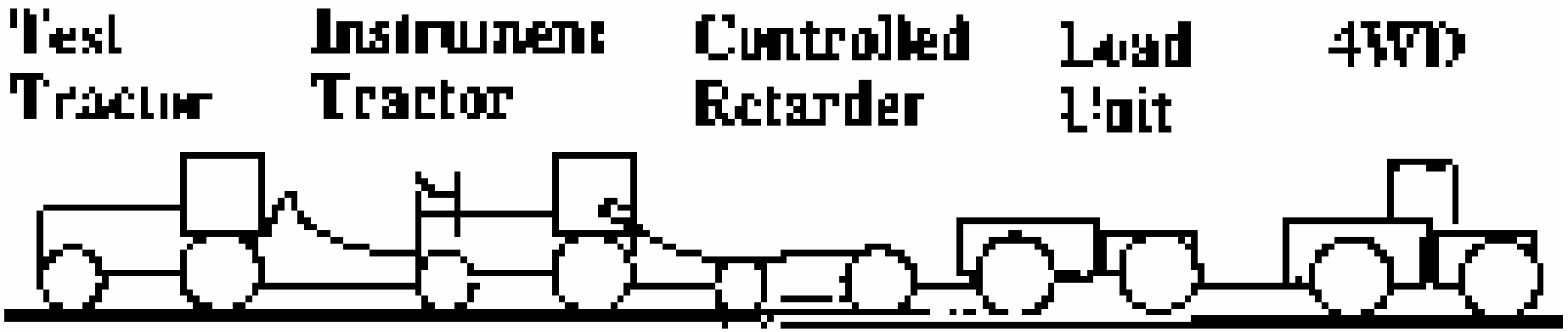
$\eta TG \sim 0,66$

60%

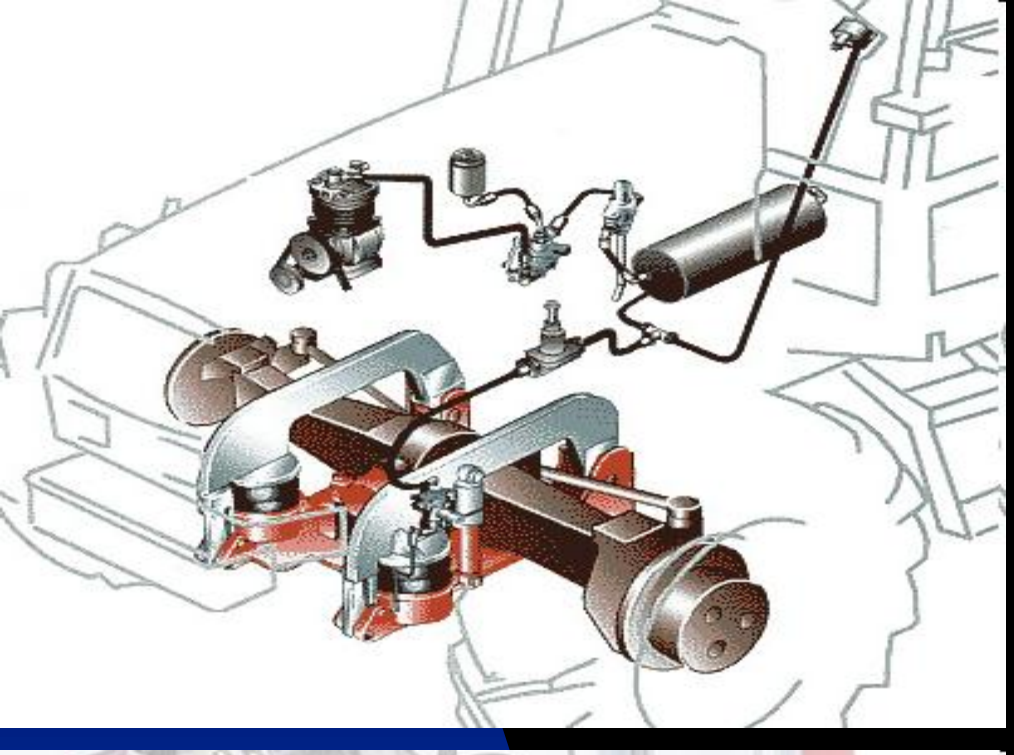
40%

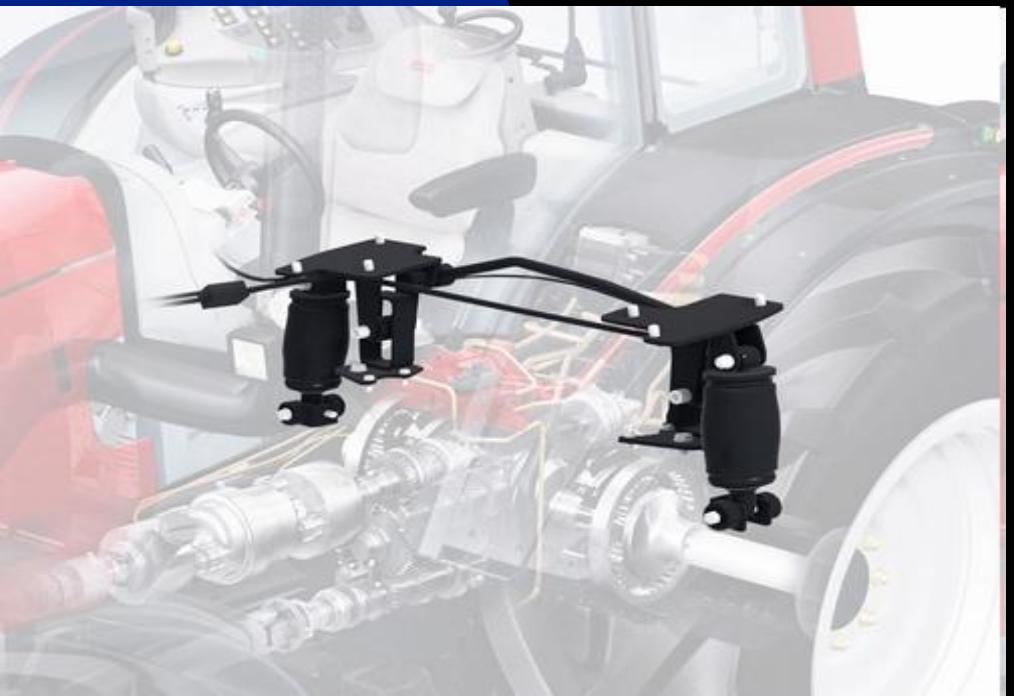
Avance cinemático, contrapesado y *powerhop*.

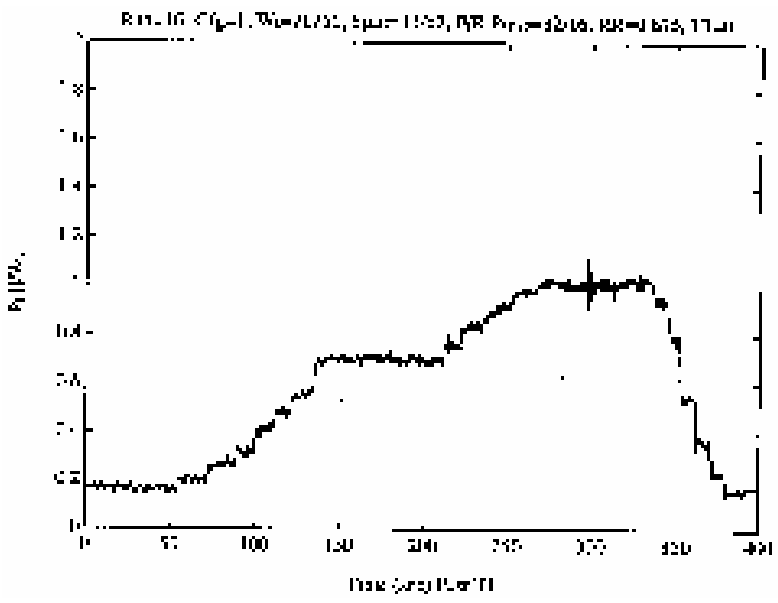




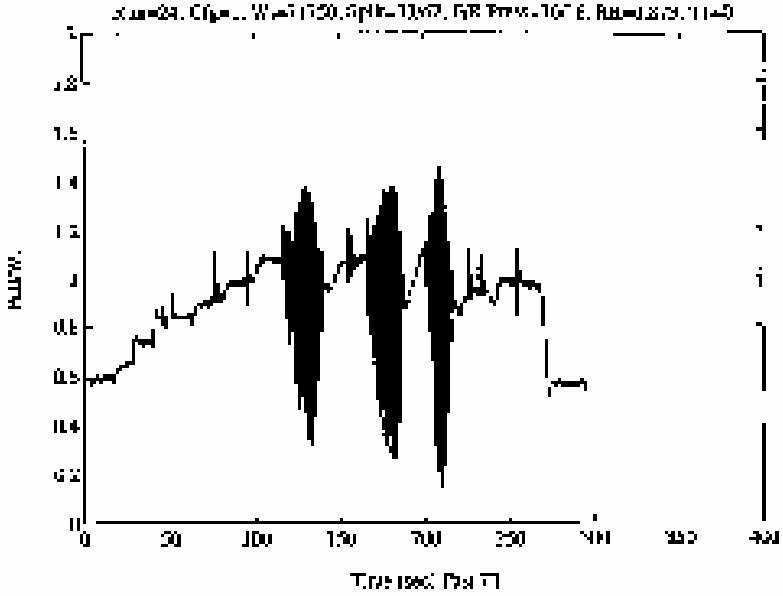
Ensayo de Tracción para evaluar el Galopeo (Power Hop)





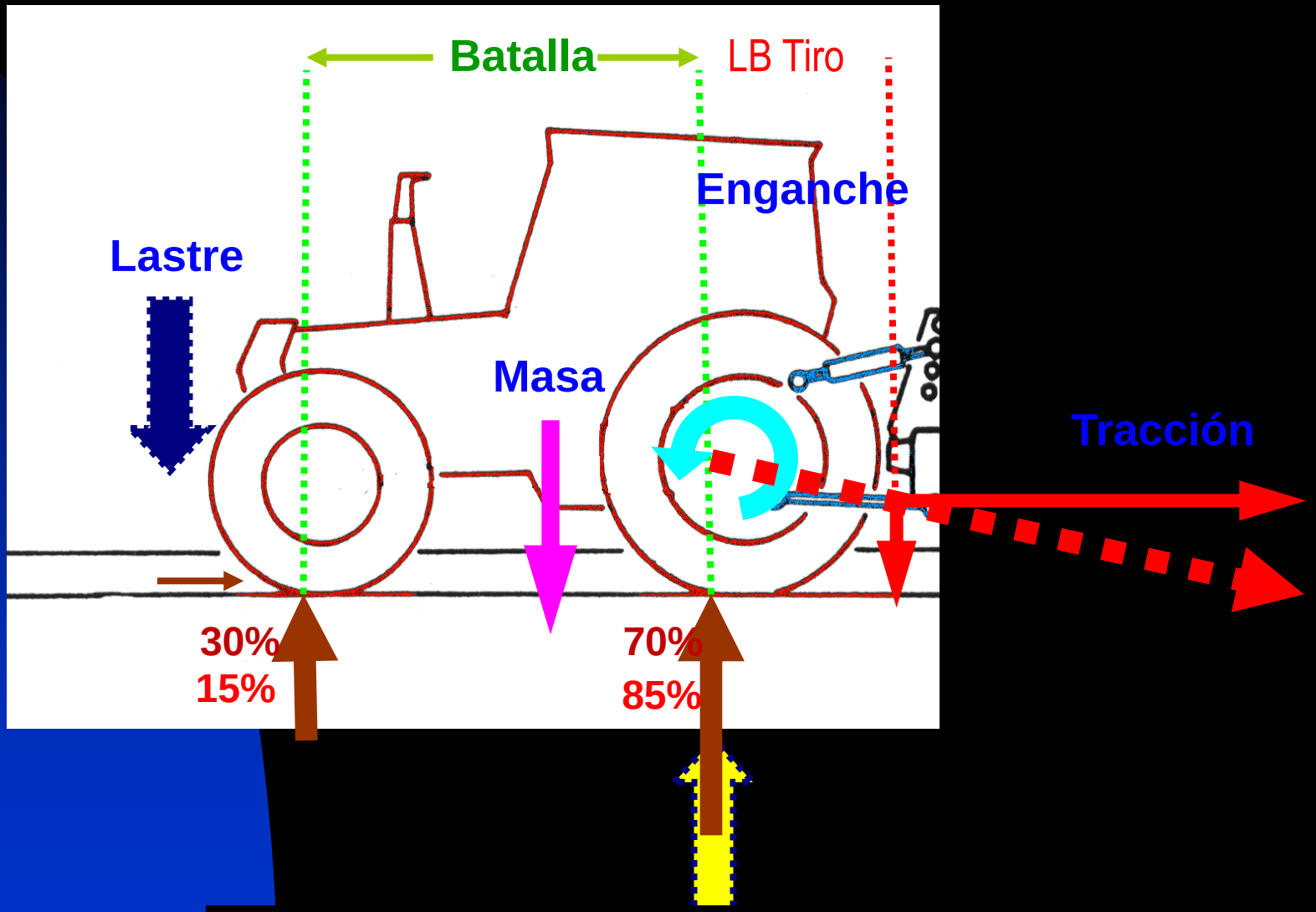


Esfuerzo creciente en barra de tiro sin power hop



Esfuerzo creciente en barra de tiro CON power hop

Cuidados: No aumentar lastres delanteros, ojo al recambio rodado delantero !



Sólo equipos montados en tres puntos pueden justificar este nivel de lastre delantero. Un equipo de arrastre NUNCA !

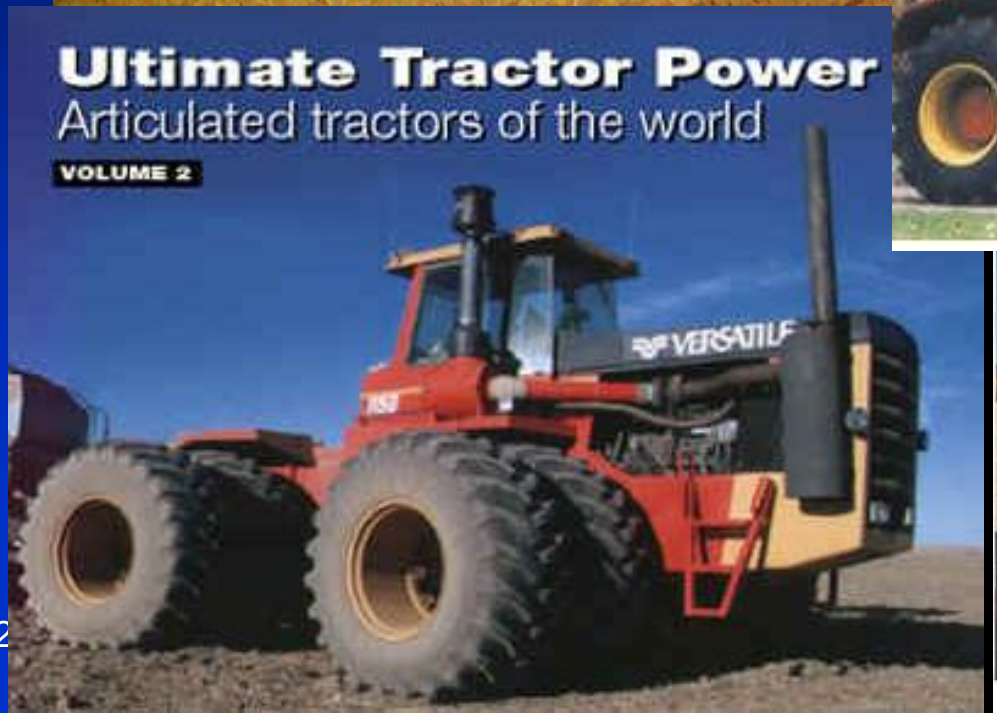
Doble Tracción de ruedas iguales (4WD)

4WD chassis rígido.

