

# MECANISMO Y OPERACIÓN (FN4A-EL)

TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA .....	K- 2	TABLA DE OPERACIÓN EC – AT .....	K- 6
PRESENTACIÓN .....	K- 2	CONVERTIDOR DE TORQUE .....	K- 7
CARÁCTERÍSTICAS .....	K- 2	FLUJO DE FUERZA .....	K- 9
CORTE .....	K- 3	CONTROL HIDRÁULICO Y TREN MOTRIZ .....	K-18
ESPECIFICACIONES .....	K- 4	CONTROL ELECTRÓNICO .....	K-40
ESQUEMA DE OPERACIÓN .....	K- 5		

K

# TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

### PRESENTACIÓN

- La transmisión automática, FN4A-EL, está controlada electrónicamente, es de cuatro velocidades y con un embrague convertidor de torque. Esta transmisión combina tecnologías avanzadas electrónicas y mecánicas.
- La FN4A-EL está mejorada con respecto al la FB4A-L convencional y ha sido recientemente desarrollada como una transmisión automática con tecnología de punta.
- En la transmisión automática FN4A-EL, se ha reducido el número de piezas y esto reduce su tamaño y peso, su confiabilidad y su mercadeo.
- Está eliminado el embrague de inercia para frenar el motor.

### CARACTERÍSTICAS

#### Excelente calidad de cambios

- El control electrónico de ajuste de presión por medio de un conducto es activado por un solenoide en serie (solenoides de control de presión).
- El control electrónico de la presión del embrague (control de cambios eléctricos directos) se ejecuta por medio de solenoides de ciclos de trabajo (solenoides de cambio A, B y C).
- Se utiliza una cámara del embrague, de balance centrífugo.

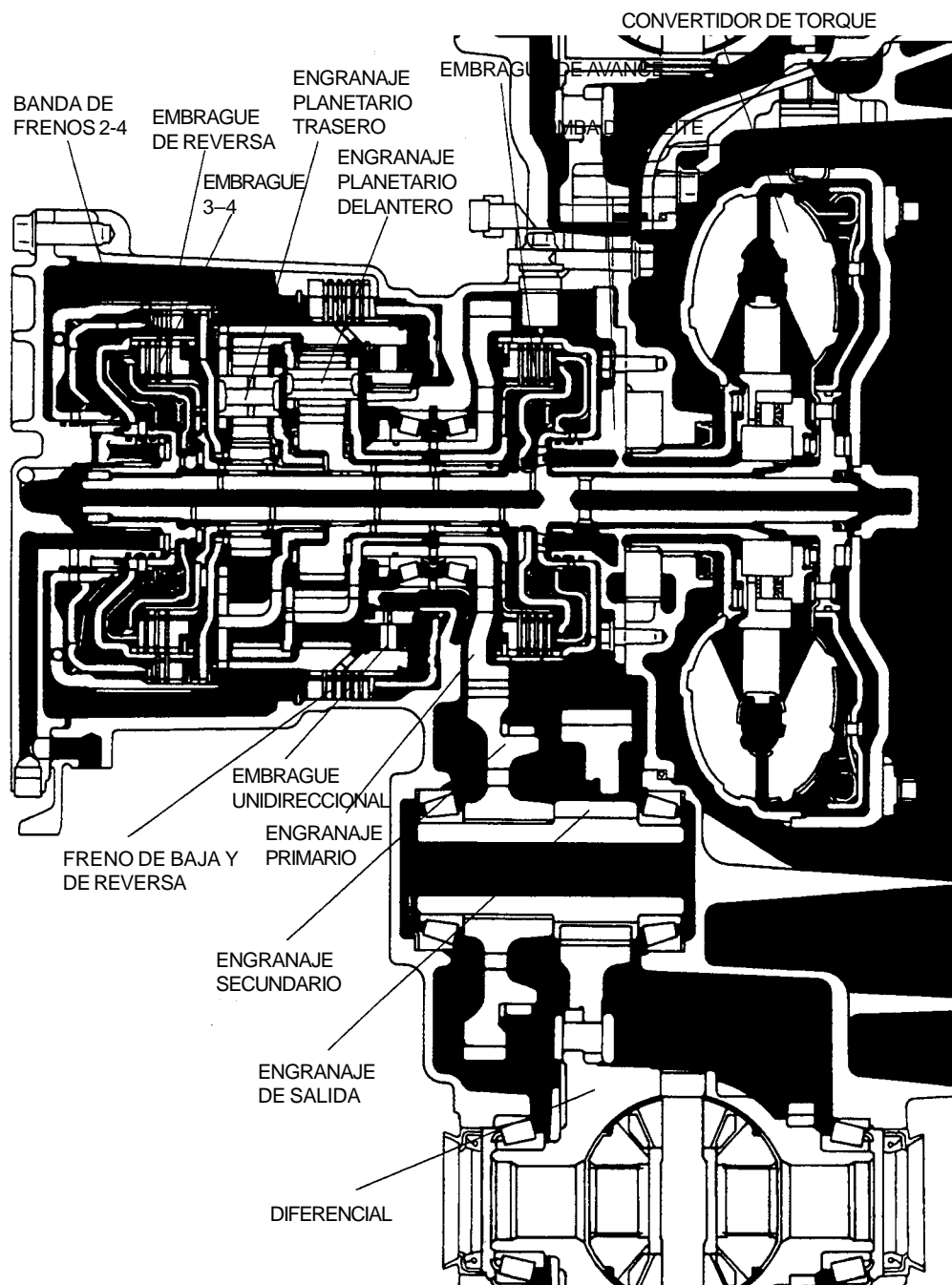
#### Alta eficiencia, diseño compacto y peso liviano

- Tiene una bomba de aceite en miniatura de engranajes semicirculares y con un convertidor de torque motorizado directamente.
- Utiliza un pistón sellado.
- Utiliza un mecanismo de mando del engranaje terminal de dos pasos.

#### Confiabilidad mejorada, tiene RVD reducidos (ruido, vibración y dureza)

- Engranajes dobles con una unidad única de engranajes planetarios.