CUMPLIMOS UN SUEÑO
TATU
MARCHESAN
ZANELLO
20/03/2004

4890
CASE

Doble Tracción ruedas iguales (4WD)
Chassis articulado



9620
JOHN DEERE

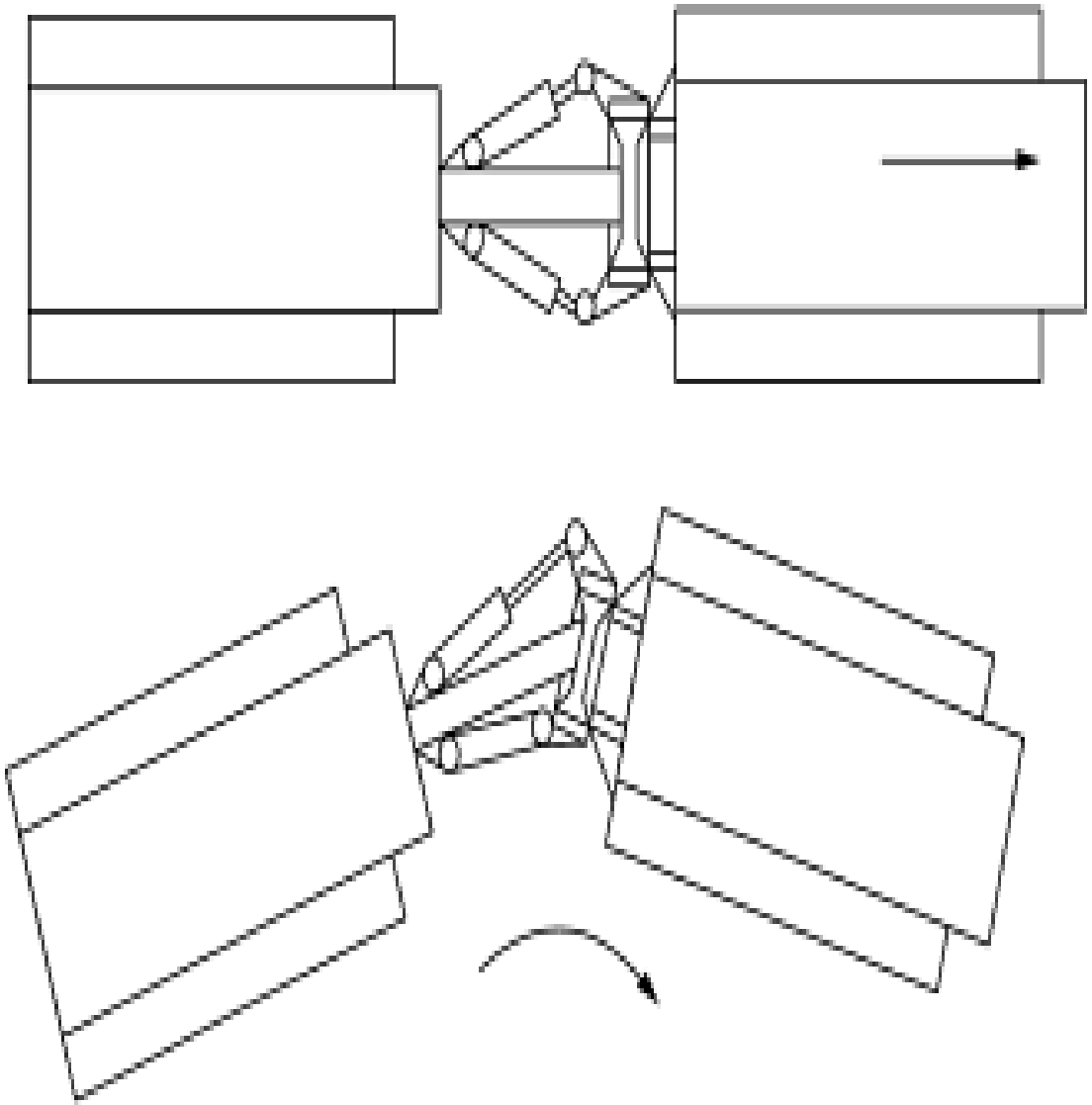
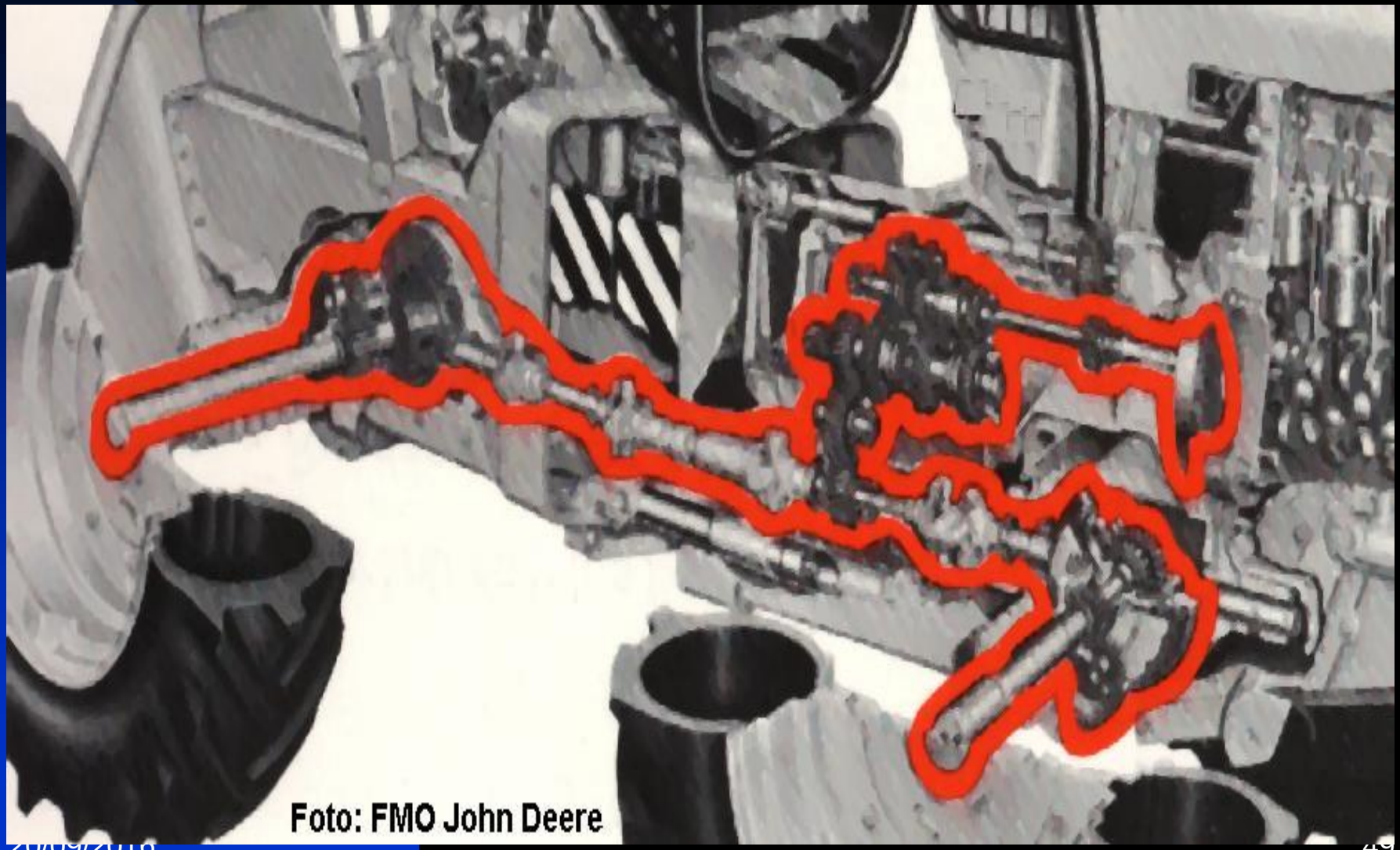
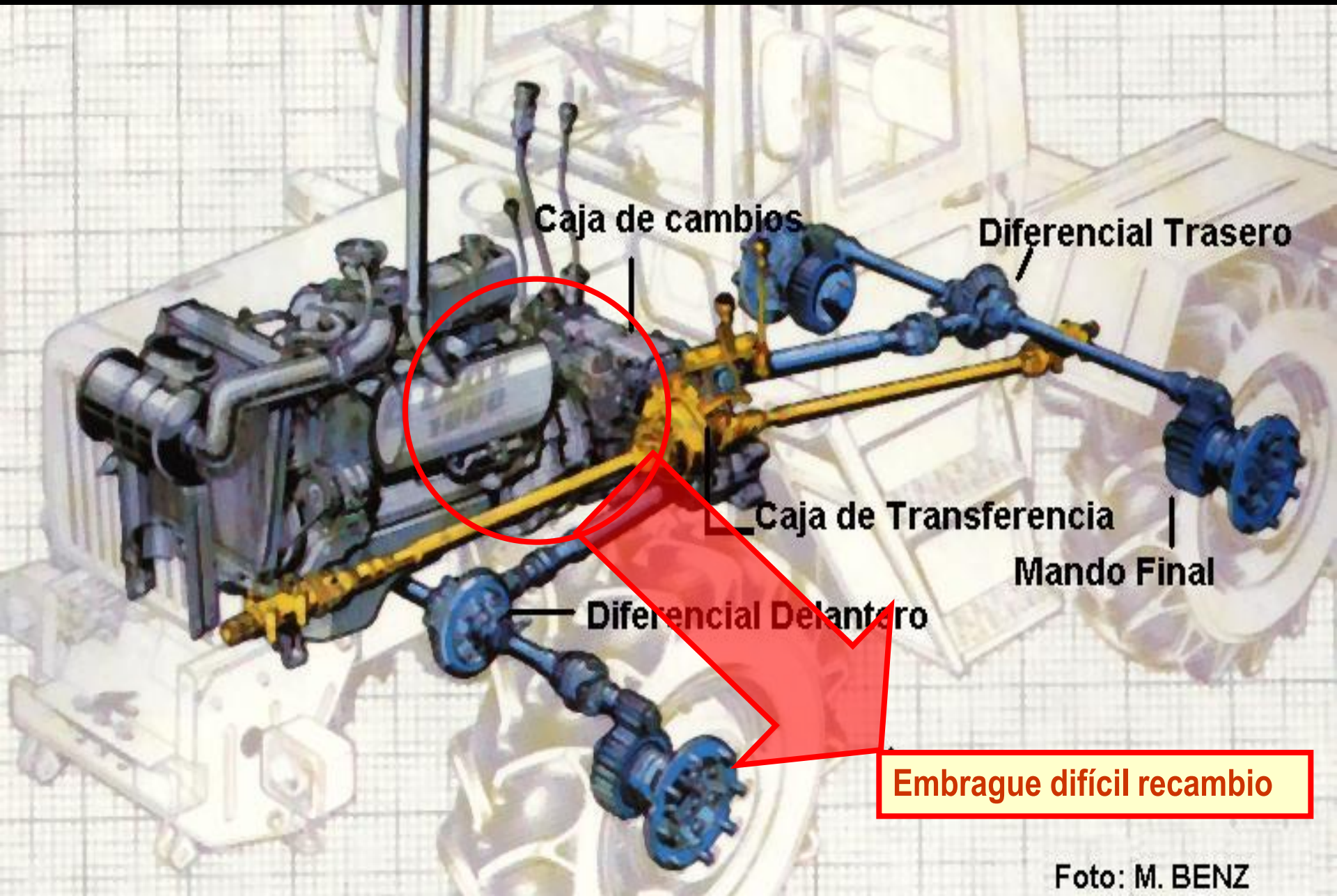


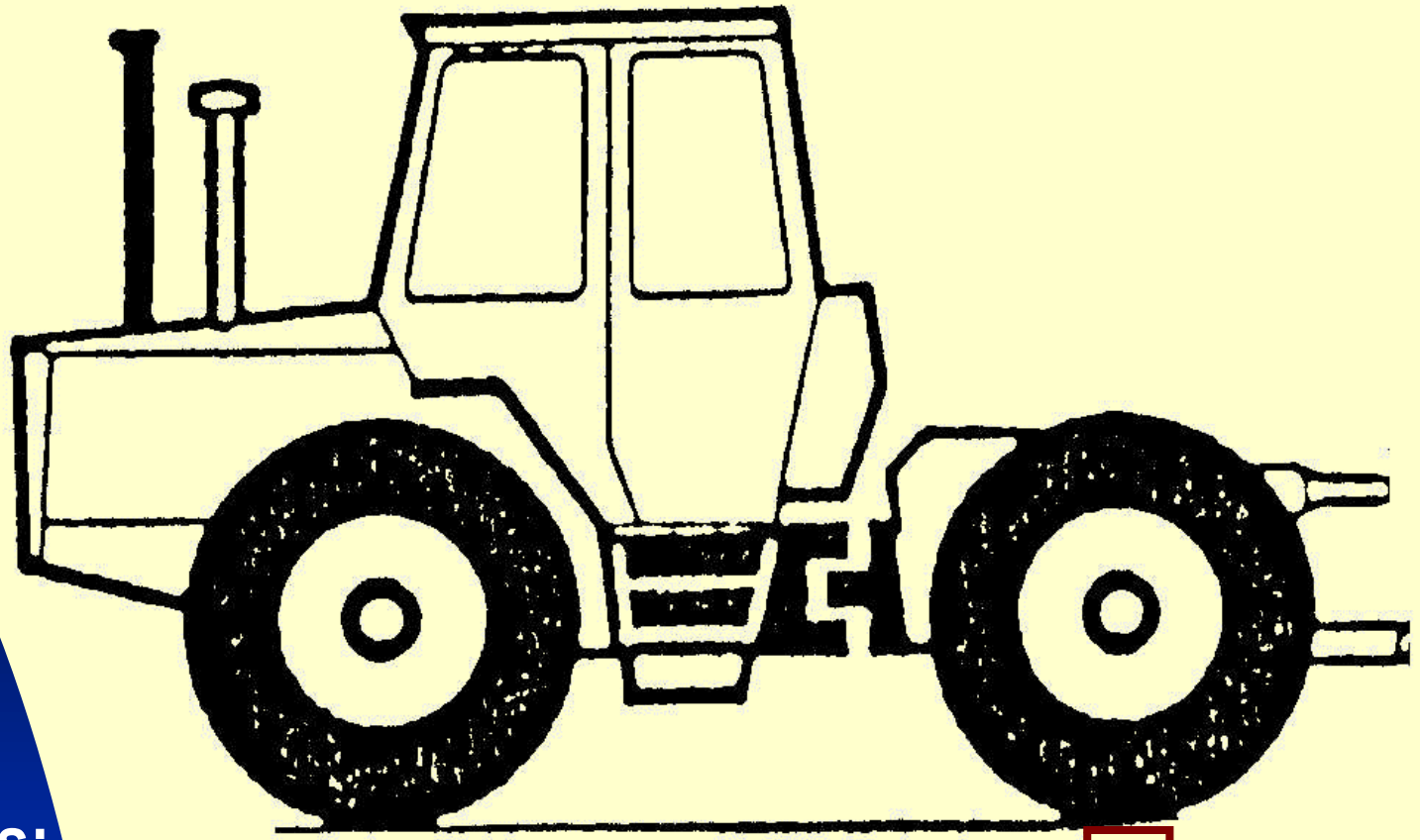
FIGURE 12.60 Principle of an articulated steering. (Reproduced from Wong, J.Y.: *Theory of Ground Vehicles*. 2001. Copyright Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.)

4WD sin caja transferencia



4WD con caja transferencia en bloque motor.





Pesos:

Estático	70%	30%
Ideal Dinám.	50%	50%
Real Dinam.	30%	70%

Prestación:
4WD: ηTG ~ 0,8

Manejo del contrapesado 4WD

Aumentar responsabilidad del tren delantero para una mejor división del par motor.

Importante: anclaje de duales en función colocación Mandos Finales: Proximales o Distales.

Palier libre, duales independientes

Palier libre, duales independientes

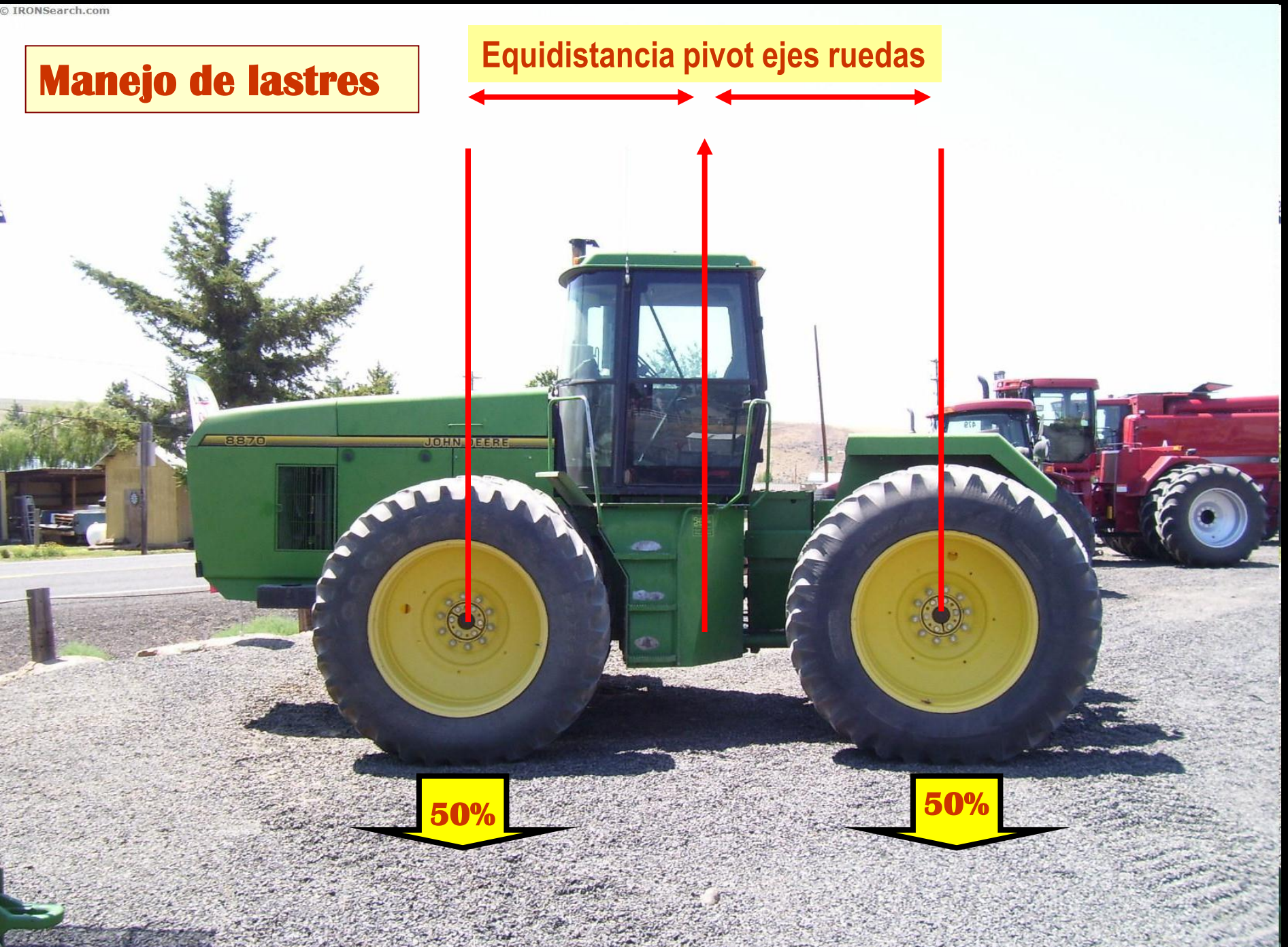
Palier libre

Con esparragos y aro

HELLE FARM EQUIP. INC
NEW HOLLAND
AGCO
DT 240

© IRONSearch.com

Manejo de lastres



3er clase transmisión Martes 06 Miercoles 07

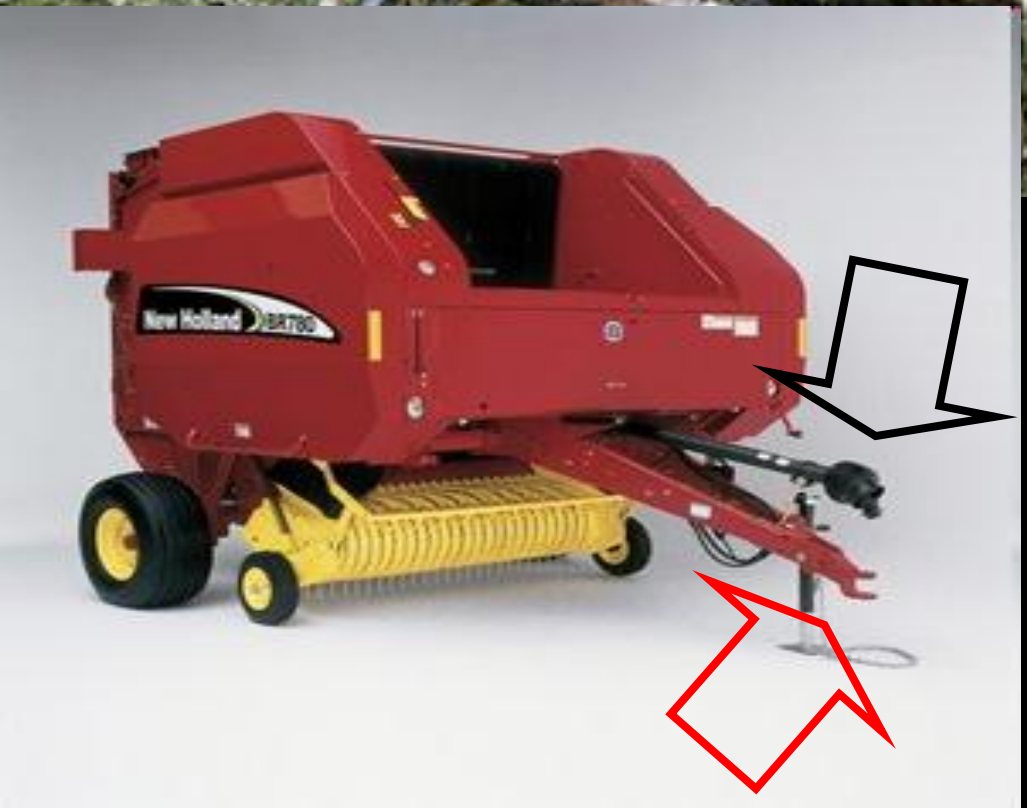
5. Toma de Potencia: *(PTO) Power Take Off*

5.1. Categorías estandarizadas

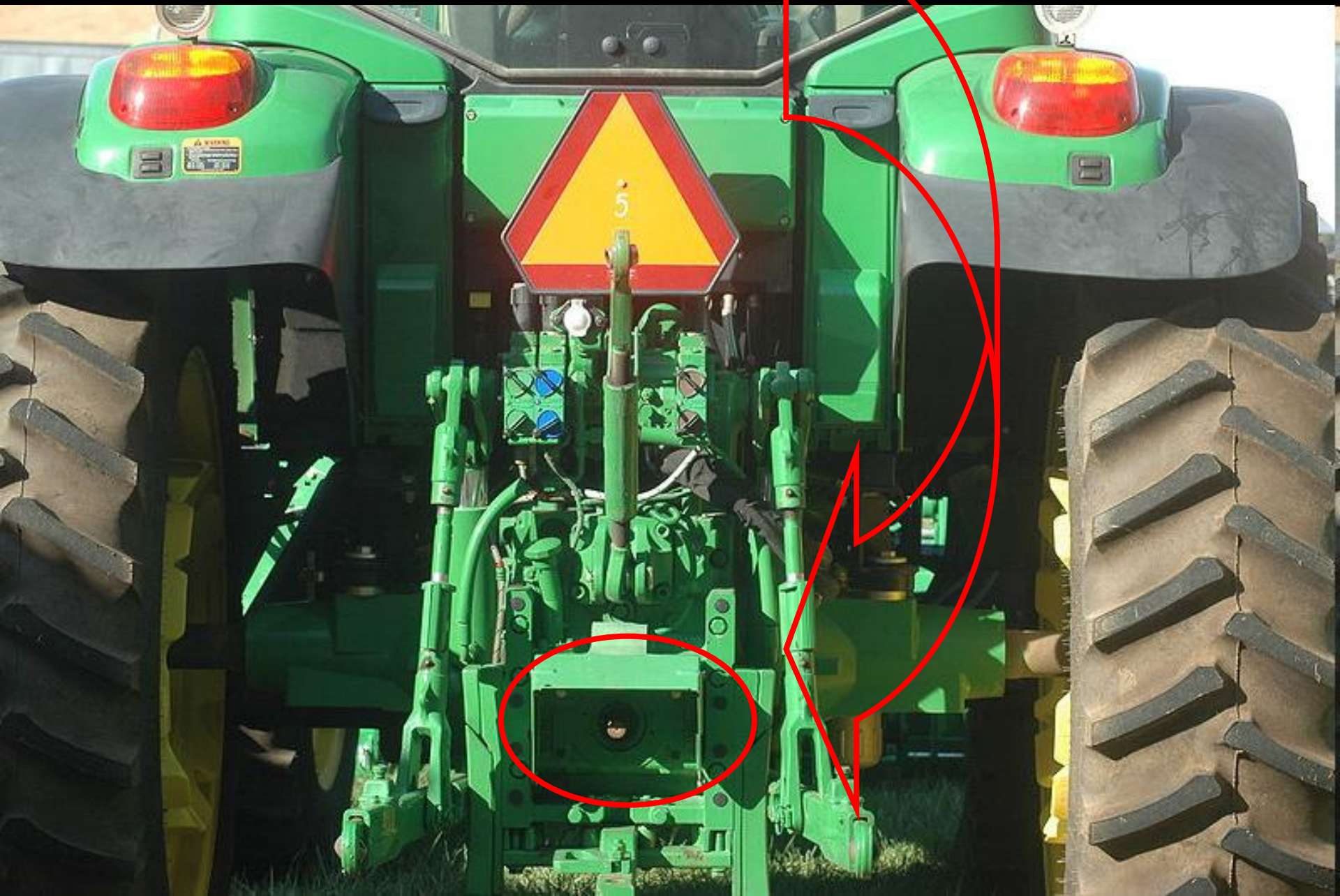
5.2. Armonización de conjuntos

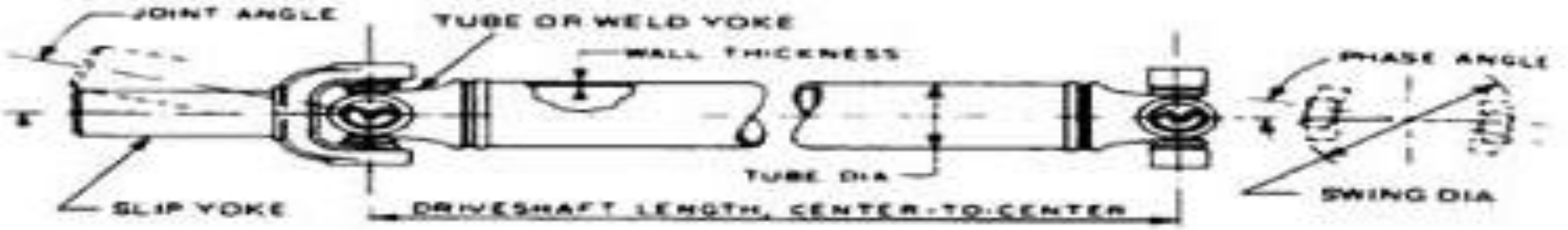
TPP

(PTO)