## CORTE



K

## TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

### ESPECIFICACIONES

Item		Tipo de motor		
		ZL	ZM	FP
Tipo de transmisión		FN4A-EL		
Relación de engranajes	1ª velocidad	2.816		
	2ª velocidad	1.497		
	3ª velocidad	1.000		
	4ª velocidad	0.725		
	Reversa	2.648		
Relación final de engranajes		3.904	4.147	3.904
Aceite de transmisión automática (ATF)	Tipo	ATF M-III o equivalente (e.g Dexron ® II)		
	Capacidad (L {US qt, Imp qt})	7.2 {7.6, 6.3}		
Relación del convertidor de torque. Torque de parada		2.250		2.120
Sistema hidráulico	Embrague de avance (número de discos motrices/motorizados)	4/4		
	Embrague 3-4 (número de discos motrices/motorizados)	3/3		
	Embrague de reversa (número de discos motrices/motorizados)	2/2		
	Freno de baja y reversa (número de discos motrices/motorizados)	5/5		
Servo de la banda	Diámetro del servo (diámetro exterior del pistón) mm {pulgadas}	64.6 {2.54}		
Engranaje planetario delantero (número de dientes)	Engranaje solar delantero	49		
	Piñón delantero	20		
	Engranaje delantero interno	89		
Engranaje planetario trasero (número de dientes)	Engranaje solar trasero	37		
	Piñón trasero	30		
	Engranaje trasero interno	98		
Engranaje primario		86		
Engranaje secundario		82		
Engranaje de salida		21	20	21
Corona		86	87	86

## ESQUEMA DE OPERACIÓN

- La operación de la transmisión automática electrónica está clasificada en tres sistemas: el sistema de control electrónico, el sistema de control de la presión hidráulica y el sistema del tren motriz (convertidor de torque).

### Sistema de control electrónico

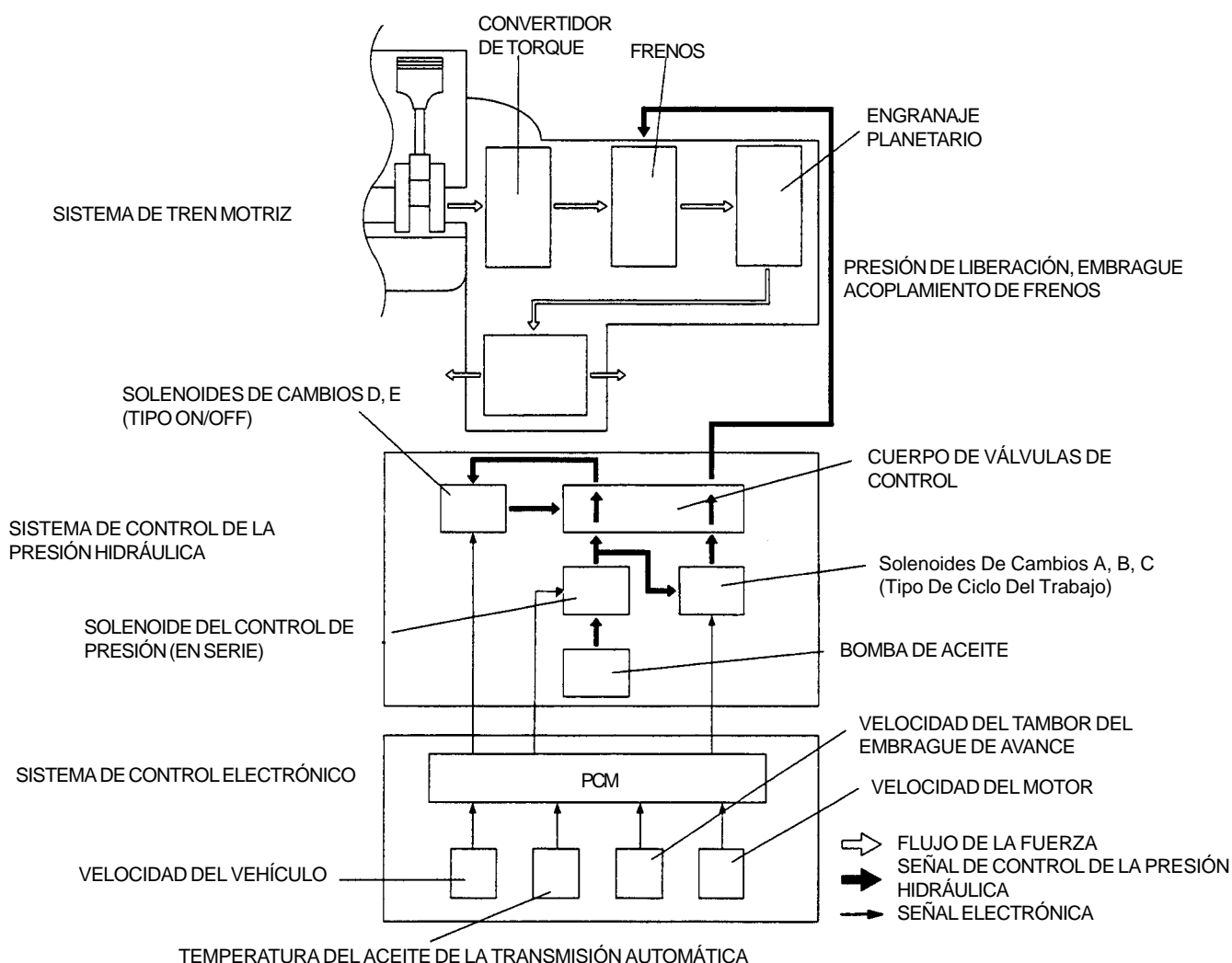
- De acuerdo a las señales provenientes de los interruptores y sensores, el PCM da salida a la señal que cuadra con las condiciones presentes de conducción al solenoide en serie; ambos solenoides On/Off y a los solenoides de ciclo de trabajo en el sistema de control de la presión hidráulica.

### Sistema de control de la presión hidráulica

- De acuerdo a las señales provenientes del PCM, cada solenoide opera para cambiar los conductos hidráulicos en el cuerpo de válvulas del control y así se controla la presión de acoplamiento del embrague.
- La presión del conducto se ajusta por medio del solenoide en serie de control del tipo de presión. Los conductos hidráulicos se turnan por medio de los solenoides On/Off (solenoides de cambio D y E); y la presión de acoplamiento de entrada es controlada por los solenoides de ciclo de trabajo (solenoides de cambio A, B y C).

### Sistema del tren motriz

- La fuerza motriz proveniente del motor es transmitida a través del convertidor de torque a la transmisión.
- La fuerza motriz transmitida acciona cada embrague y freno de acuerdo a la presión de acoplamiento del embrague proveniente del solenoide de ciclo de trabajo y los engranajes planetarios cambian la relación de este engranaje para obtener una fuerza motriz óptima. La fuerza motriz cambiada es transmitida a través del diferencial al cardán y luego a los neumáticos.



# TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

TABLA DE OPERACIÓN EC – AT

Posición/Rango	Moda lidad	Posición del engranaje		Patrón de cambios			Transmisión							Operación del solenoide de cambios						
				Cambio	TCC	Freno del motor	Embrague de avance	Embrague 3-4	Embrague de reversa	Banda de frenos 2-4		Freno de baja y reversa	Embrague Unidireccional	Válvula solenoide (tipo de ciclo de trabajo)			Válvula solenoide (tipo On/Off)			
										Aplicado	Liberado			Solenoide de cambio A	Solenoide de cambios B	Solenoide de cambios C	Solenoide de cambios D	Solenoide de cambios E		
P	-	Neutral	-											-	-	-	ON	OFF		
R	-	Reversa	2.648	-		×			×			×		ABIERTO	ABIERTO	ABIERTO	OFF	OFF		
N	-	Neutral	-											-	-	-	ON	OFF		
D	*1 POTENCIA/ NORMAL	1ª Vel.	2.816	↕			×						×	*4	ABIERTO	CERRADO	CERRADO	OFF	OFF	
		2ª Vel	1.497	↕		×	×			×					ABIERTO	ABIERTO	CERRADO	OFF	OFF	
		3ª Vel	1.000	↕		×	×	×		×	×	*5			ABIERTO	ABIERTO	ABIERTO	OFF	OFF	
		4ª Vel	0.725	↕		×		×		×					CERRADO	ABIERTO	ABIERTO	ON	OFF	
		4ª Vel*2 TCC ON.	0.725		×	×		×		×					CERRADO	ABIERTO	ABIERTO	ON	ON	
	SUJETADO	2ª Vel	1.497	↕		×	×			×					ABIERTO	ABIERTO	CERRADO	OFF	OFF	
		3ª Vel	1.000	↕		×	×	×		×	×	*5			ABIERTO	ABIERTO	ABIERTO	OFF	OFF	
		4ª Vel*3	0.725	↕		×		×		×					CERRADO	ABIERTO	ABIERTO	ON	OFF	
	S	No- SUJETADO	1ª Vel.	2.816	↕			×						×	*4	ABIERTO	CERRADO	CERRADO	OFF	OFF
			2ª Vel	1.497	↕		×	×			×					ABIERTO	ABIERTO	CERRADO	OFF	OFF
3ª Vel			1.000	↕		×	×	×		×	×	*5			ABIERTO	ABIERTO	ABIERTO	OFF	OFF	
4ª Vel*3			0.725	↕		×		×		×					CERRADO	ABIERTO	ABIERTO	ON	OFF	
SUJETADO		2ª Vel	1.497	↕		×	×			×					ABIERTO	ABIERTO	CERRADO	OFF	OFF	
		3ª Vel*3	1.000	↕		×	×	×		×	×	*5			ABIERTO	ABIERTO	ABIERTO	OFF	OFF	
		4ª Vel*3	0.725	↕		×		×		×					CERRADO	ABIERTO	ABIERTO	ON	OFF	
L	No- SUJETADO	1ª Vel.	2.816	↕			×						×	*4	ABIERTO	CERRADO	CERRADO	OFF	OFF	
		2ª Vel	1.497	↕		×	×			×					ABIERTO	ABIERTO	CERRADO	OFF	OFF	
		3ª Vel*3	1.000	↕		×	×	×		×	×	*5			ABIERTO	ABIERTO	ABIERTO	OFF	OFF	
		4ª Vel*3	0.725	↕		×		×		×					CERRADO	ABIERTO	ABIERTO	ON	OFF	
	SUJETADO	1ª Vel.	2.816	↕		×	×						×	×	*4	ABIERTO	ABIERTO	CERRADO	ON	ON
		2ª Vel*3	1.497	↕		×	×			×					ABIERTO	ABIERTO	CERRADO	OFF	OFF	
		3ª Vel*3	1.000	↕		×	×	×		×	×	*5			ABIERTO	ABIERTO	ABIERTO	OFF	OFF	
		4ª Vel*3	0.725	↕		×		×		×					CERRADO	ABIERTO	ABIERTO	ON	OFF	

\* 1: Cambia automáticamente entre las modalidades de POTENCIA y NORMAL de acuerdo a la velocidad en que se presiona el pedal del acelerador

\* 2: Ejecuta el funcionamiento del embrague y del convertidor de torque en la modalidad NORMAL

\* 3: Protección del exceso de velocidad del motor

\* 4: Transmite el torque solamente cuando se conduce

\* 5: Indica el funcionamiento aunque el servo de la banda permanece desactivado debido al área de gran dimensión por el lado de liberación de la presión.

X: Operando

ABIERTO: Acopla el conducto de presión a la presión del embrague (Solenoide sin electricidad)