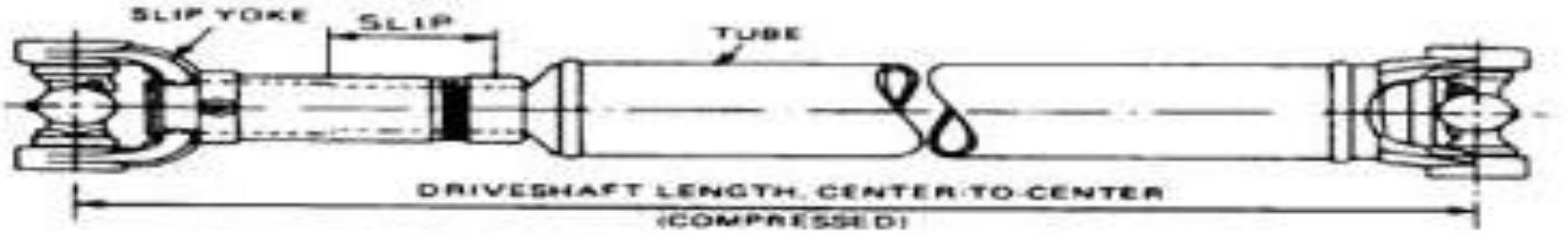

New Holland

Toma Posterior de Potencia (TPP)



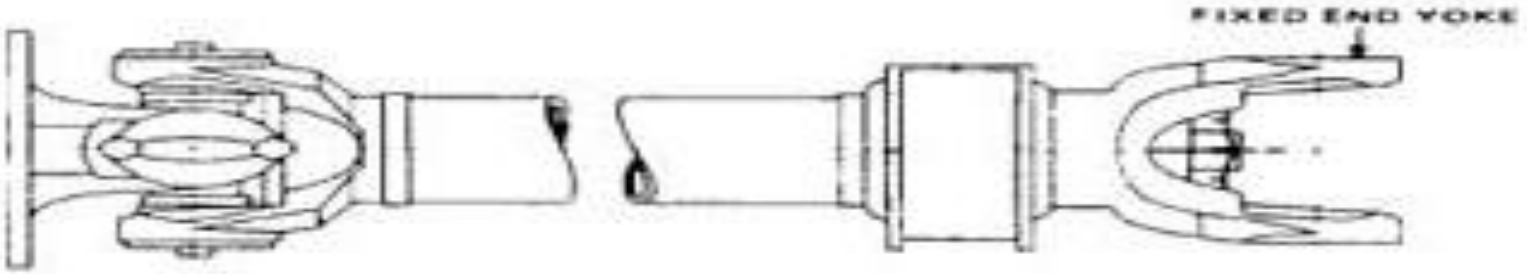


(a) TWO-JOINT OUTBOARD SLIP DRIVESHAFT



(b) TWO-JOINT INBOARD SLIP DRIVESHAFT

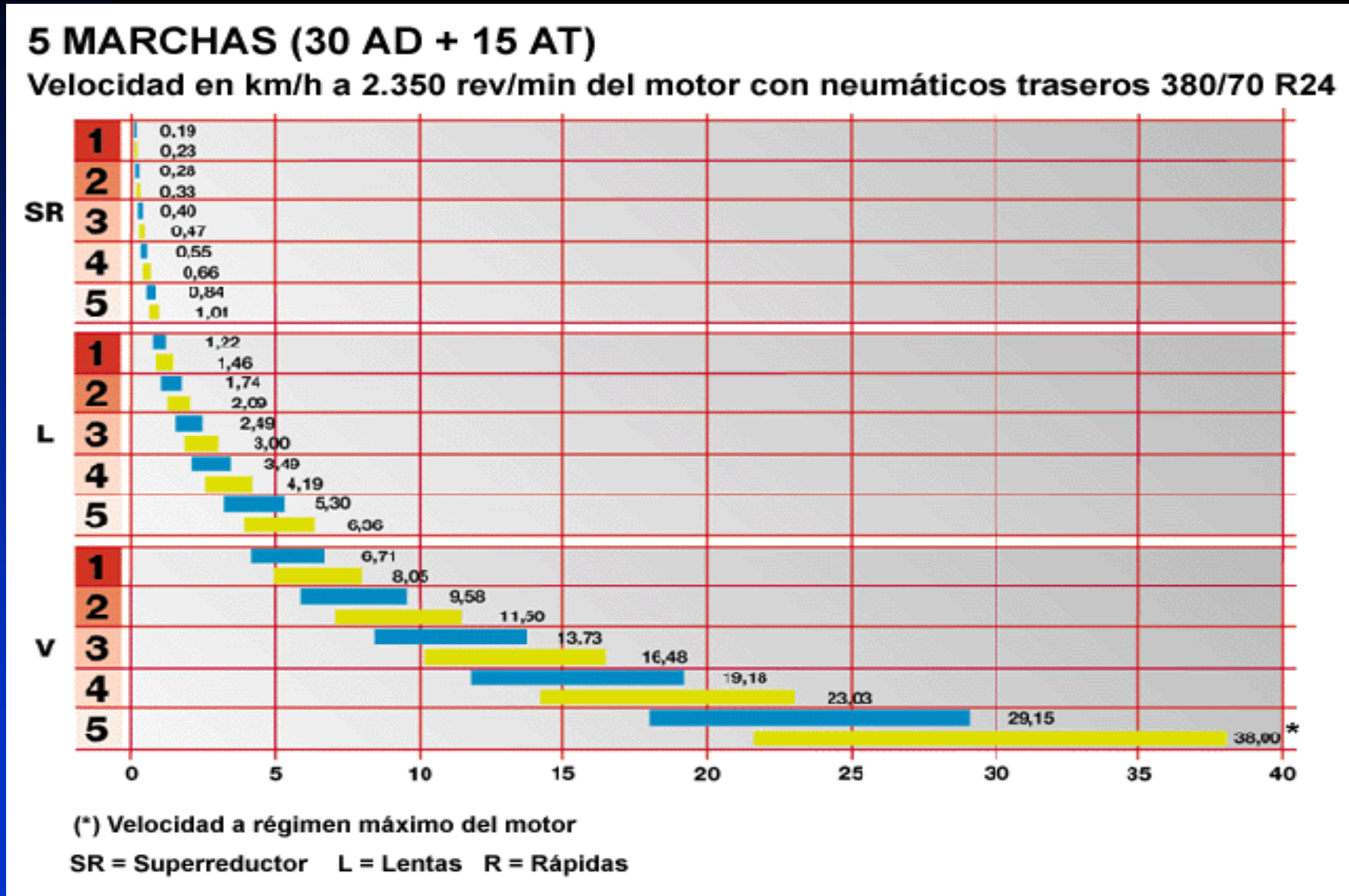
(c) SINGLE JOINT COUPLING SHAFT



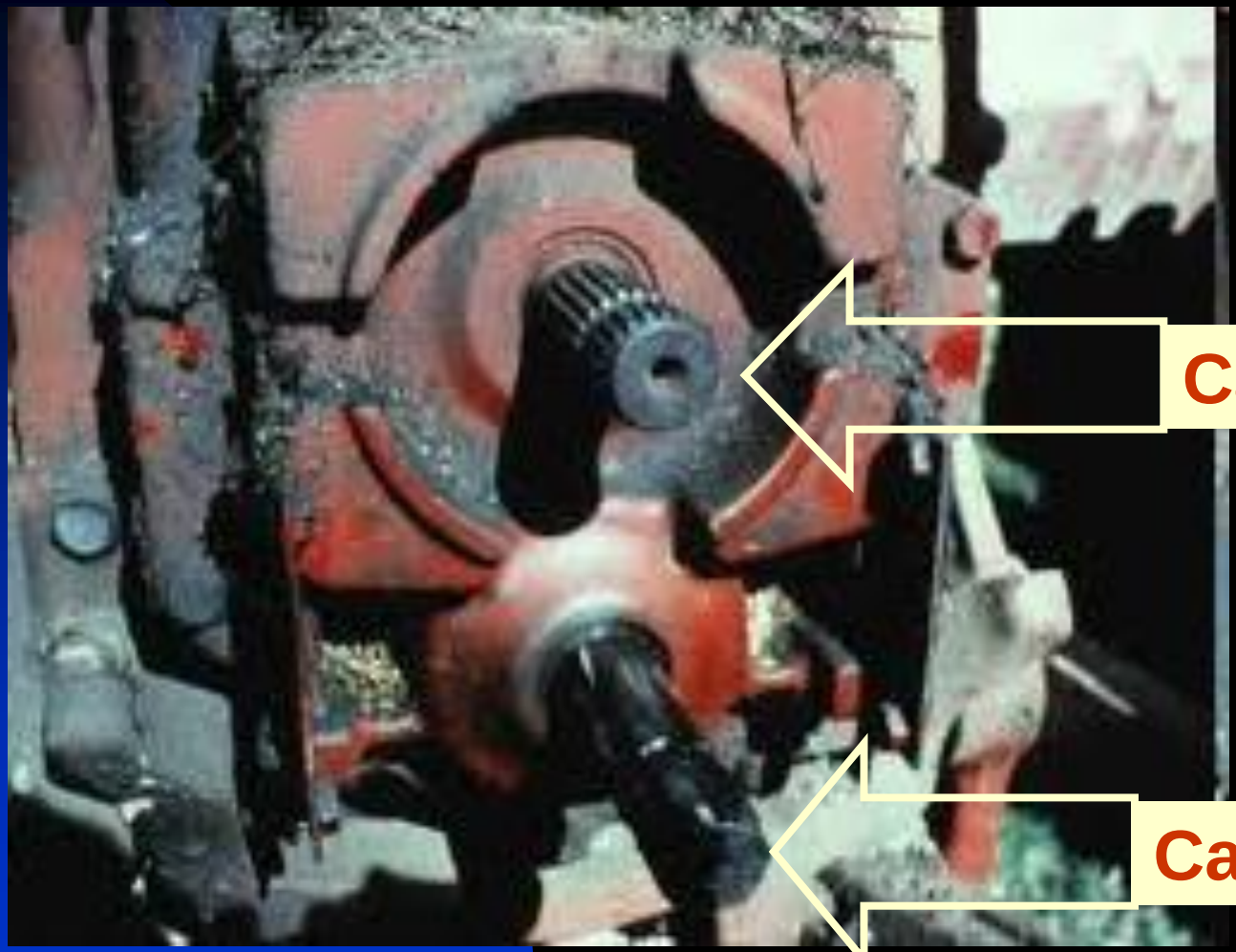
(d) SINGLE JOINT COUPLING SHAFT

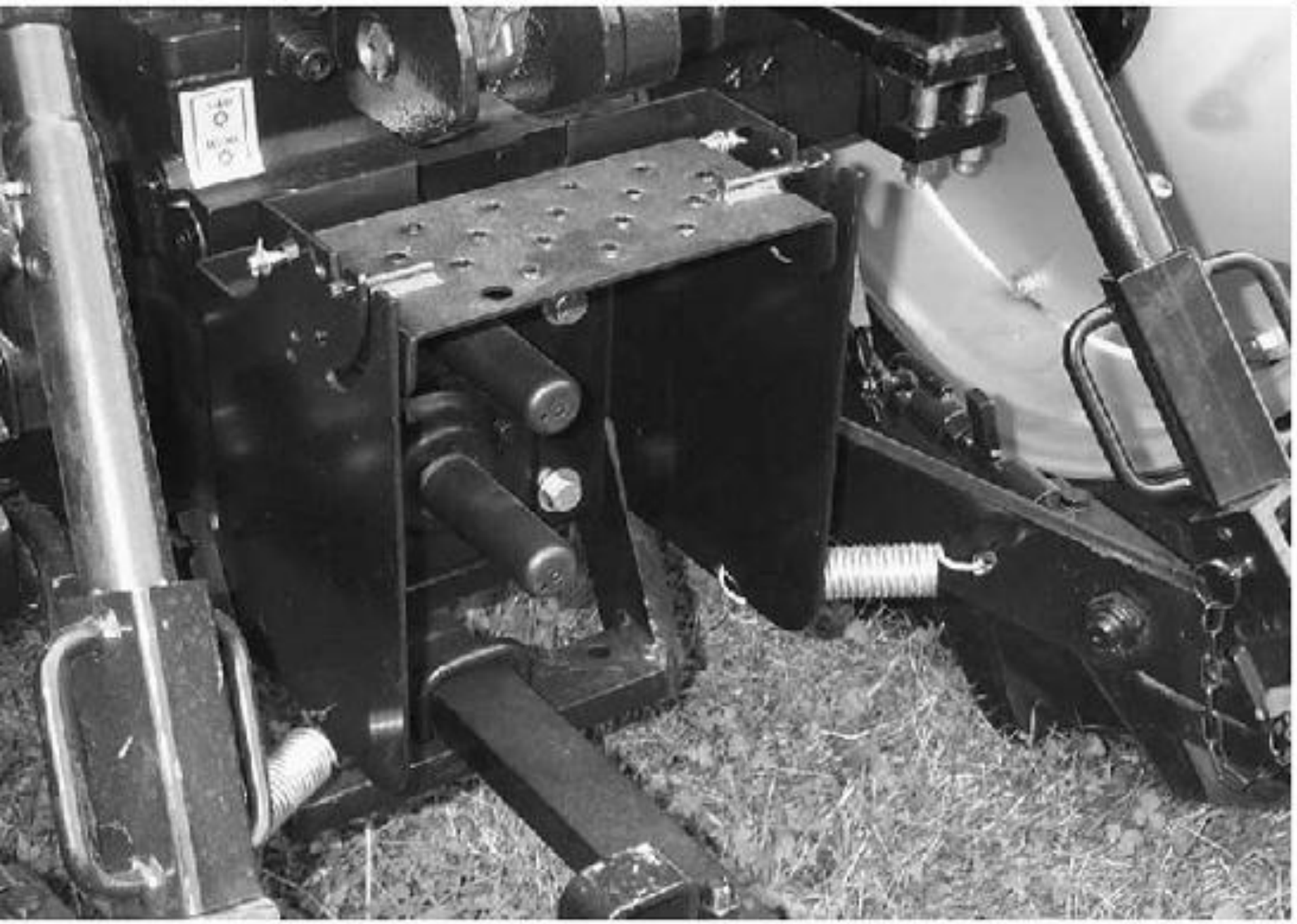
FIGURE 1—BASIC DRIVESHAFT CONSTRUCTIONS

SAME Golden escalonamiento



TPP o PTO: Categorías





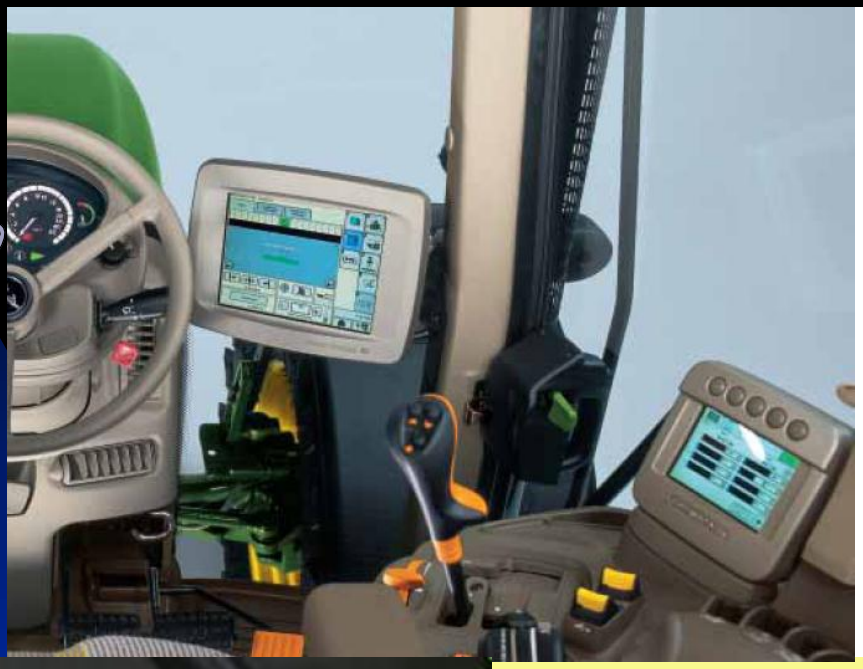
5400
JOHN DEERE

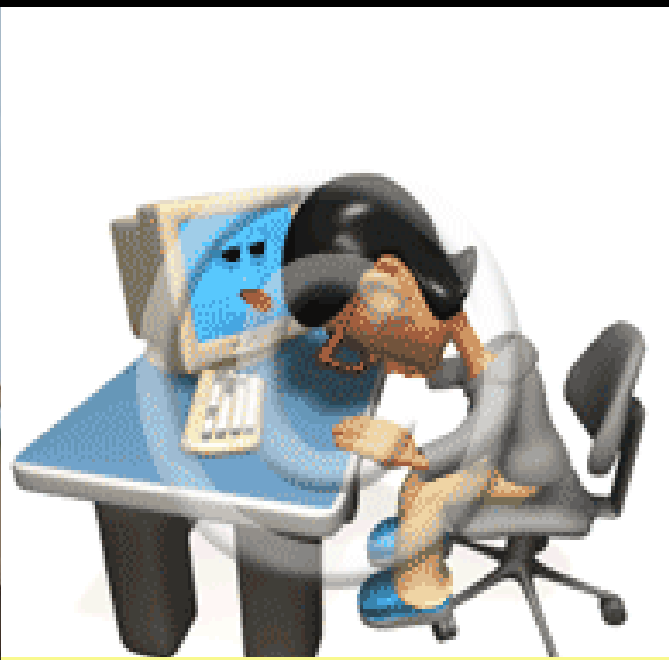
Orugas

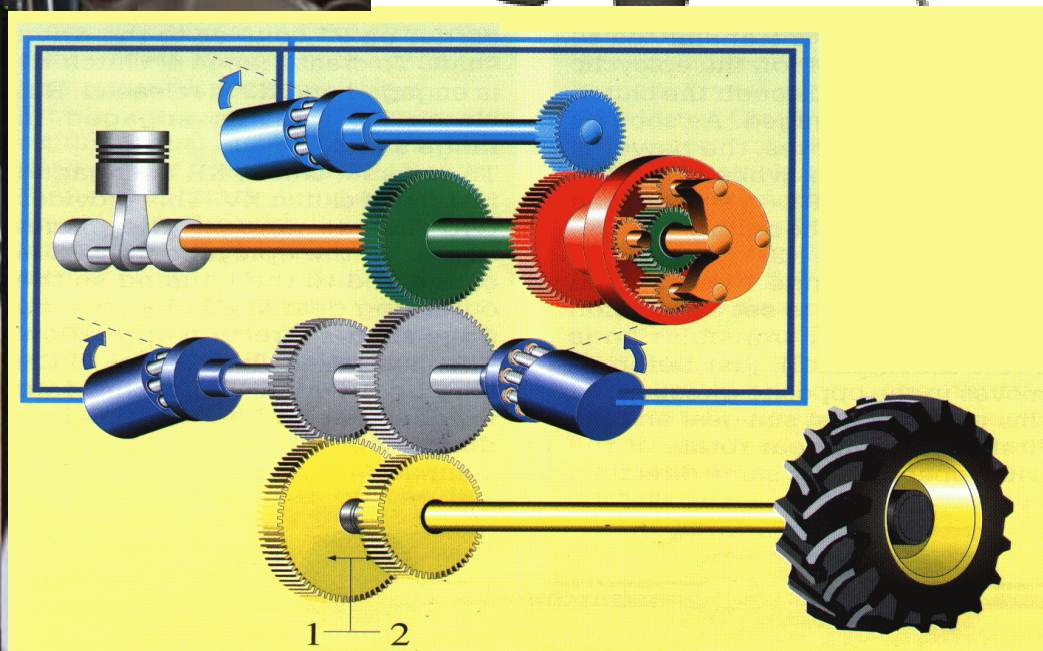
Armonización:
Elasticidad del motor / Caja de cambios

- Marchas lentas: Nunca N máx. de Tracción por exceso Patinamiento
- Marchas de trabajo: Ojalá contenga la marcha de N máx. de Tracción
- Marchas de Transporte: Nunca N máx. por exceso del autotransporte

¿Alguien entiende las nuevas transmisiones?