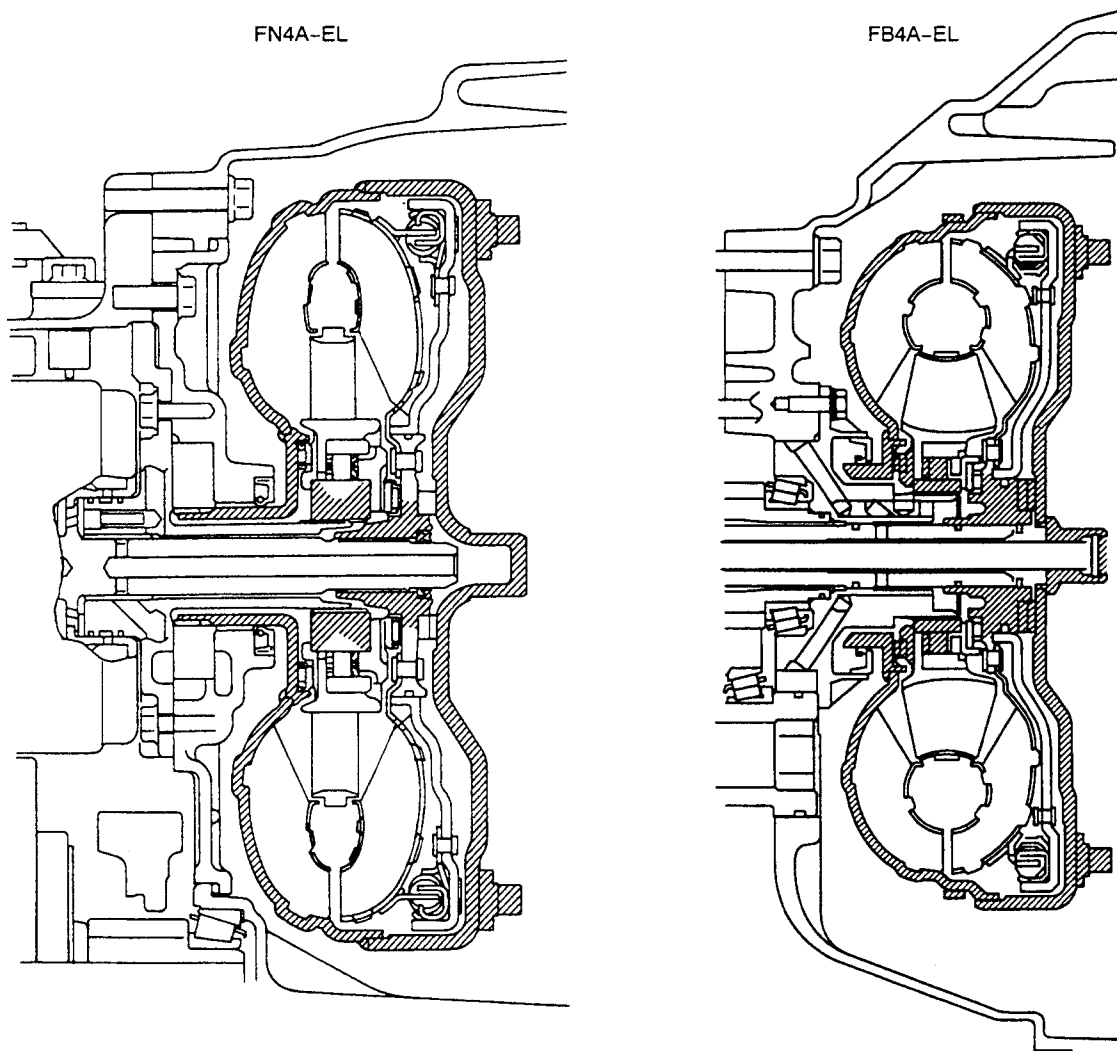
CERRADO: Drena la presión del embrague (Solenoide con electricidad)

ON: Acopla el puerto de salida y el puerto de alimentación (presión reductora del solenoide)

OFF: Acopla el puerto de salida y el puerto de drenaje (Drena el puerto de salida)

### PRESENTACIÓN

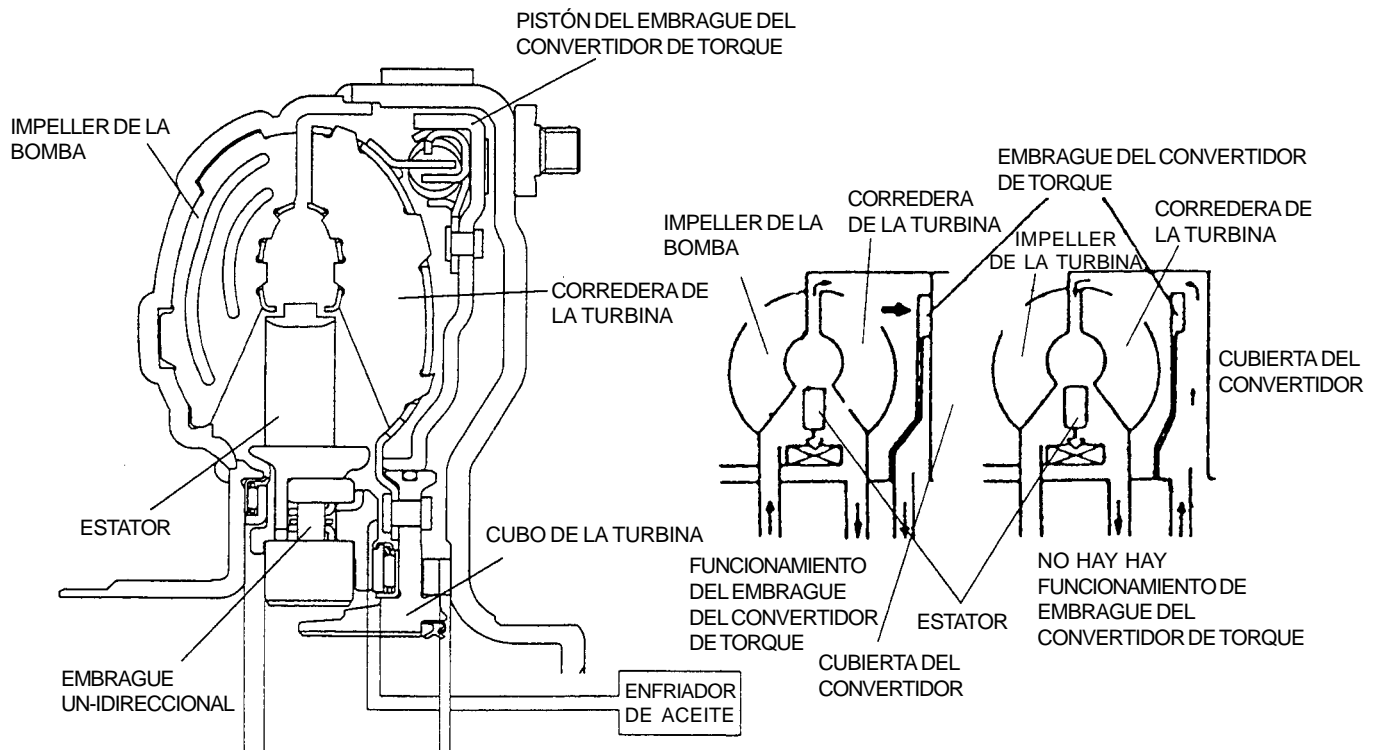
- El convertidor de torque FN4A-EL usa un embrague de torque igual al de la caja FB4A-EL.
- El embrague del convertidor de torque, mecánicamente acopla el impeller de la bomba y la correa de la turbina bajo ciertas condiciones y transmite la fuerza directamente; esto evita el deslizamiento del convertidor de torque
- El convertidor de torque, en forma eficiente, transmite la salida de cada motor.



K

## Estructura

- El convertidor de torque junto con el embrague del convertidor contiene la correa de la turbina, el impulsor de la bomba, el estator y el pistón del embrague del convertidor de torque. El pistón del embrague del convertidor de torque se acopla con la correa de la turbina y se desliza sobre el eje de la turbina a ser empujado con la cubierta del convertidor de torque durante la operación de control del embrague del convertidor. En el pistón del embrague del convertidor de torque se encuentra instalado un resorte para amortiguar la torsión y así absorber la fluctuación de torque del motor durante el control del embrague del convertidor de torque.





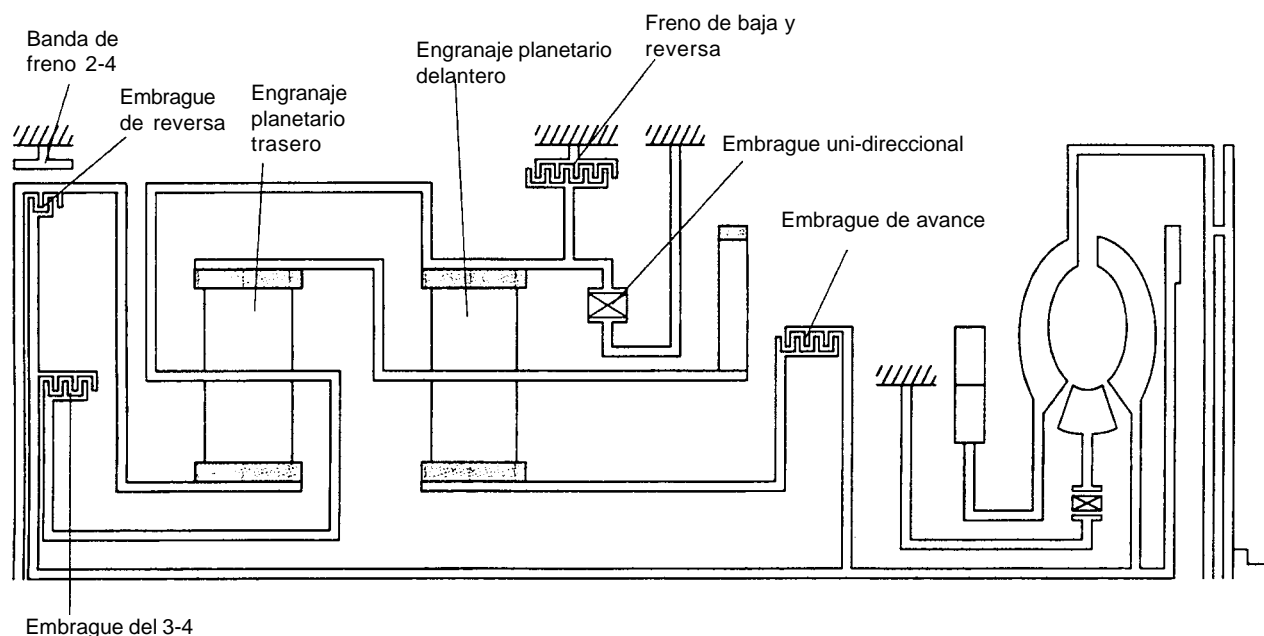
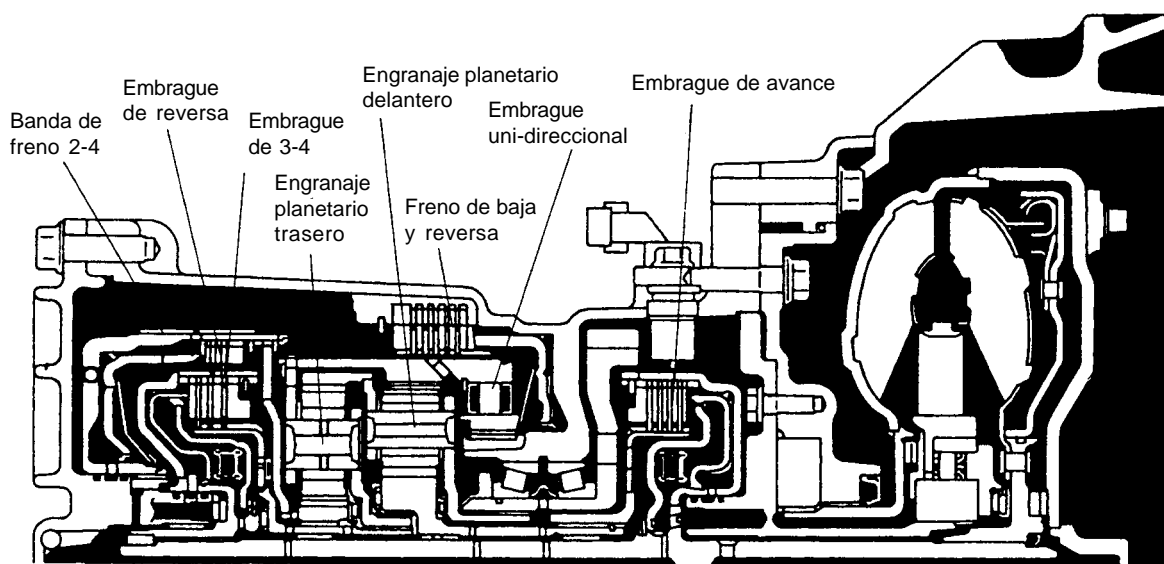
## FLUJO DE FUERZA

### Presentación

- En el sistema del tren motriz, la presión hidráulica que es transportada por la válvula de control opera entre el embrague y el freno; el engranaje planetario cambia la relación de engranajes de acuerdo a las condiciones de conducción del vehículo.