Automatización de la Transmisión. Pasos.

- 1. Sincronizador de marchas
- 2. **CAMBIOS BAJO CARGA:**
- 2.1. Dos alternativas x marcha: Hi Lo
- 2.2. Cuatro alternativas x marcha: Case
- 2.3. Todas las marchas: POWER SHIFT
- 2.3.1.Manual
- 2.3.2. Asistida por CPU
- 3. **VARIACIÓN CONTINUA DE VELOCIDAD (CVT)**
- 3.1. Hidrodinámica: Convertidor de Par. FENDT
- 3.2. Mecánica: Poleas de Paso Variable
- 3.3. Hidrostática: HST Directa o a la Transmisión
- 3.4. Hidro Mecánica: HMT
- 3.4.1. Acoplada a la salida del epicicloide (Fendt 1996)
- 3.4.2. Acoplada a la entrada del epicicloide (Steyr 2000)

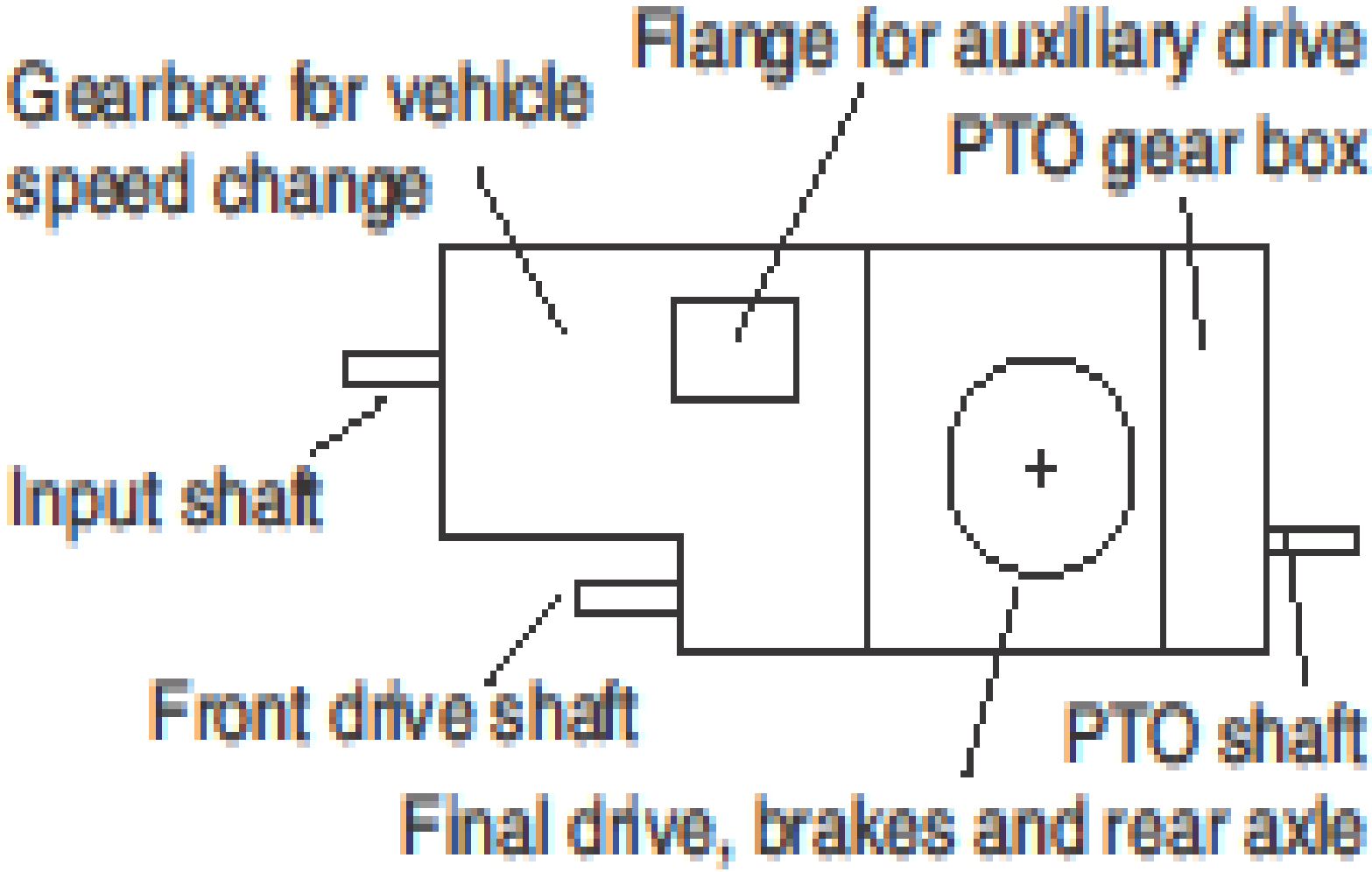
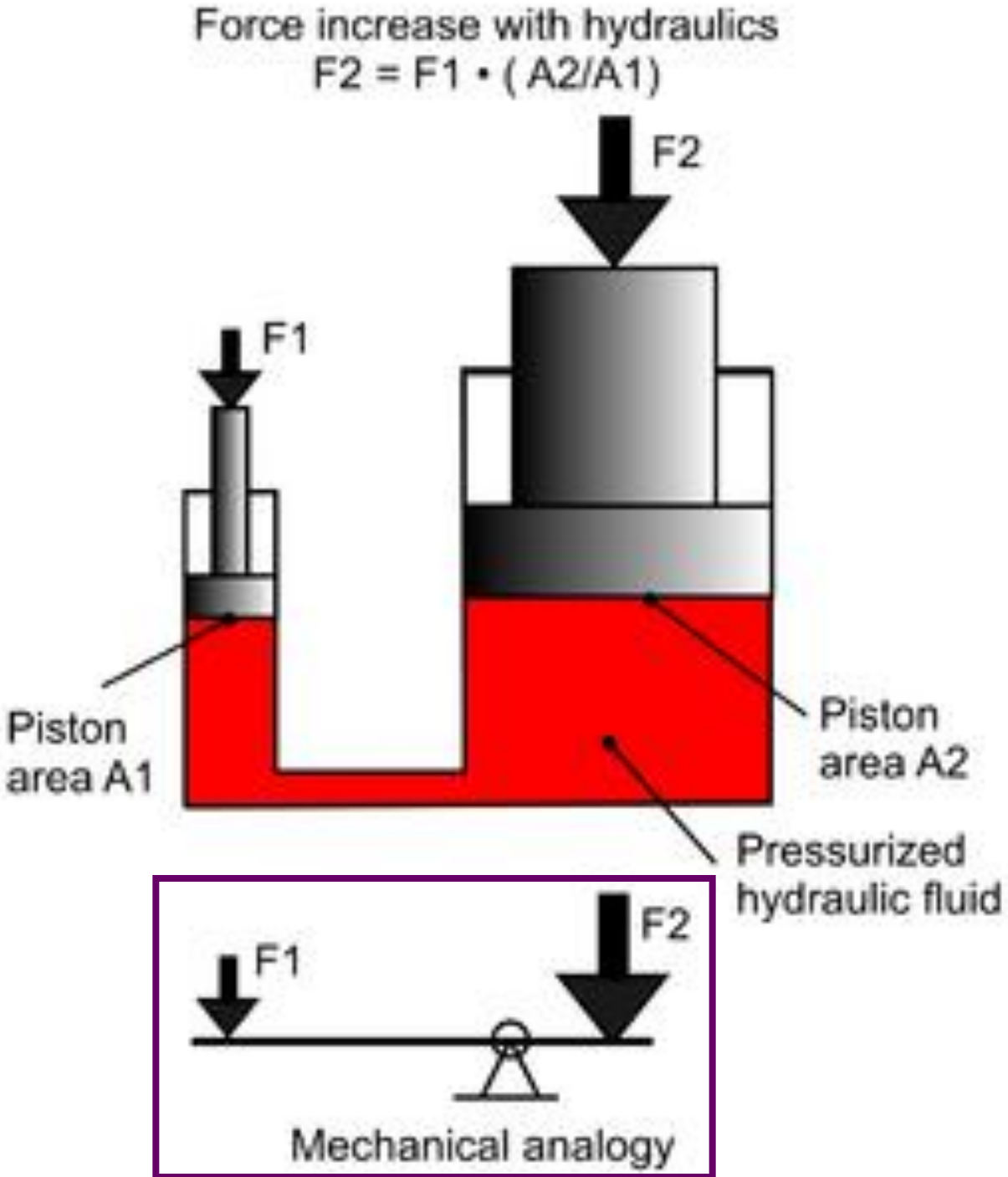
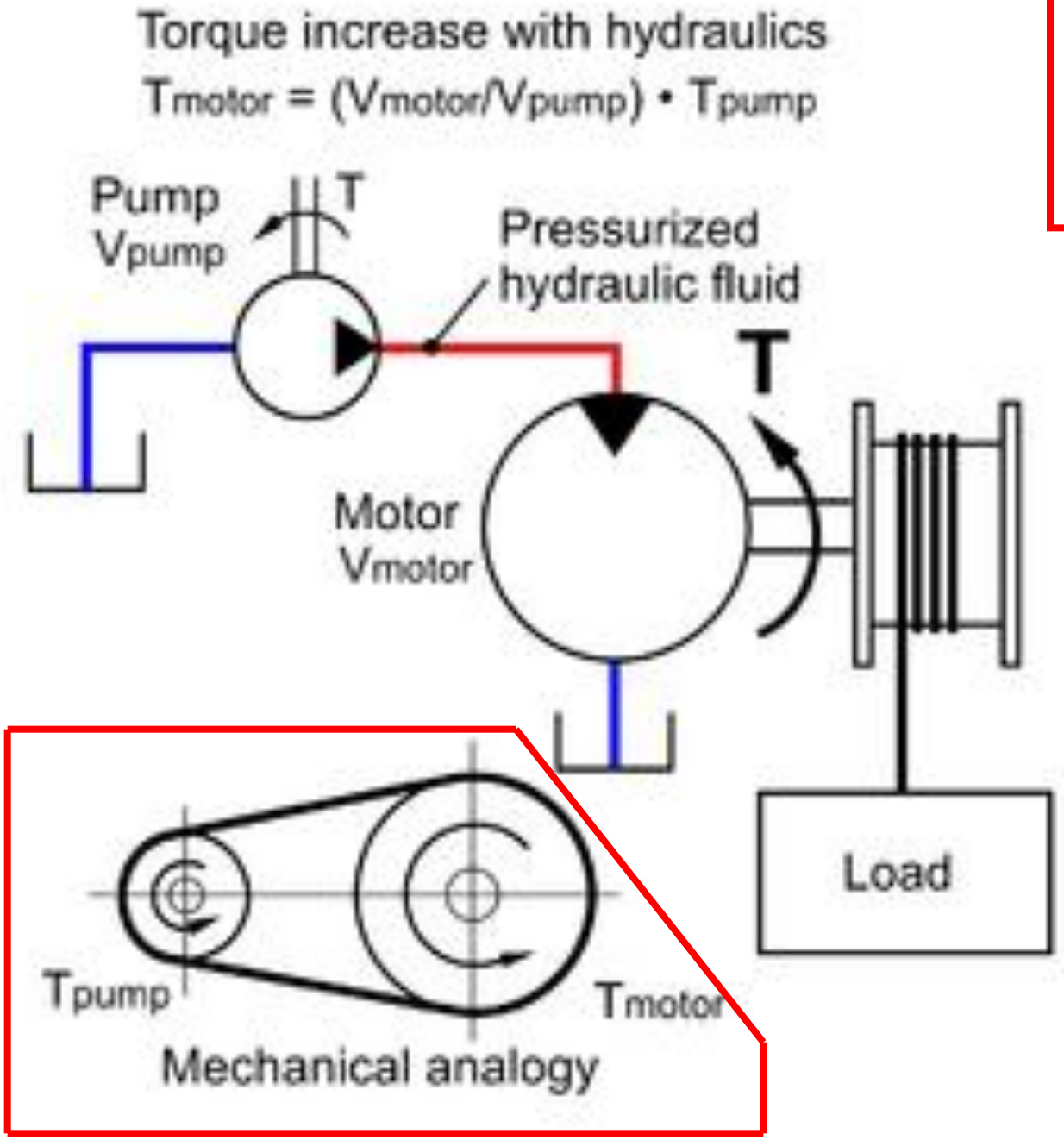


Fig. 1 Tractor transmission system, side view (Renius, 1999).



Transmisiones Hidráulicas:

HIDROSTÁTICA



Transmisión Hidrostática:

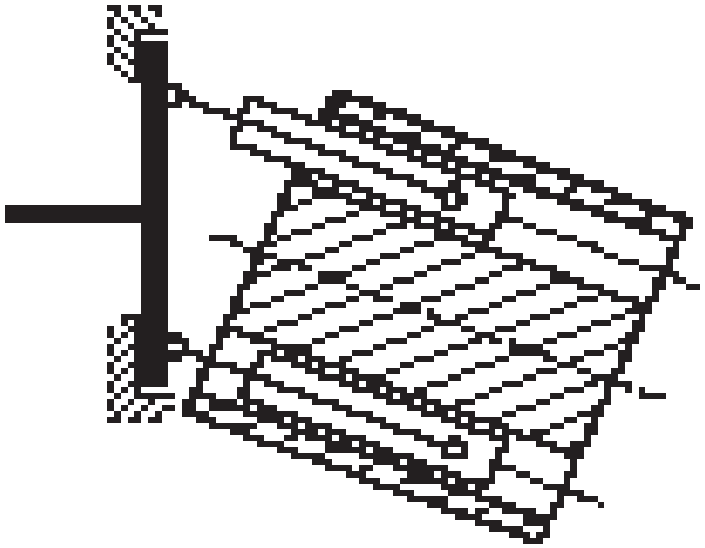
Bomba-Motor

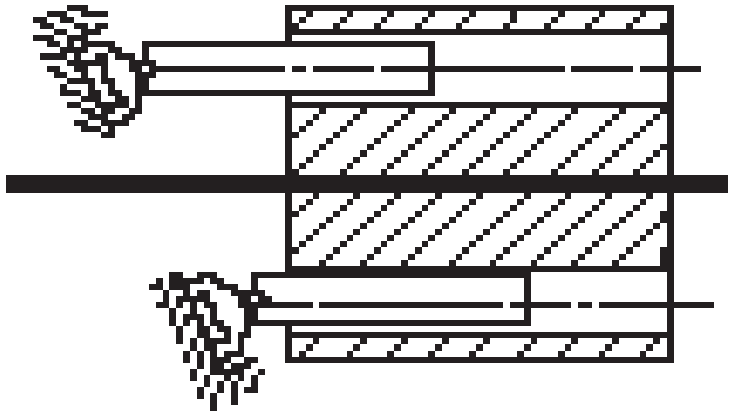
Variación de velocidad:

otro paso

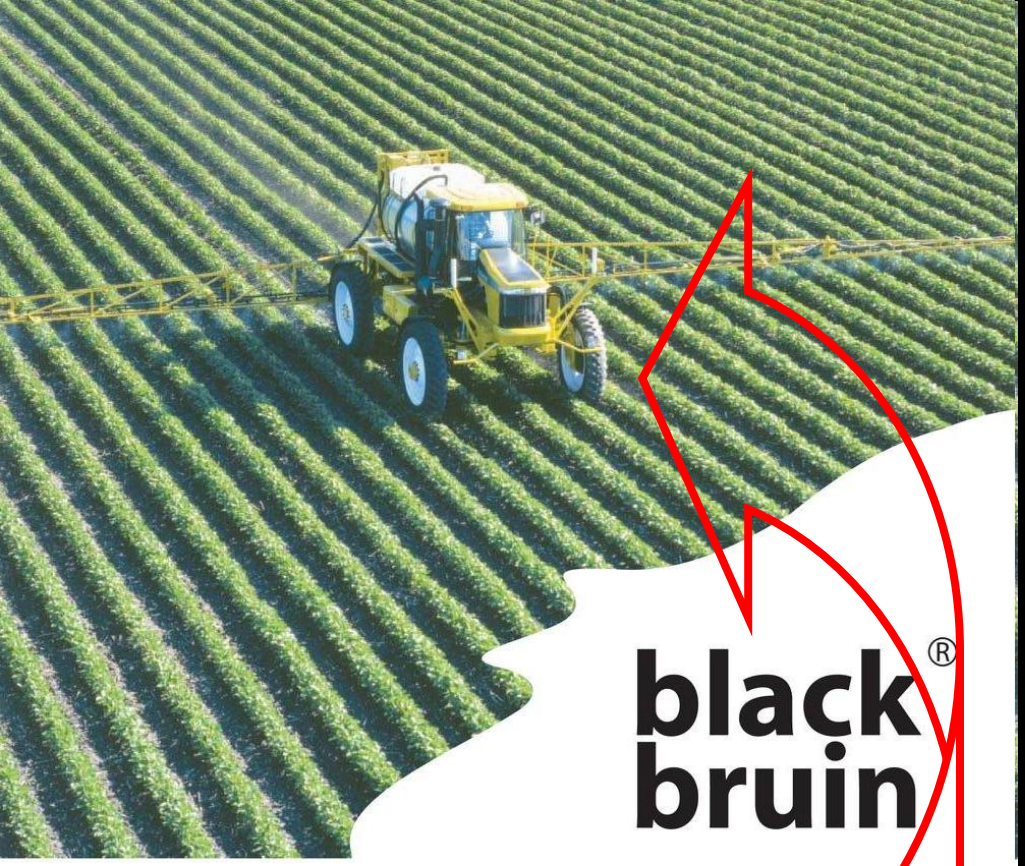
El principio de la variación de velocidad:

Motores y Bombas de cilindrada Variable.





Hans Thoma
(1887-1973)
Vickers, USA, desarrollado para aviones por un contrato: 1935-1941.



black bruin®

Black Bruin BB - motor

Low-speed, high-torque radial piston motor

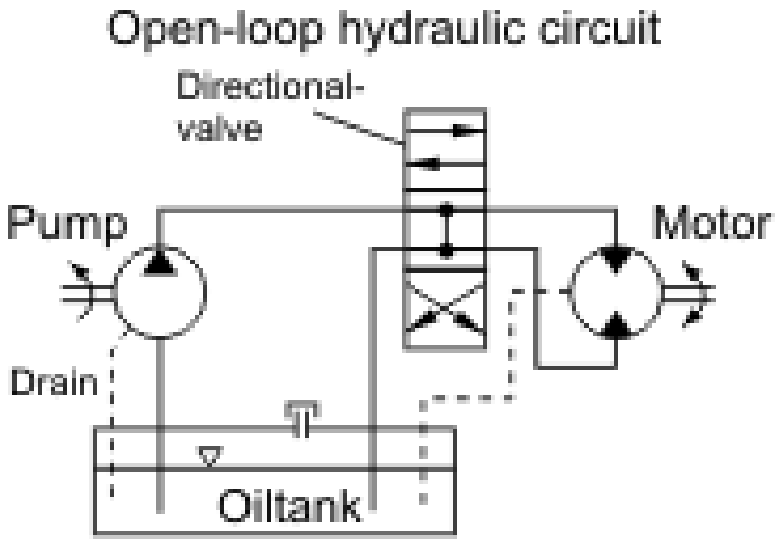
Light weight and small size gives freedom for designers.
Excellent low speed operating characteristics.