### Estructura

- El sistema de tren motriz de la transmisión FN4A-EL tiene tres pares de embragues, freno, freno de banda, embrague uni-direccional y dos pares sencillos de engranajes planetarios.



K

## TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

### Operación

#### Descripción de componente

Componente	Función
Embrague de avance	<ul style="list-style-type: none"><li>• Transmite el torque de entrada proveniente del eje de la turbina al engranaje solar delantero</li><li>• Ópera en el rango de avance en la posición de primera, segunda o tercera</li></ul>
Embrague de 3-4	<ul style="list-style-type: none"><li>• Transmite el torque de entrada desde el eje de la turbina al portaplanetarios trasero</li><li>• Opera en el rango de avance en la posición de tercera o cuarta velocidad</li></ul>
Embrague de reversa	<ul style="list-style-type: none"><li>• Transmite el torque de entrada desde el eje de la turbina al engranaje solar trasero</li><li>• Ópera cuando el vehículo está retrocediendo</li></ul>
Banda de freno 2-4	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tranca la rotación del tambor de reversa y fija el engranaje solar trasero</li><li>• Ópera en la posición de segunda, cuarta velocidad</li></ul>
Freno de baja y reverso	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fija la rotación del engranaje interno delantero</li><li>• Ópera cuando el vehículo está retrocediendo o en la posición de primera velocidad (rango L, SUJETADO)</li></ul>
Embrague uni-direccional	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tranca la rotación antihorario del engranaje interno delantero en la posición de primera velocidad</li></ul>
Engranaje planetario	<ul style="list-style-type: none"><li>• El engranaje planetario funciona como una transmisión debido al acoplamiento/desacoplamiento de los embragues y/o frenos, convierte la fuerza motriz transmitida del eje de la turbina y la transmite al engranaje de salida.</li></ul>

#### Nota

- Todas las direcciones de giro son vistas desde el convertidor de torque.

# TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

## Posición de los engranajes y operación de las piezas ilustradas

Posición/Rango	Modalidad	Posición del engranaje		Transmisión						
				Embrague de avance	Embrague de 3-4	Embrague de reversa	Banda de freno 2-4		Freno de baja y reversa	Embrague uni-direccional
							Aplicada	Liberada		
P	-	Neutral	-							
R	-	Reversa	2.648			X			X	
N	-	Neutral	-							
D	FUERZA/ NORMAL *1	1ª Vel.	2.816	X						X *4
		2ª Vel.	1.497	X			X			
		3ª Vel.	1.000	X	X		X	X *5		
		4ª Vel.	0.725		X		X			
		4ª Vel. TCC ON *2	0.725		X		X			
	SUJETADO	2ª Vel.	1.497	X			X			
		3ª Vel.	1.000	X	X		X	X *5		
		4ª Vel. *3	0.725		X		X			
S	No-SUJETADO	1ª Vel.	2.816	X						X *4
		2ª Vel.	1.497	X			X			
		3ª Vel.	1.000	X	X		X	X *5		
		4ª Vel. *3	0.725		X		X			
	SUJETADO	2ª Vel.	1.497	X			X			
		3ª Vel. *3	1.000	X	X		X	X *5		
		4ª Vel. *3	0.725		X		X			
L	No-SUJETADO	1ª Vel.	2.816	X						
		2ª Vel.	1.497	X			X			
		3ª Vel. *3	1.000	X	X		X	X *5		
		4ª Vel. *3	0.725		X		X			
	SUJETADO	1ª Vel.	2.816	X					X	X *4
		2ª Vel. *3	1.497	X			X			
		3ª Vel. *3	1.000	X	X		X	X *5		
		4ª Vel. *3	0.725		X		X			

\* 1: Cambia automáticamente entre las modalidades de POTENCIA y NORMAL de acuerdo a la velocidad en que se presiona el pedal del acelerador

\* 2: Ejecuta el funcionamiento del embrague y del convertidor de torque en la modalidad NORMAL

\* 3: Protección del exceso de velocidad del motor

\* 4: Transmite el torque solamente cuando se conduce

\* 5: Indica el funcionamiento aunque el servo de la banda permanece desactivado debido al área de gran dimensión por el lado de liberación de la presión.

X: Operando

ABIERTO: Acopla el conducto de presión a la presión del embrague (Solenoides sin electricidad)