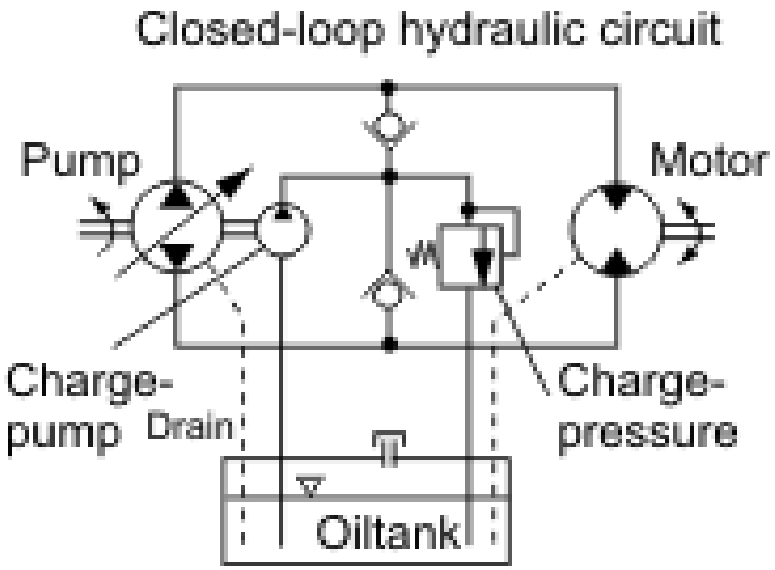
High starting torque.
Wide operating speed range.
Various brake selections.

CLAAS
LEXION 570

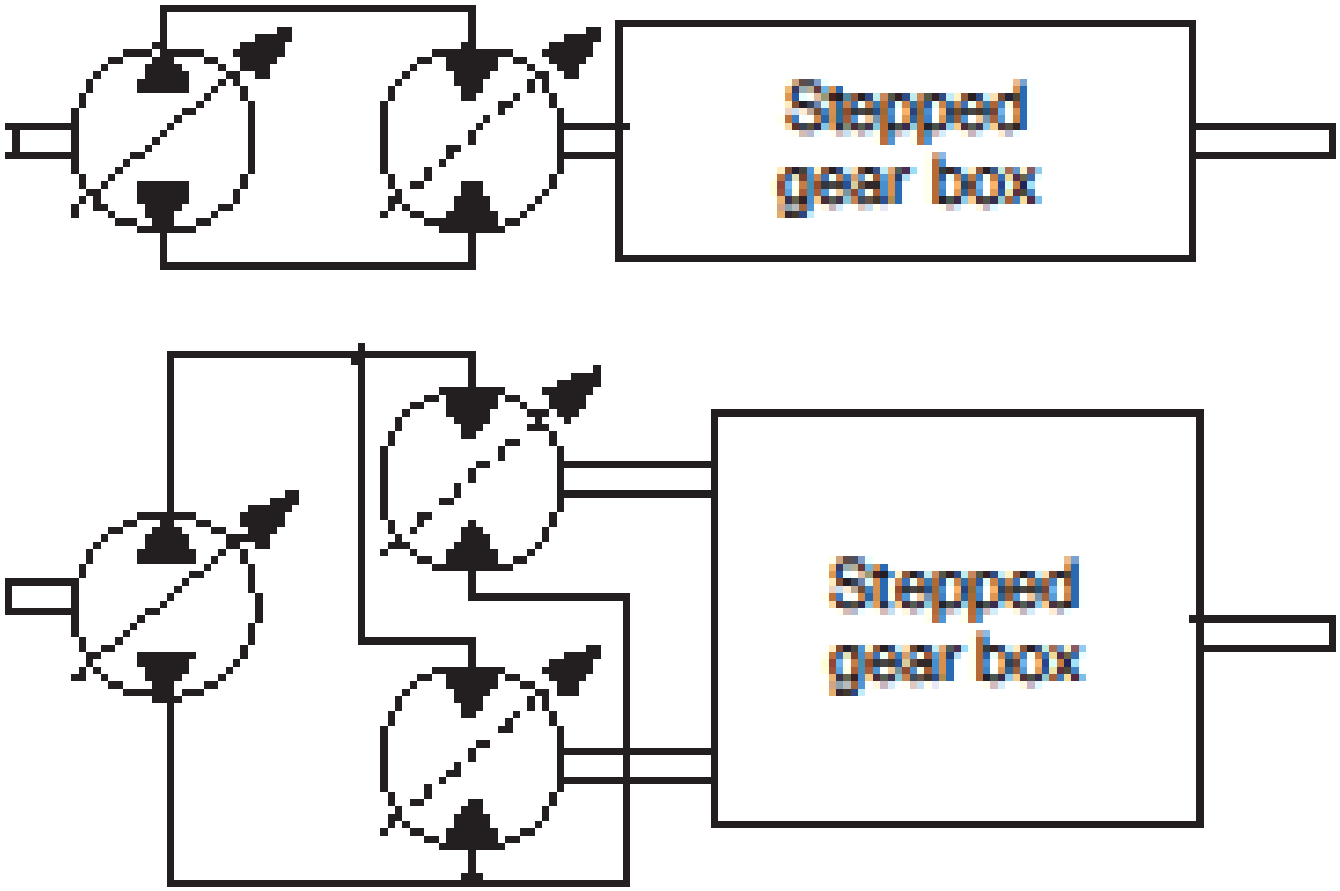
Independencia para el posicionamiento del motor de combustión

Primera etapa de desarrollo de la variación continua de velocidad





Tren cinemático combinando transmisión hidrostática y mecánica en serie.



3.3. HST Tractor: 1954 Prototipo

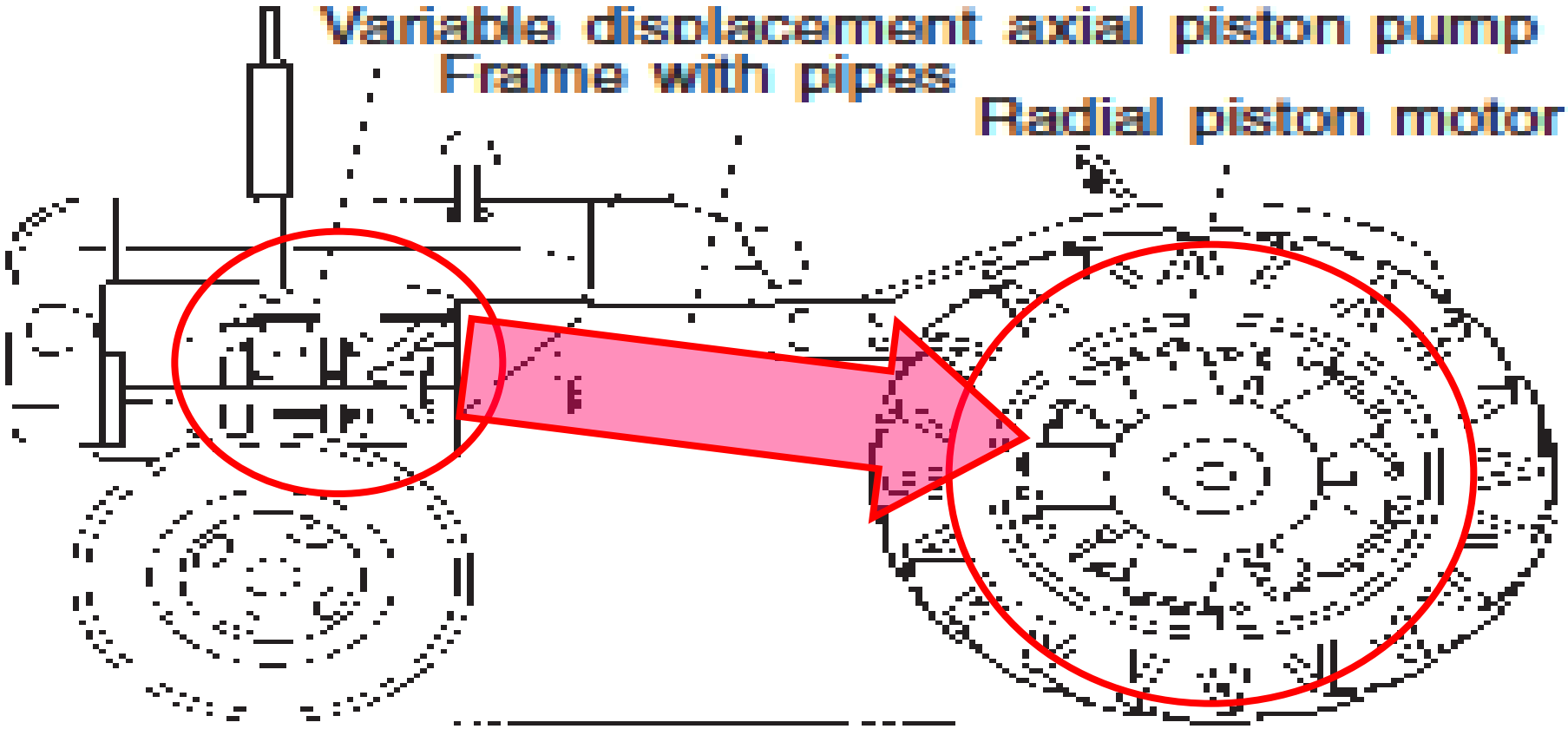


Fig. 5 Silsoe research tractor with hydrostatic CVT, presented 1954 by the National Institute of Agricultural Engineering (NIAE), Silsoe, UK.

Otros intentos de la fase intermedia de desarrollo

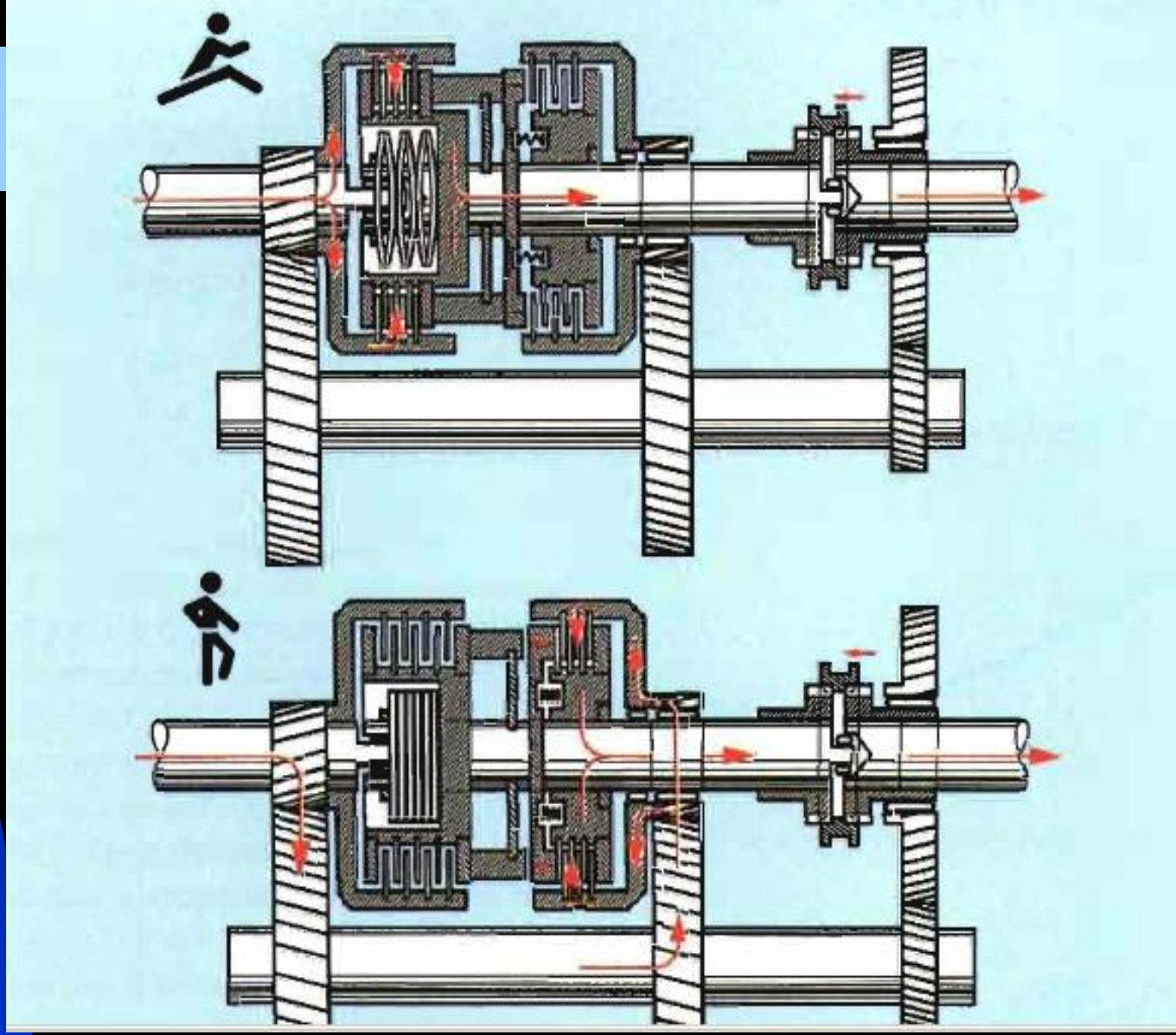
- INTRAC 1974
- Versatile en Canada (80's)
- BIMA en Francia (80's)

Razones para no consolidarse como Innovaciones esos Desarrollos Tecnológicos:

1. **Las Transmisiones mecánicas eran más baratas y eficientes**
2. **Ausencia de un desarrollo acorde de la Electro-Hidráulica**

2. Cambio Bajo Carga:

Esta alternativa es válida para las velocidades de trabajo, en transporte basta la sincronización.



- Los primeros tuvieron dos alternativas para cada marcha seleccionada mecánicamente:
- Hi Lo, Powermatic, Powertronic, Dual Power

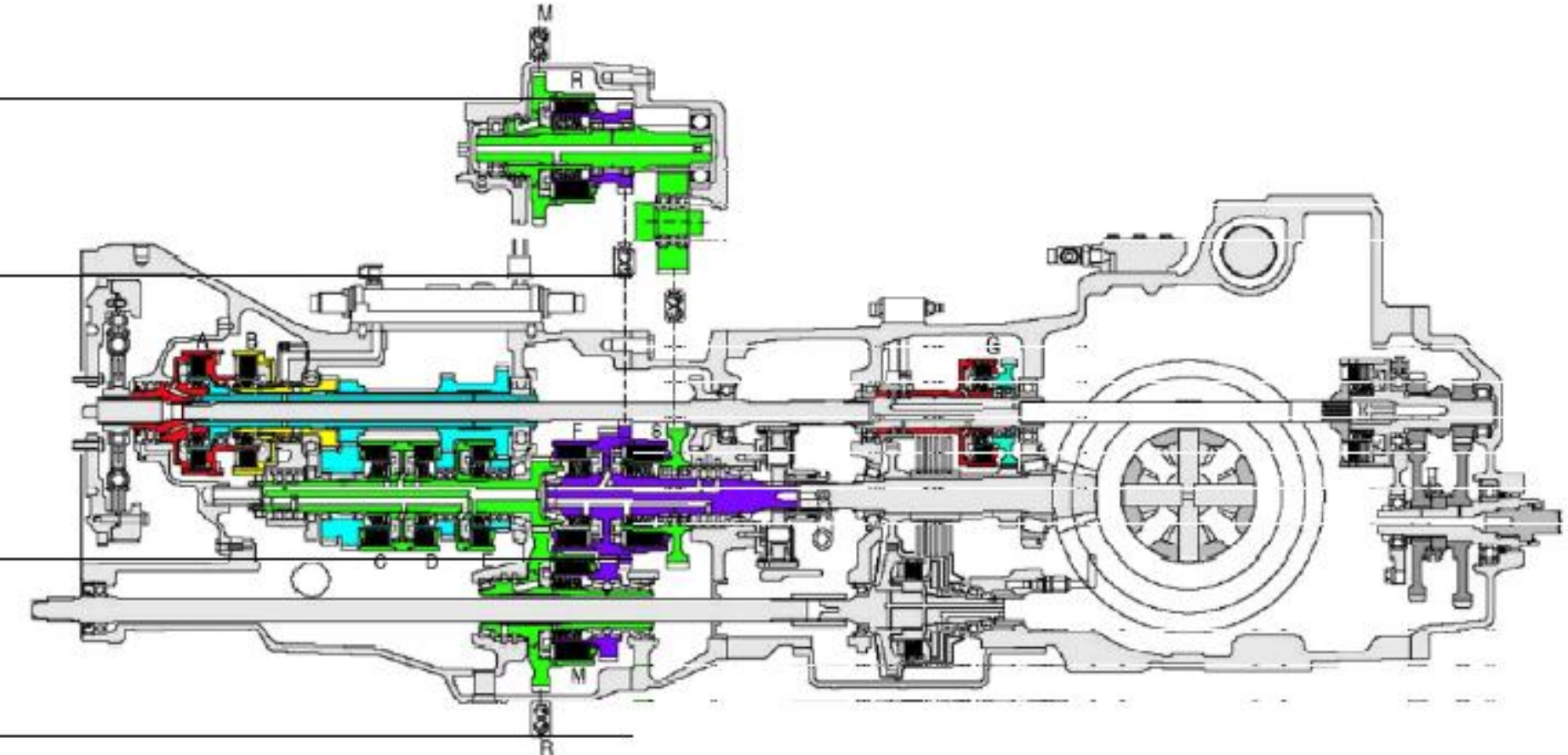
2.3. Power Shift

Molari y Sedoni, 2008: Analizaron pérdidas en una transmisión Power Shift Eficiencia: 0,7

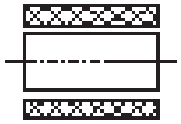
52% = Fricción, 4% Discos de freno, 4% Mandos Finales = 60%

El restante 40% = Salpicado del aceite de lubricación.

Proponen: reducir cantidad de aceite.

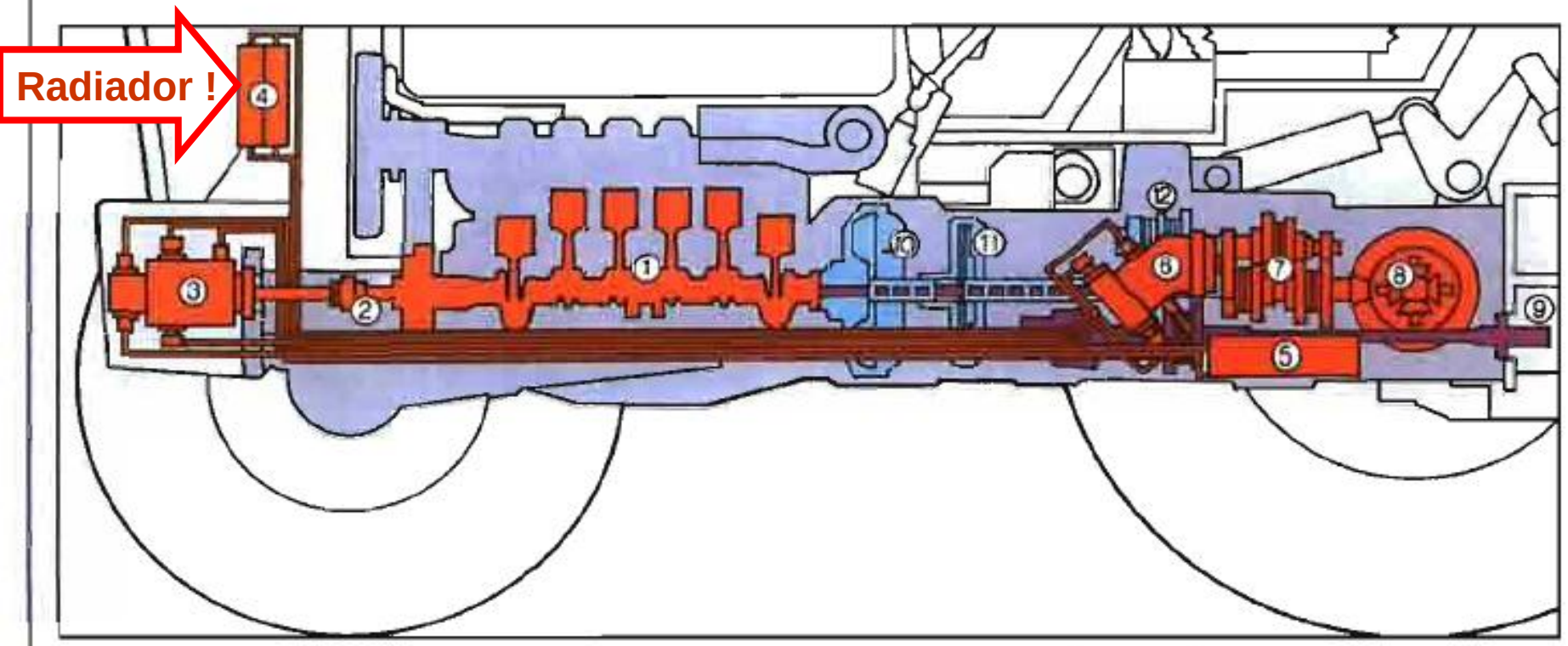


Cuatro principios básicos para una variación continua de velocidad:

Type of CVT			Principle of energy transmission	Ratio control	Application	Efficiency
1	Hydrodynamic		Mass forces at pump and turbine	Usually automatically by load	Important for pass. cars and construction machinery	poor
2	Mechanical		Traction forces within friction contacts	Radius of traction force	Important for passenger cars	excellent
3	Hydrostatic		Hydrostatic forces at pump(s) and motor(s)	Displacement of the units	Important for mobile machinery	moderate
4	Electrical		Electro-magnetic forces at generator(s) and motor(s)	Frequency of current or electric flux or load	Upcoming	moderate

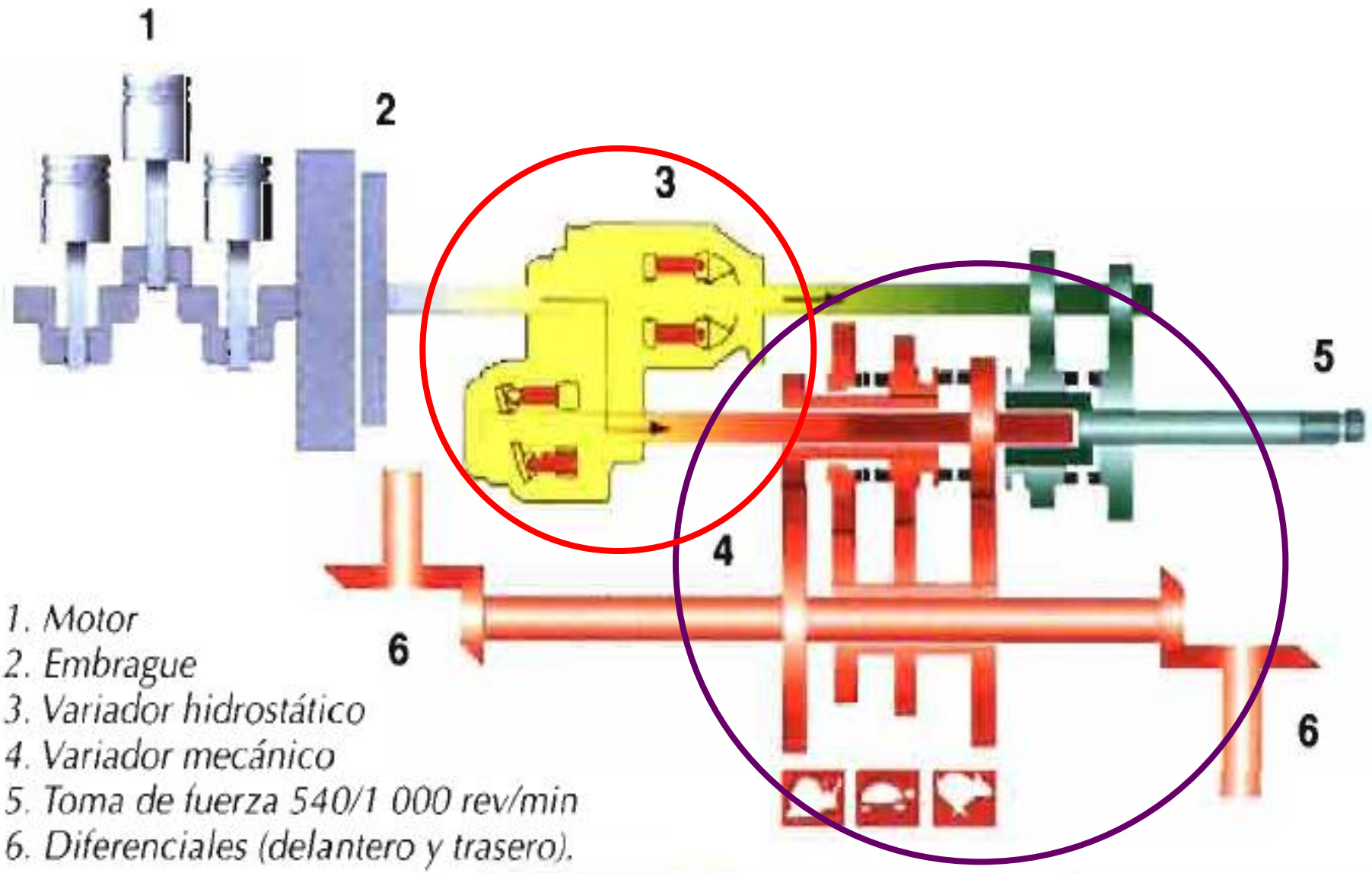
El antecedente inmediato anterior del Vario. Uso paralelo de la Hidrostática

Fig. 4. Transmisión mecánica-hidrostática 'Duospeed' (Fendt)



1. *Motor*
2. *Acoplamiento de bomba*
3. *Bomba de caudal variable para la transmisión hidrostática*
4. *Radiador de aceite*
5. *Depósito de aceite de la transmisión hidrostática*
6. *Motor hidráulico*
7. *Transmisión mecánica (reductora)*
8. *Diferencial*
9. *Toma de fuerza*
10. *Turbo embrague (hidrodinámico)*
11. *Embrague mecánico por fricción*
12. *Transmisión mecánica (caja de velocidades con inversor)*

Fig. 3. **Esquema de la transmisión hidrostática-mecánica en el tractor Antonio Carraro**



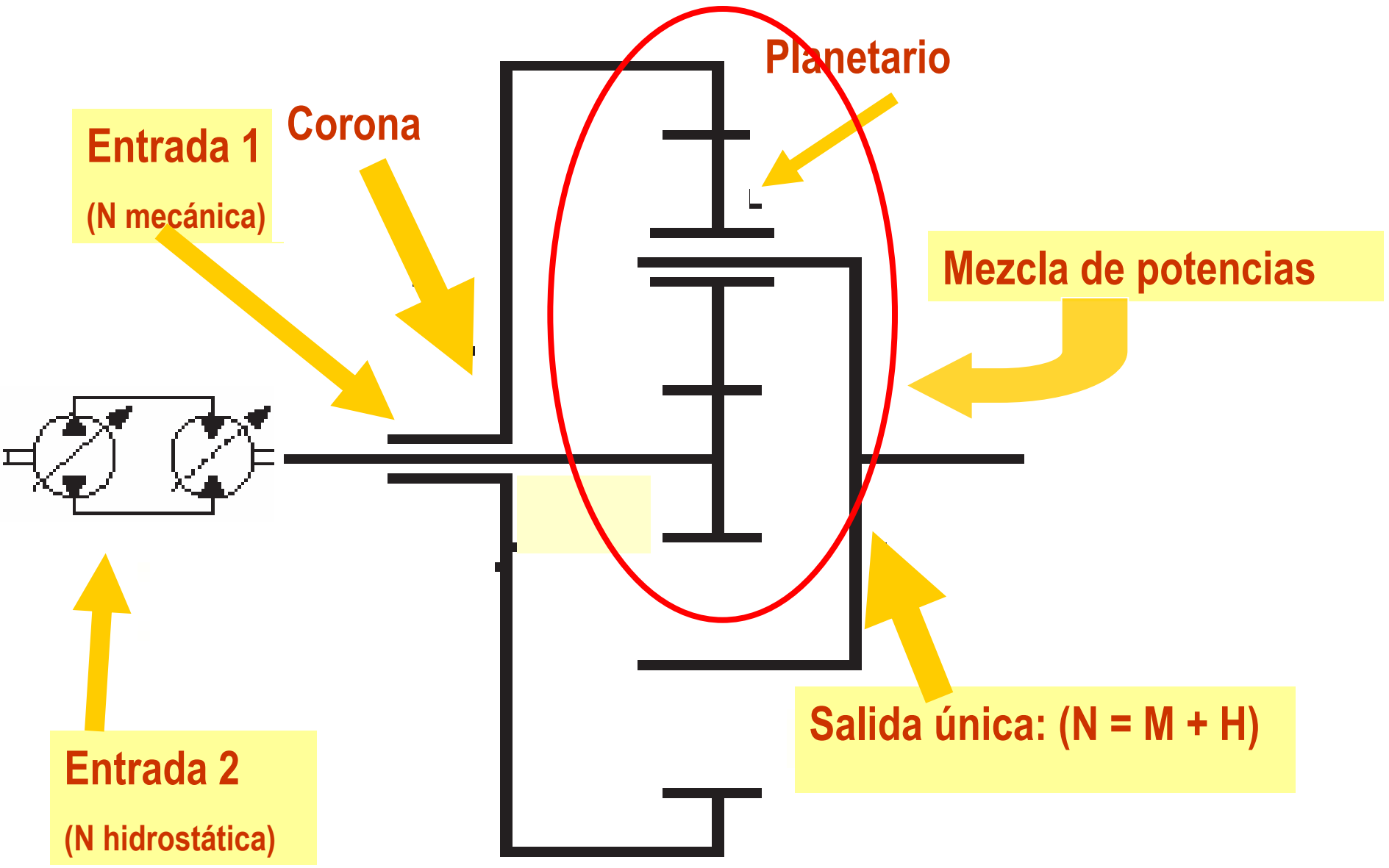
1. Motor
2. Embrague
3. Variador hidrostático
4. Variador mecánico
5. Toma de fuerza 540/1 000 rev/min
6. Diferenciales (delantero y trasero).

4.2. CVT: Hidrostática + Mecánica (en paralelo)

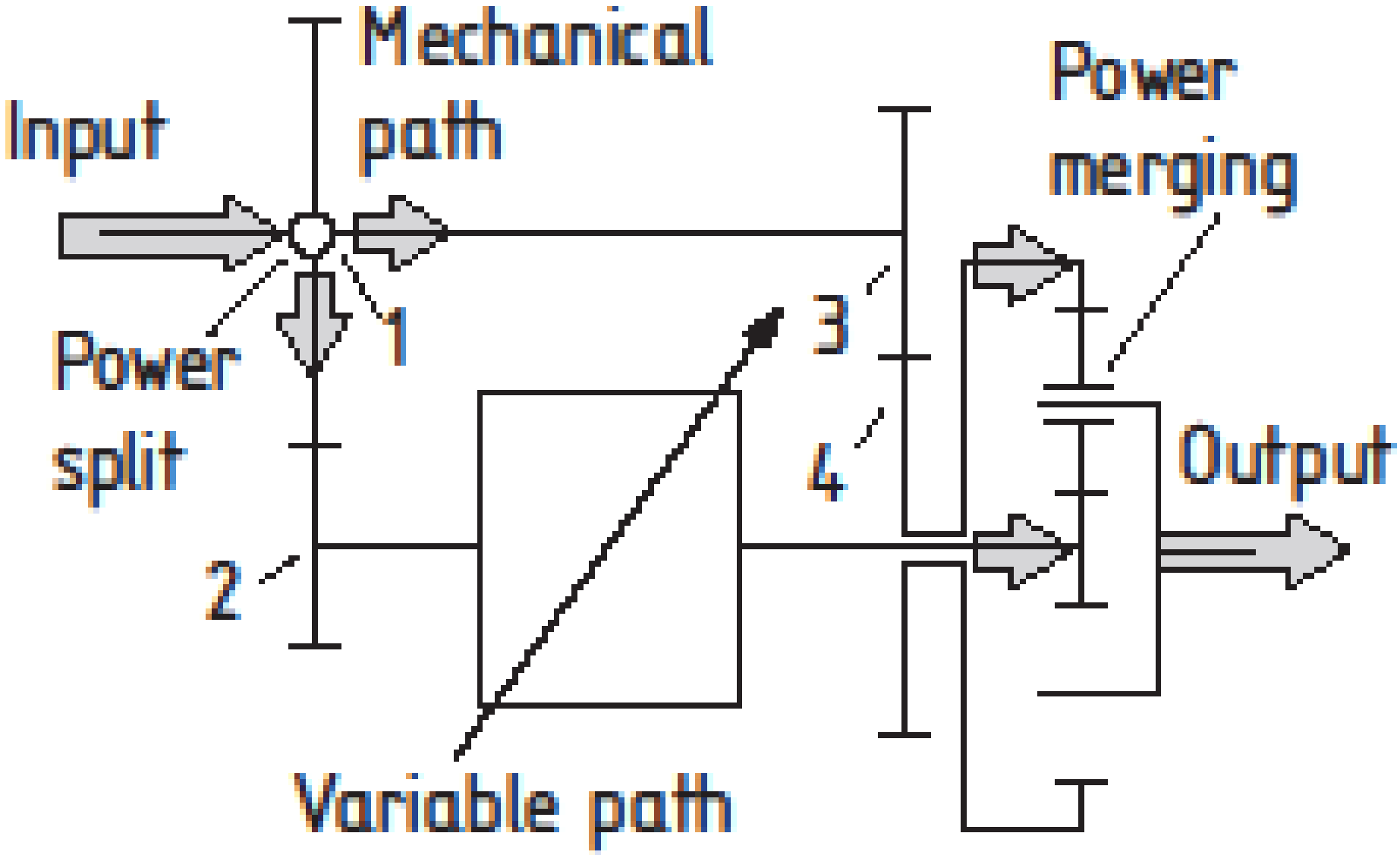
Principios de los CVT con alternativa divisoria de potencia:

- Son necesarios para ubicar un rango de rendimiento acorde a las mayores potencias (>50kW).

3.4. División de la potencia con mecanismo epicicloidal (=planetario):



3.4. Esquema de transmisión CVT del tipo Hidromecánica (HMT):



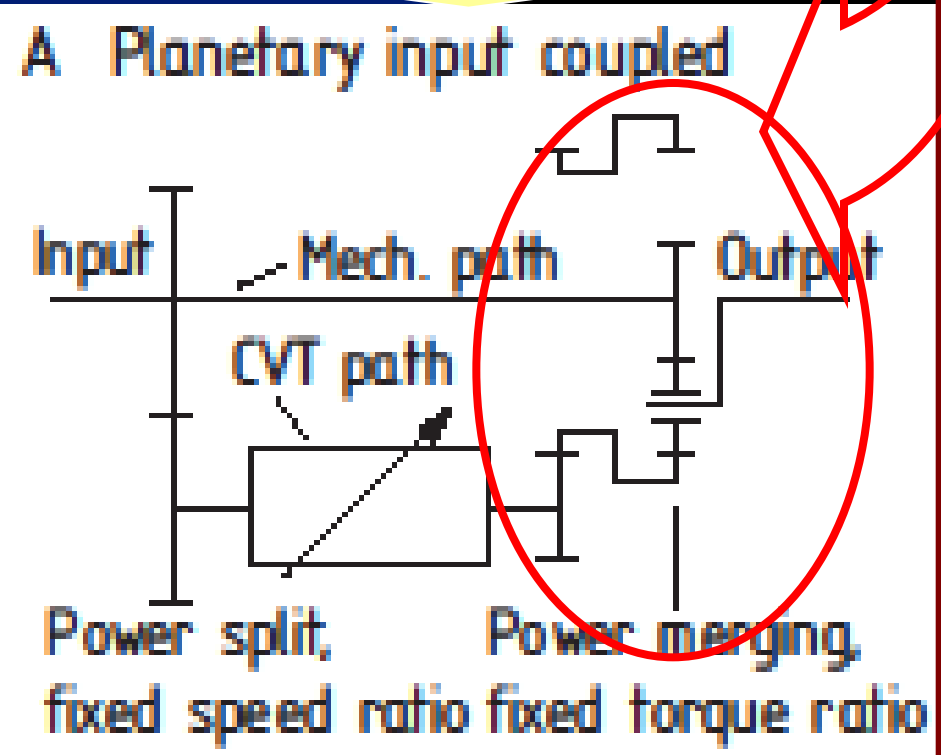
3.4.2 Transmisión HMT prestación CVT con planetario Sumador. Acoplamiento hidráulico a la entrada.

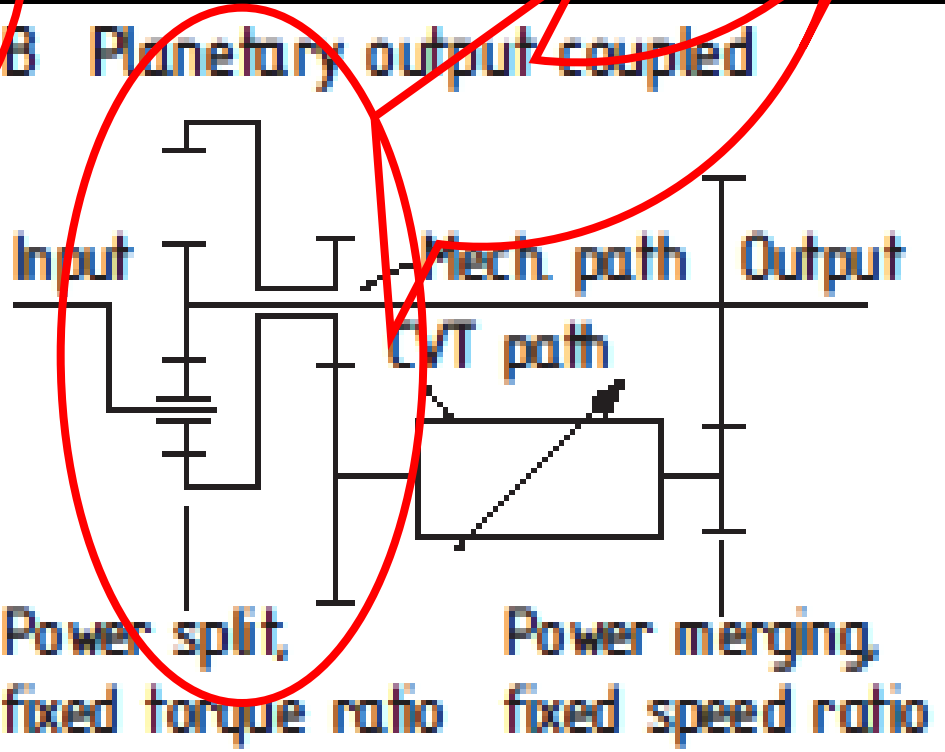
(Steyr S-Matic, NH, ZF John Deere, Agrotron Deutz 2000)

3.4.1. Transmisión HMT prestación CVT con planetario Divisor. Acoplamiento hidráulico a la salida.

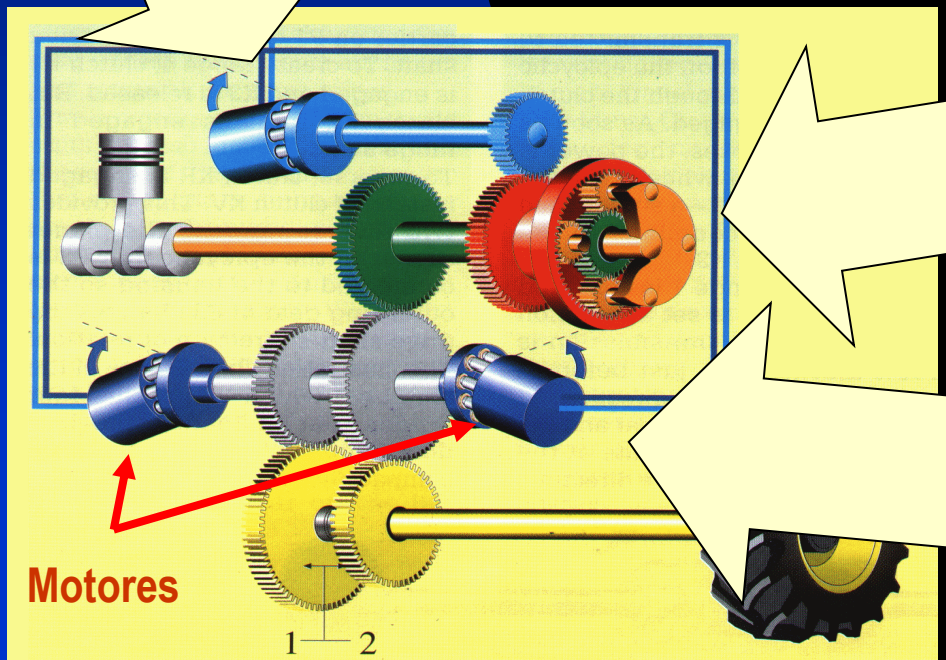
(Fendt Vario 1996)