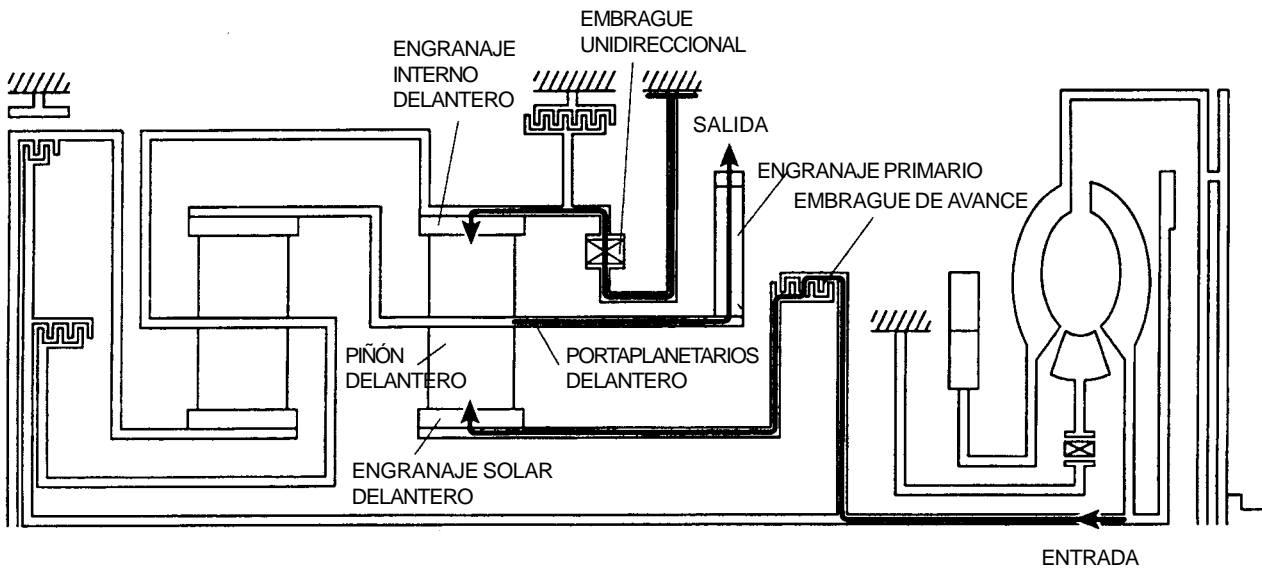
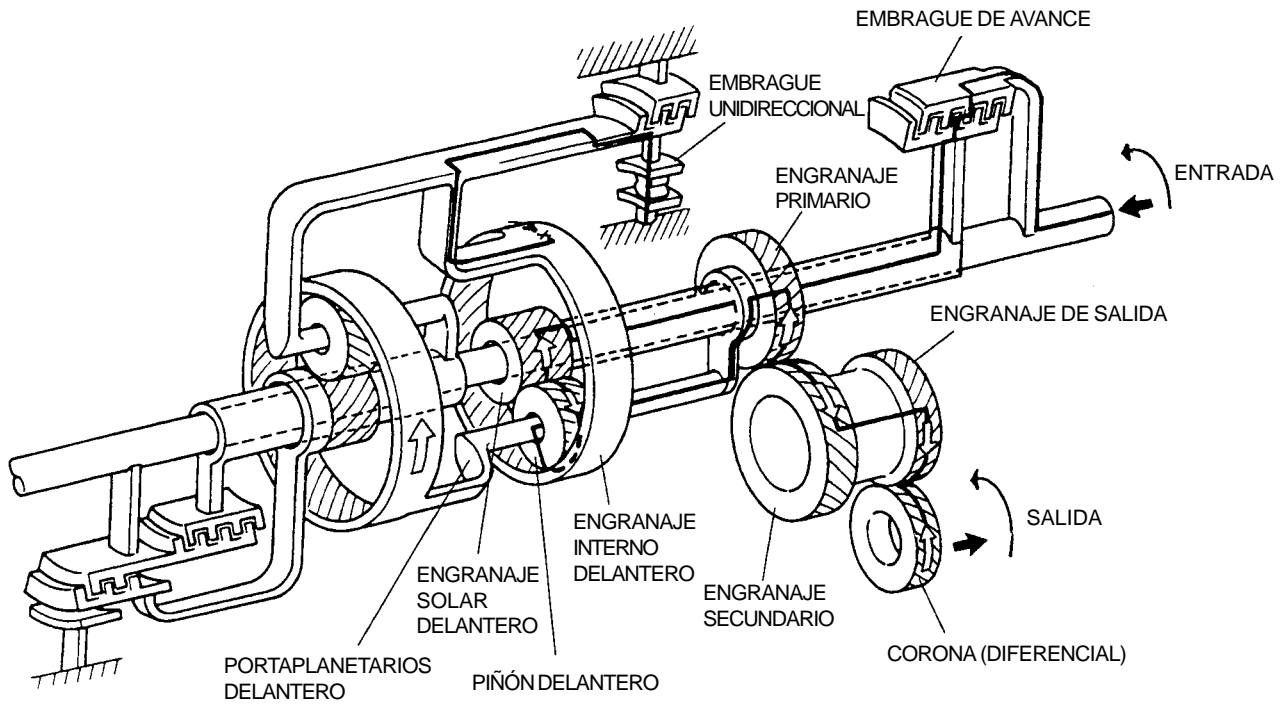
CERRADO: Drena la presión del embrague (Solenoides con electricidad)

ON: Acopla el puerto de salida y el puerto de alimentación (presión reductora del solenoide)

OFF: Acopla el puerto de salida y el puerto de drenaje (Drena el puerto de salida)