Kress, 1968





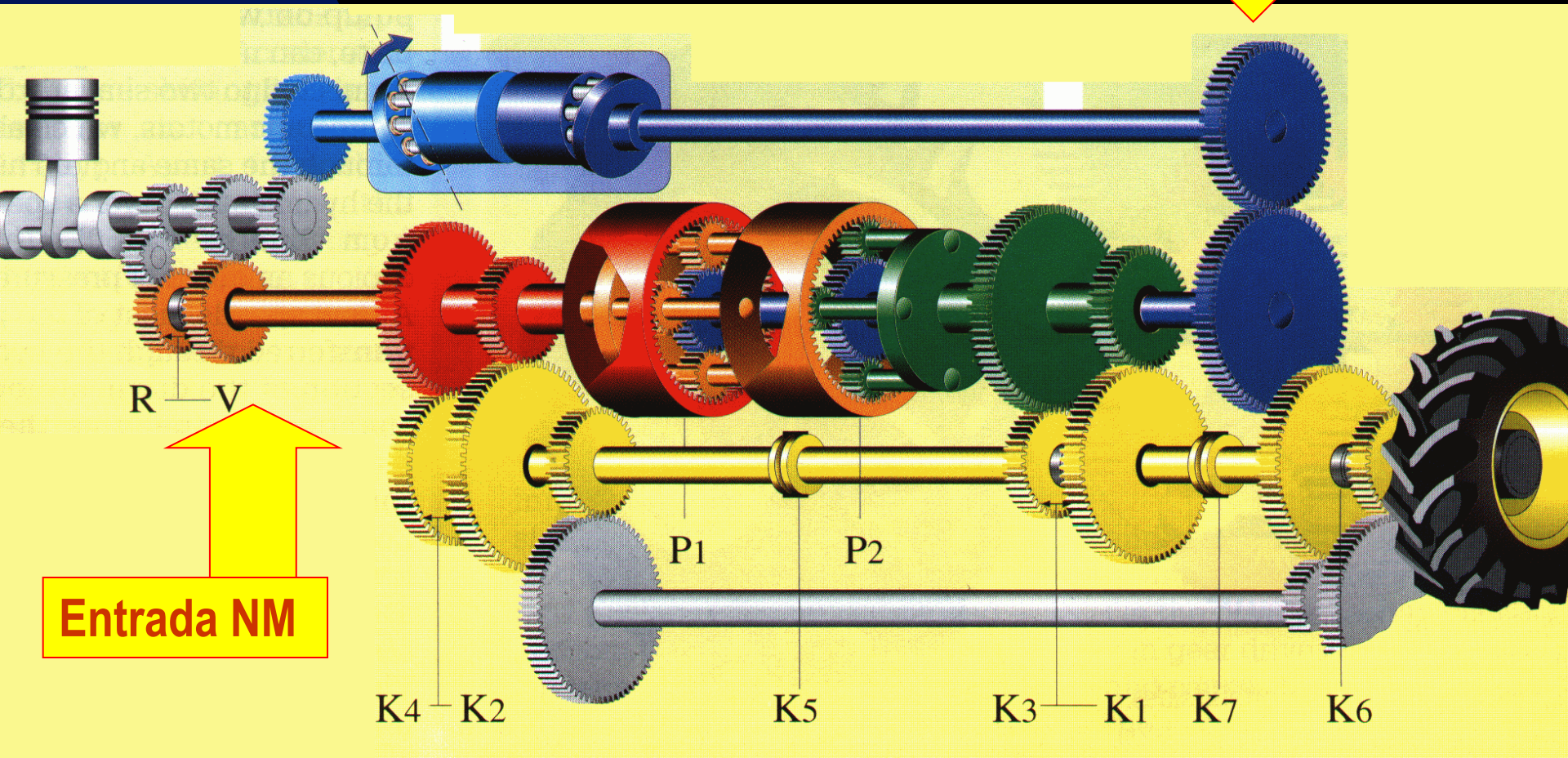
3.4.1. Tractor *Fendt 200 Vario* transmisión continua CVT de acoplamiento a la salida (= Planetario Divisor)



Planetario divide NH de NM

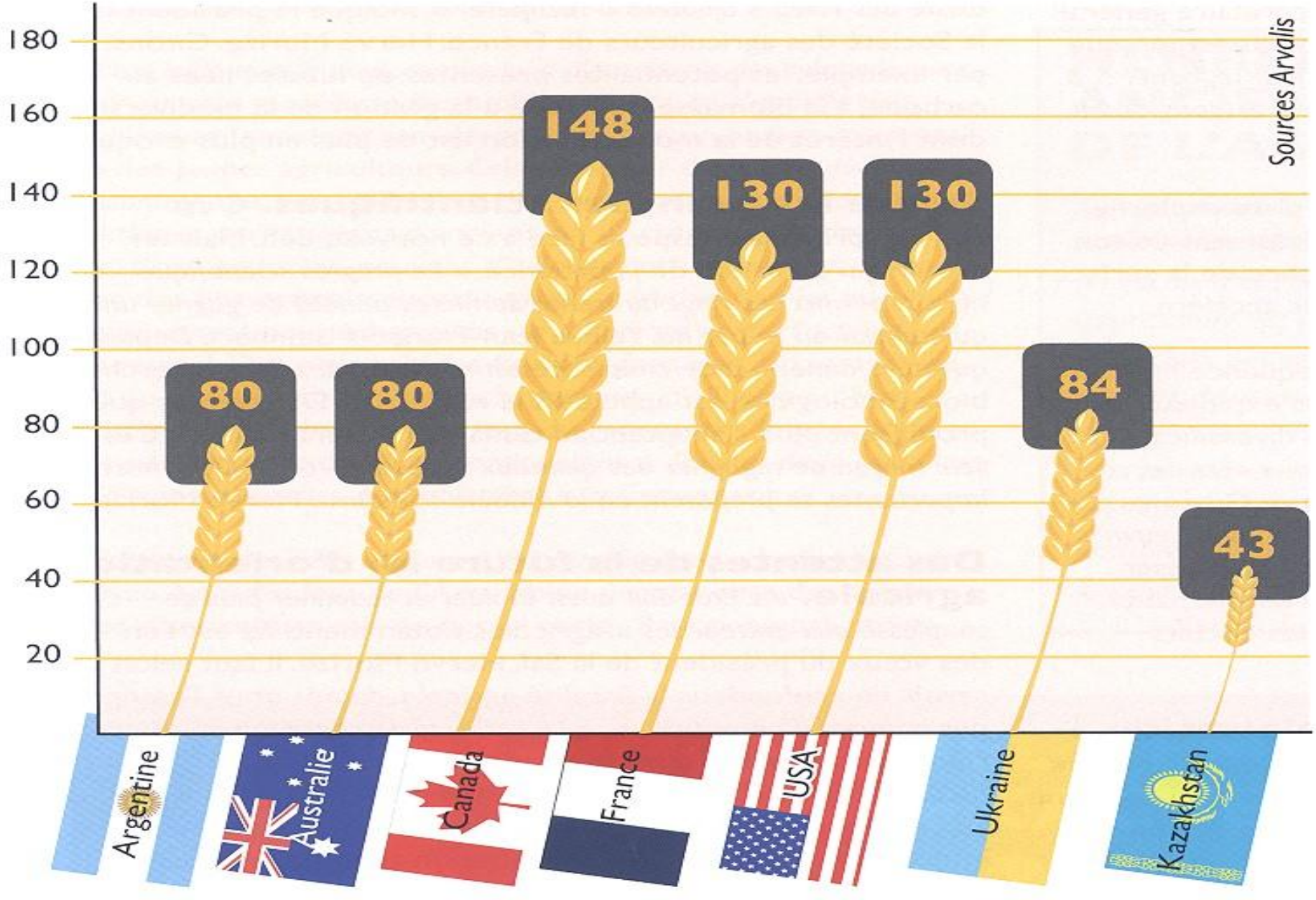
Motores H acoplan luego del planetario epicicloidal

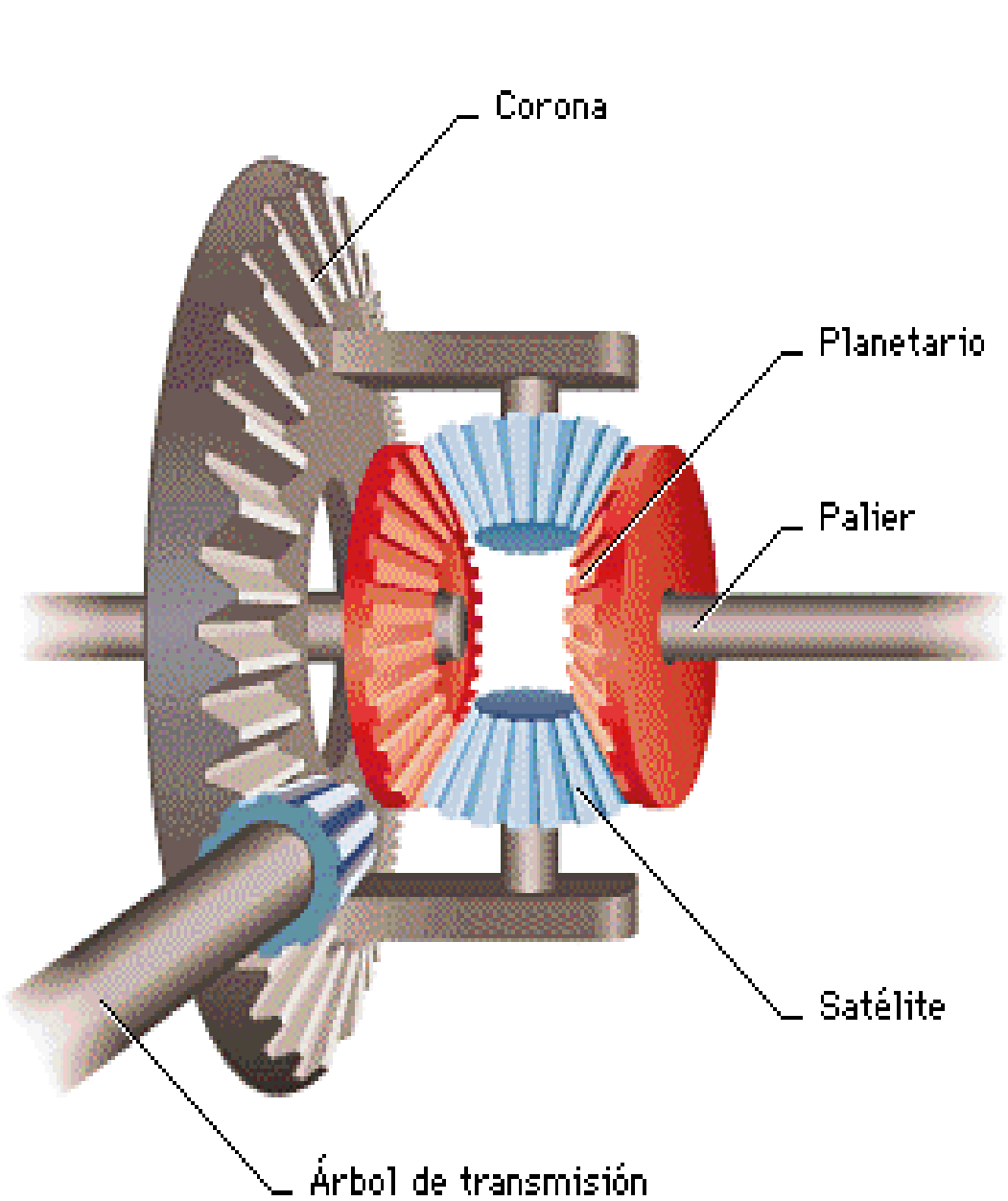
3.4.2 Transmisión continua CVT *Valtra Direct* de acoplamiento a la entrada (= Planetario Sumador doble).

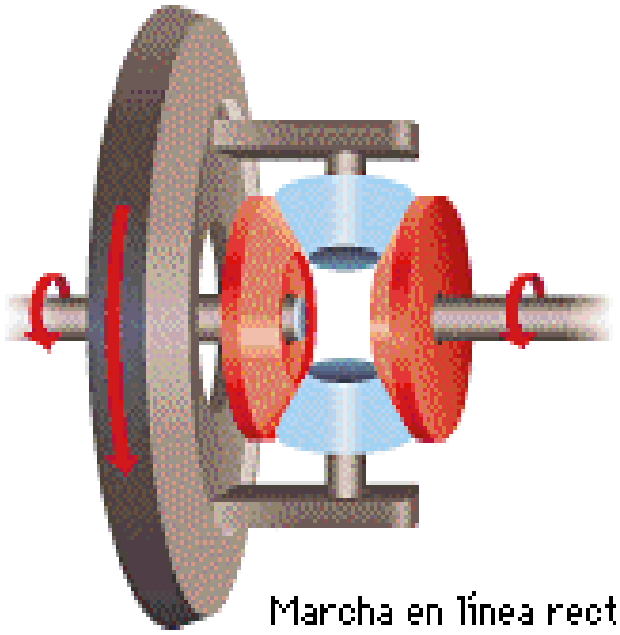


20/09/2016

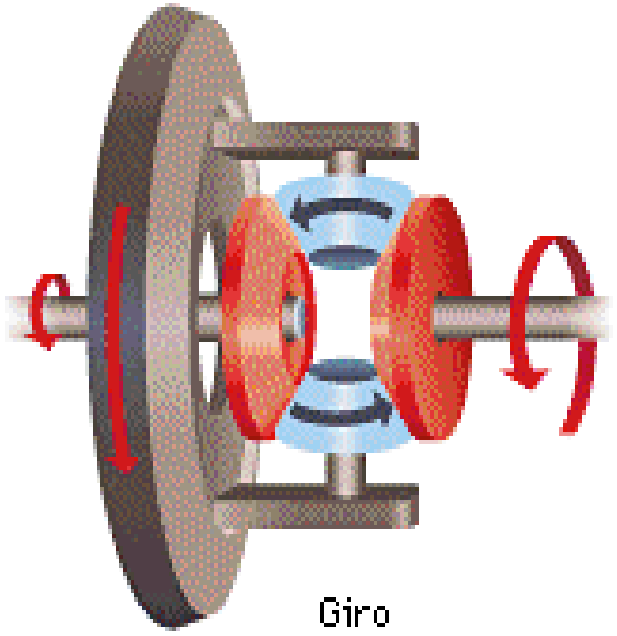
Trigo: Costo de producción por tonelada.



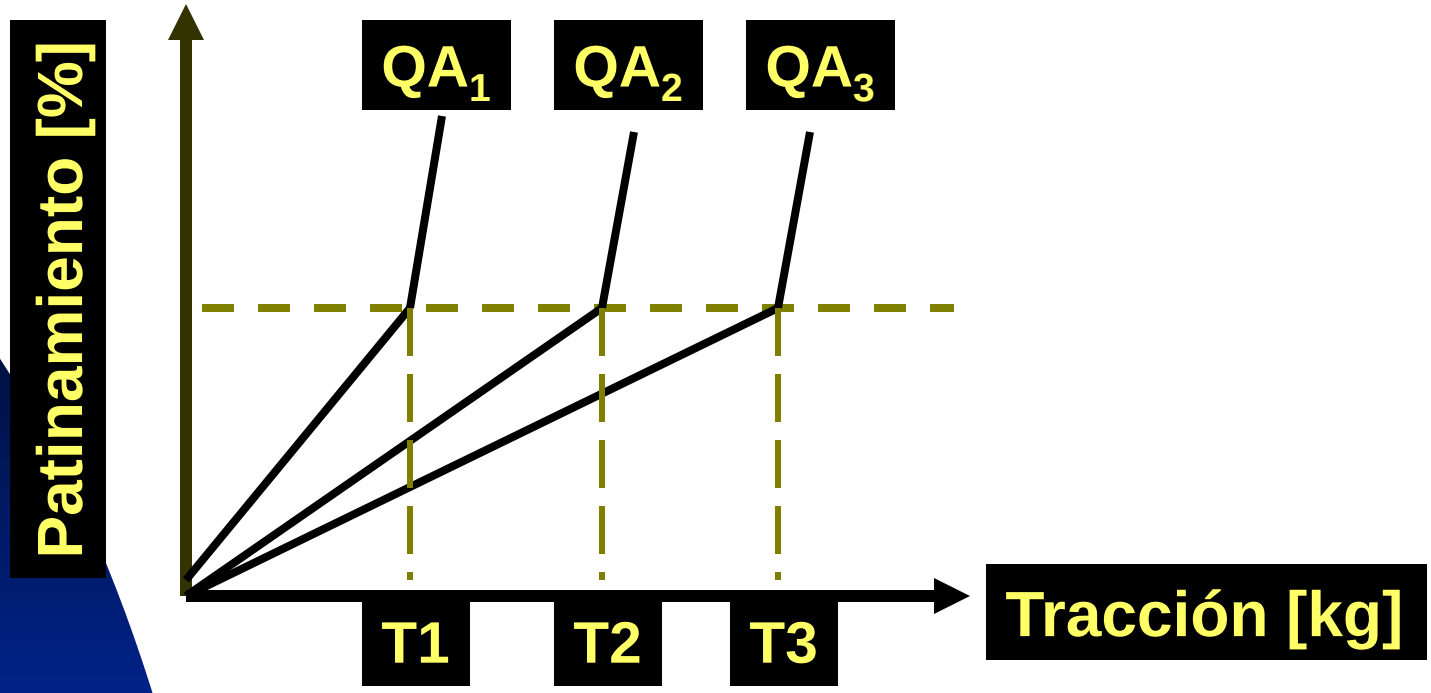




Marcha en línea recta



Giro



Coeficiente de tracción = T/QA

- Si: $Nm \times 0,6 = Nb$

y $Qa \times 0,4 = T$

entonces:

$$Nm \times 0,6 = (Qa \times 0,4) \times Vra$$

luego:

$$Qa = 1,5\ Nm / Vra$$

Tren cinematico: Mecanismos

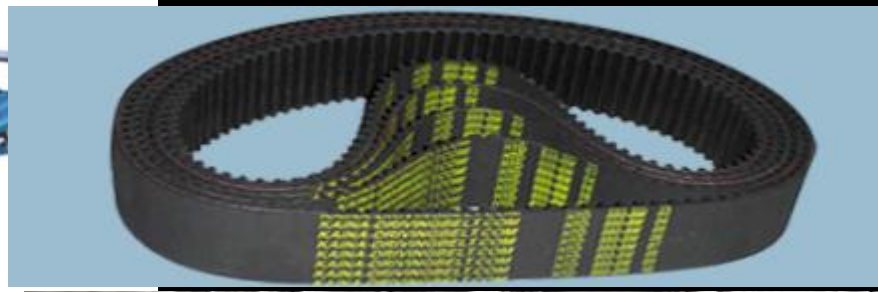
- **1. Embrague:**
- 1.1. Mecánico
- 1.2. Hidrodinámico
- **2. Caja de cambios**:
- 2.1. Armonización
- 2.2. Automatización
- **3. Diferencial:**
- 3.1. Problemas sobre el tractor
- 3.2. Bloqueo
- **4. Mandos Finales:**
- 4.1. Distales
- 4.2. Proximales
- **5. Toma de Potencia:**
- 5.1. Categorías estandarizadas
- 5.2. Armonización de conjuntos

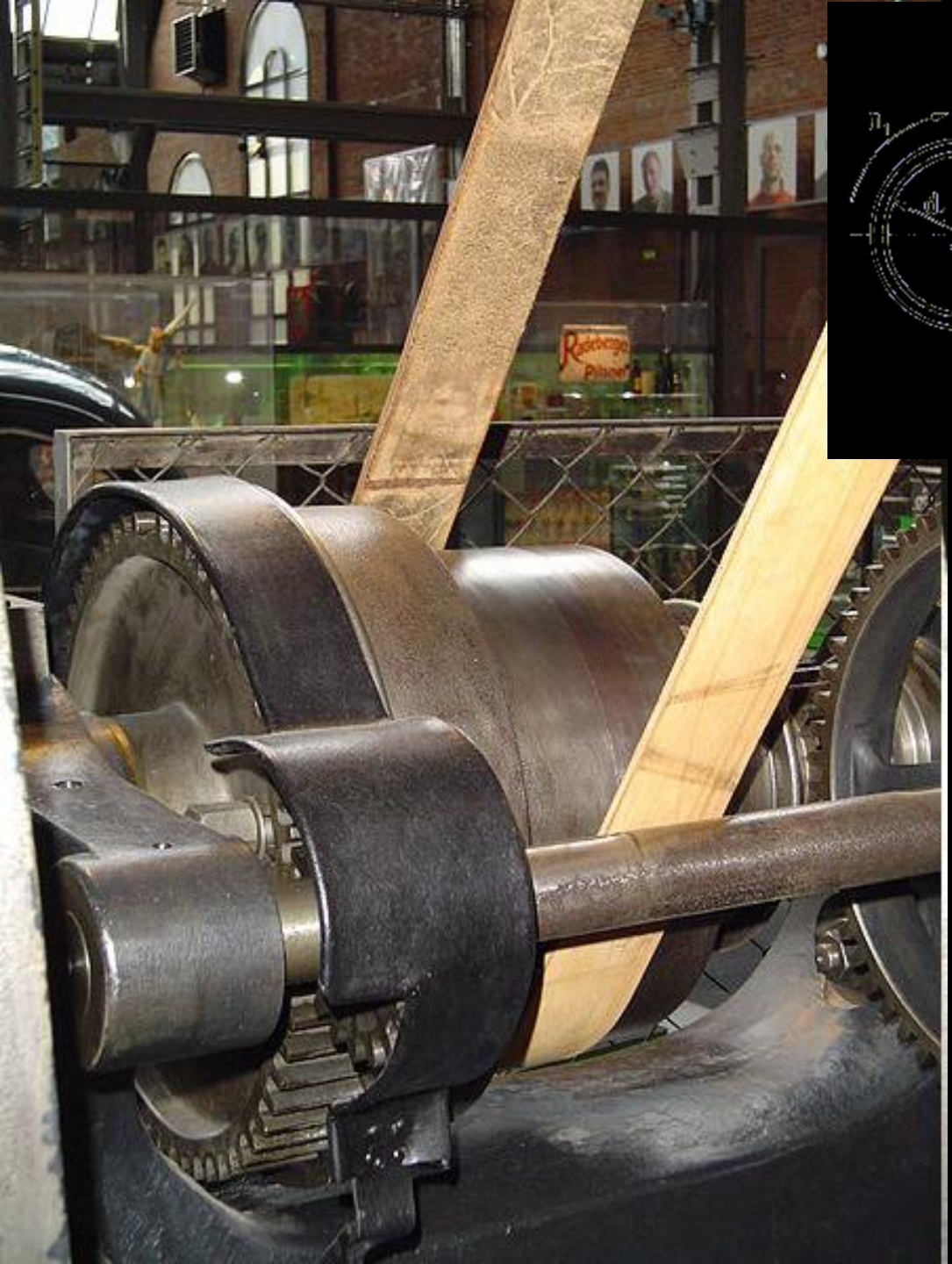
Mecanismos:

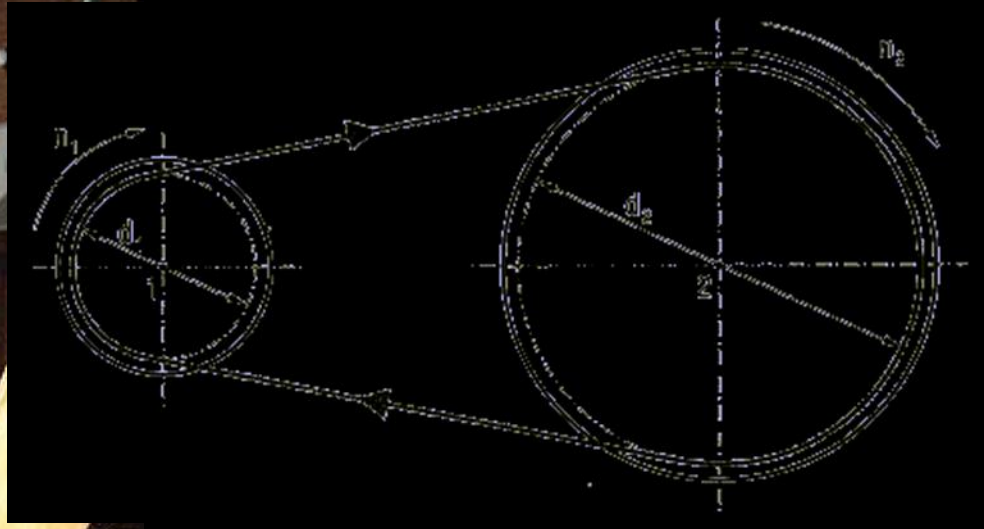
1. Correa-Polea

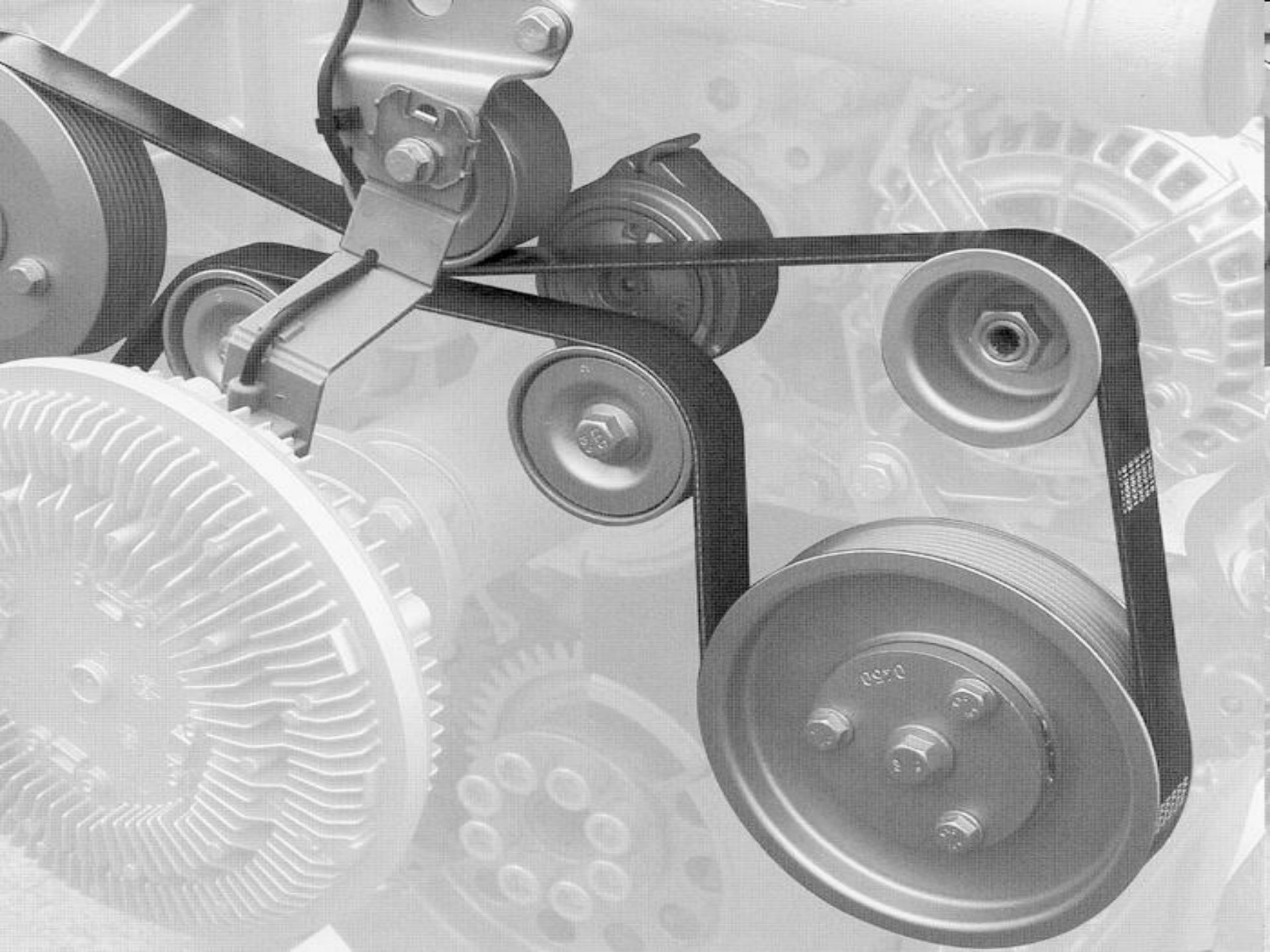
1.1. Plana

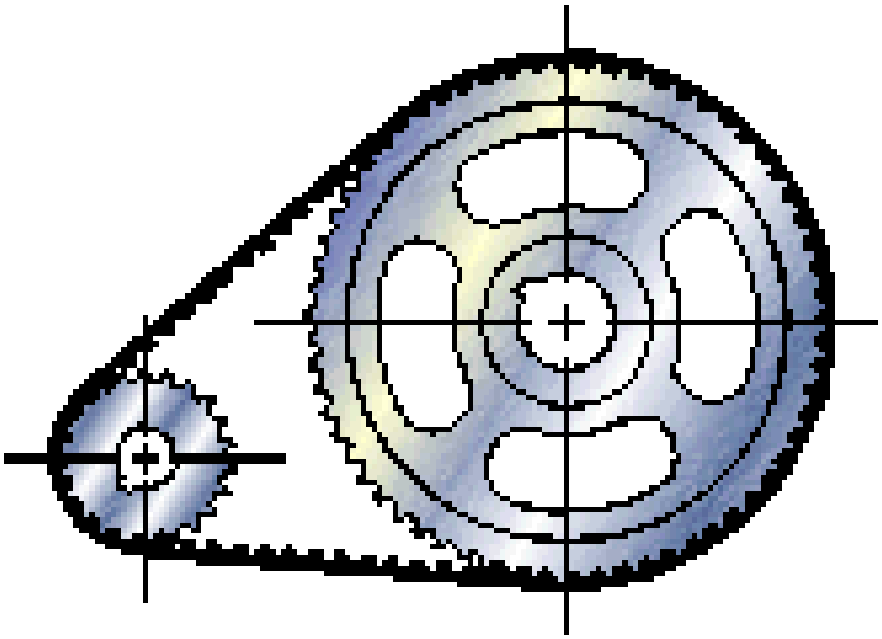
1.2. En V

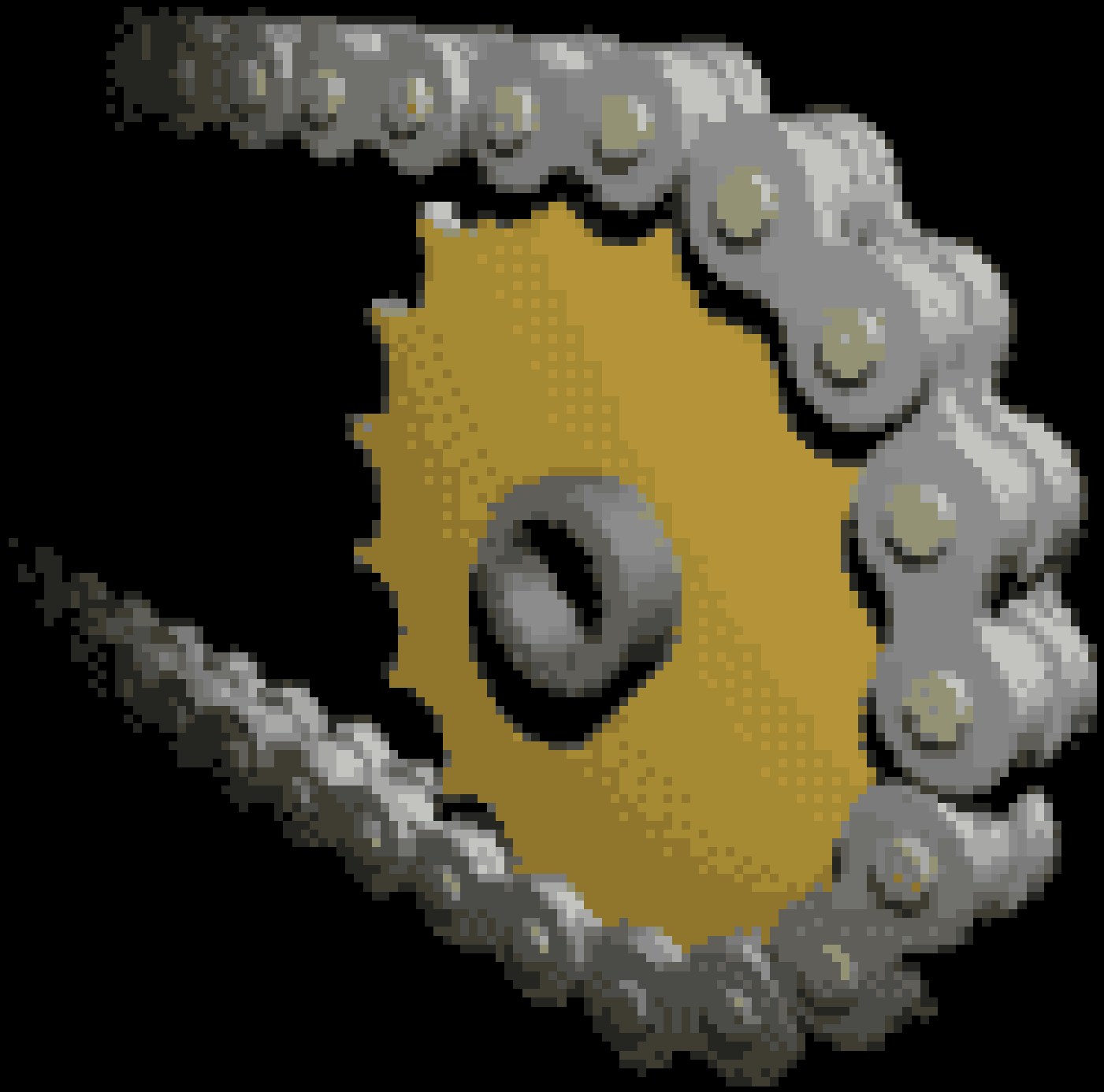


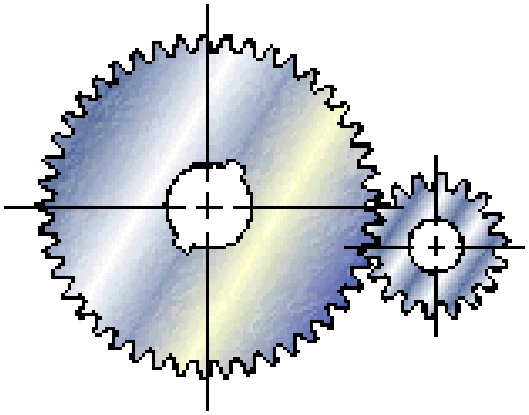


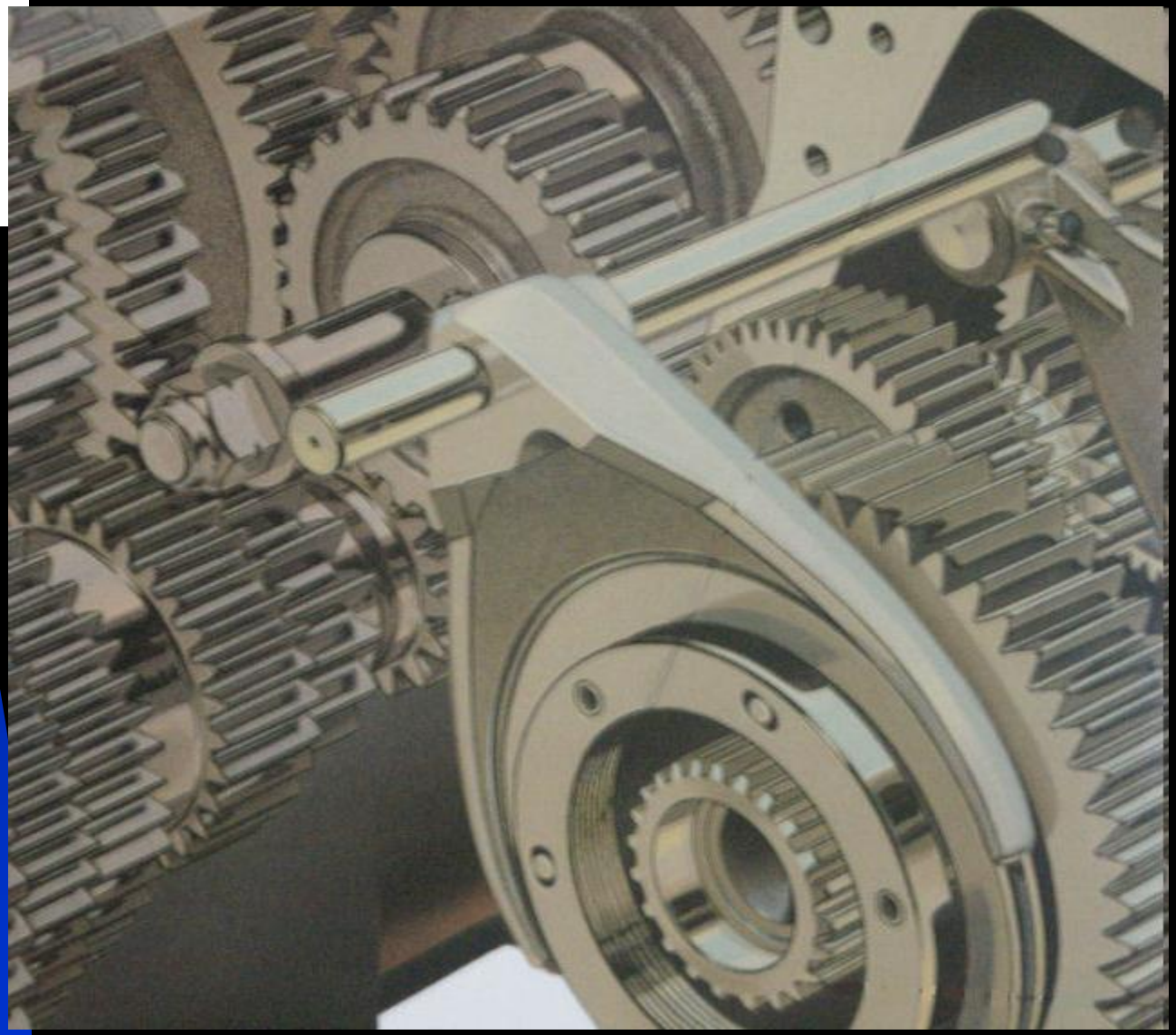










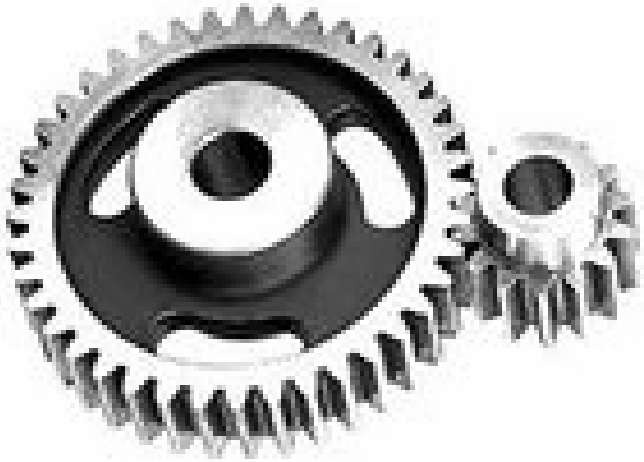


2. Engranaje – Cadena - Engranaje

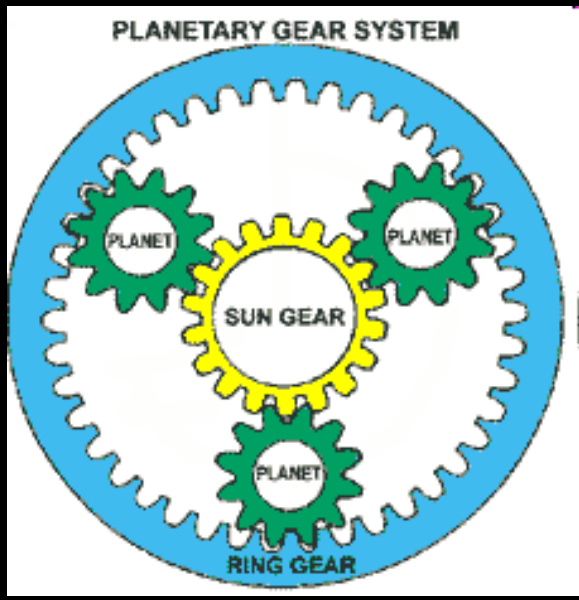
3. Engranaje - Engranaje

3.1. Engranajes helicoidales

3.2. Engranajes Rectos



Epicicloide



5400