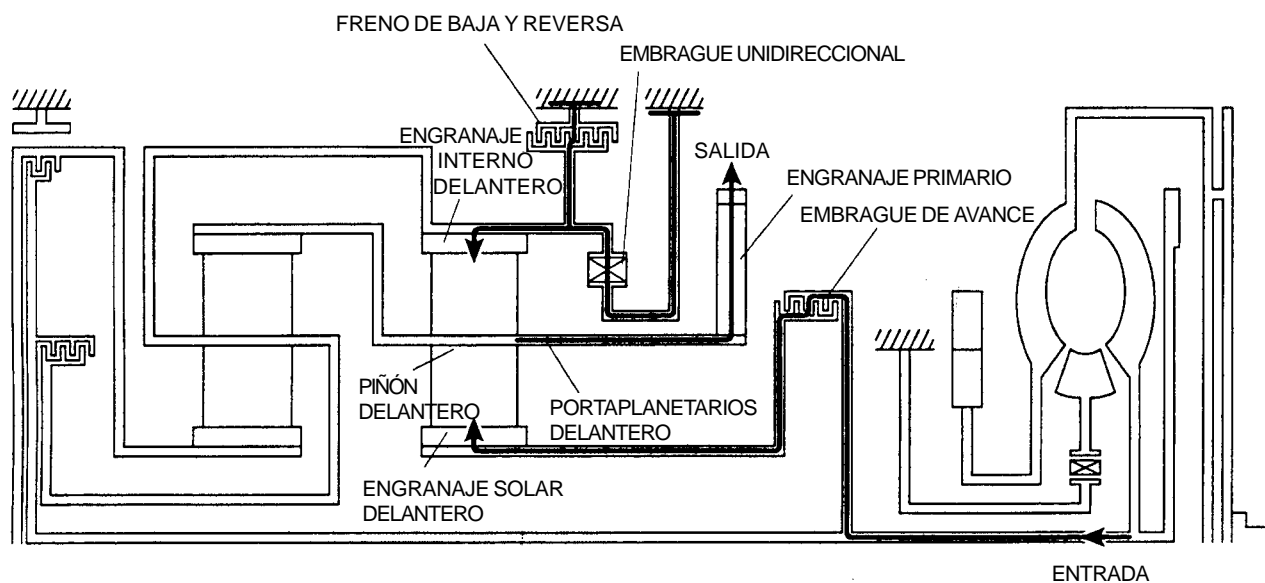
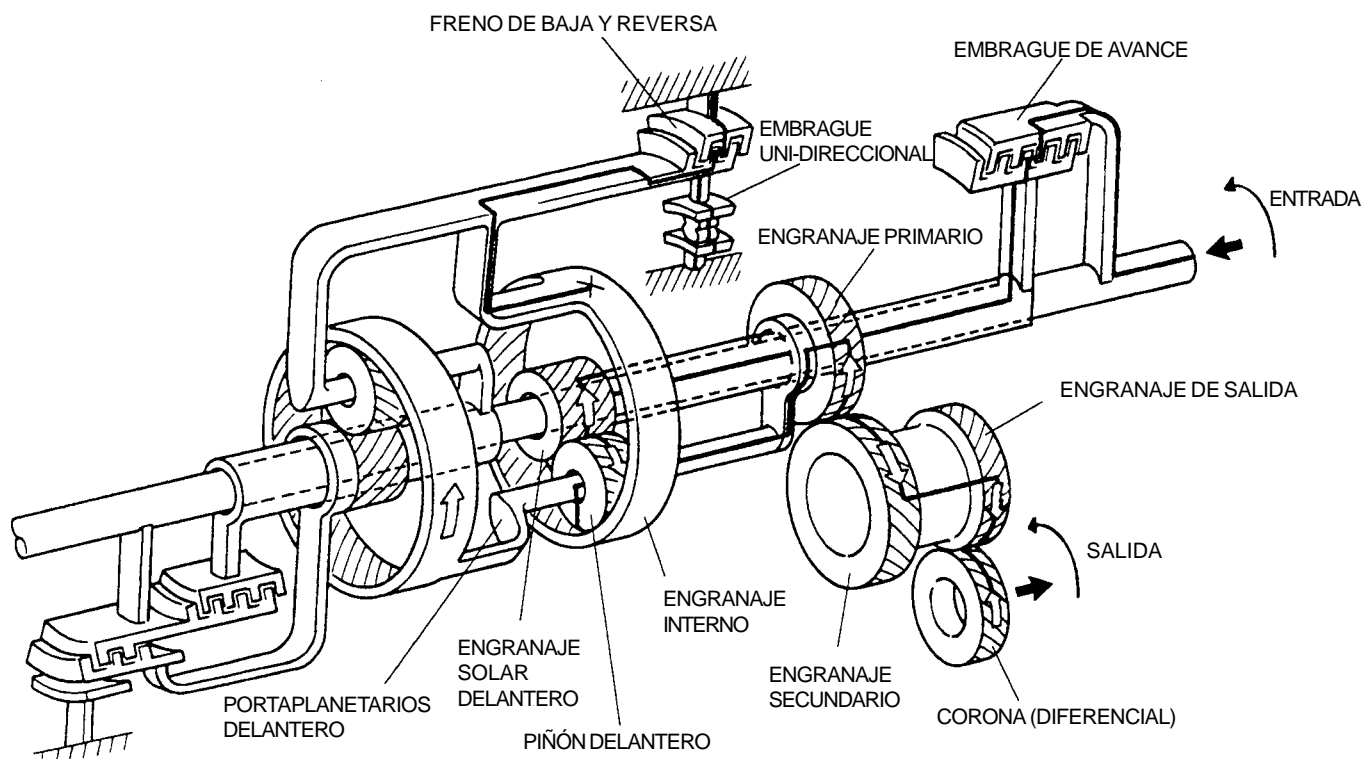
# TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

1ª VEL



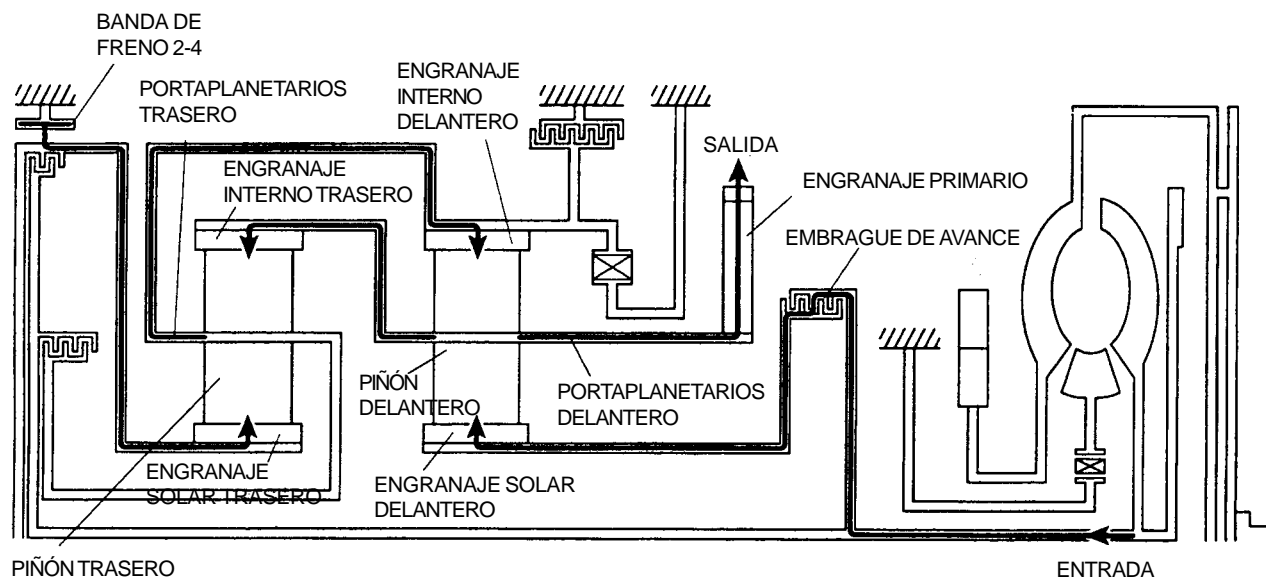
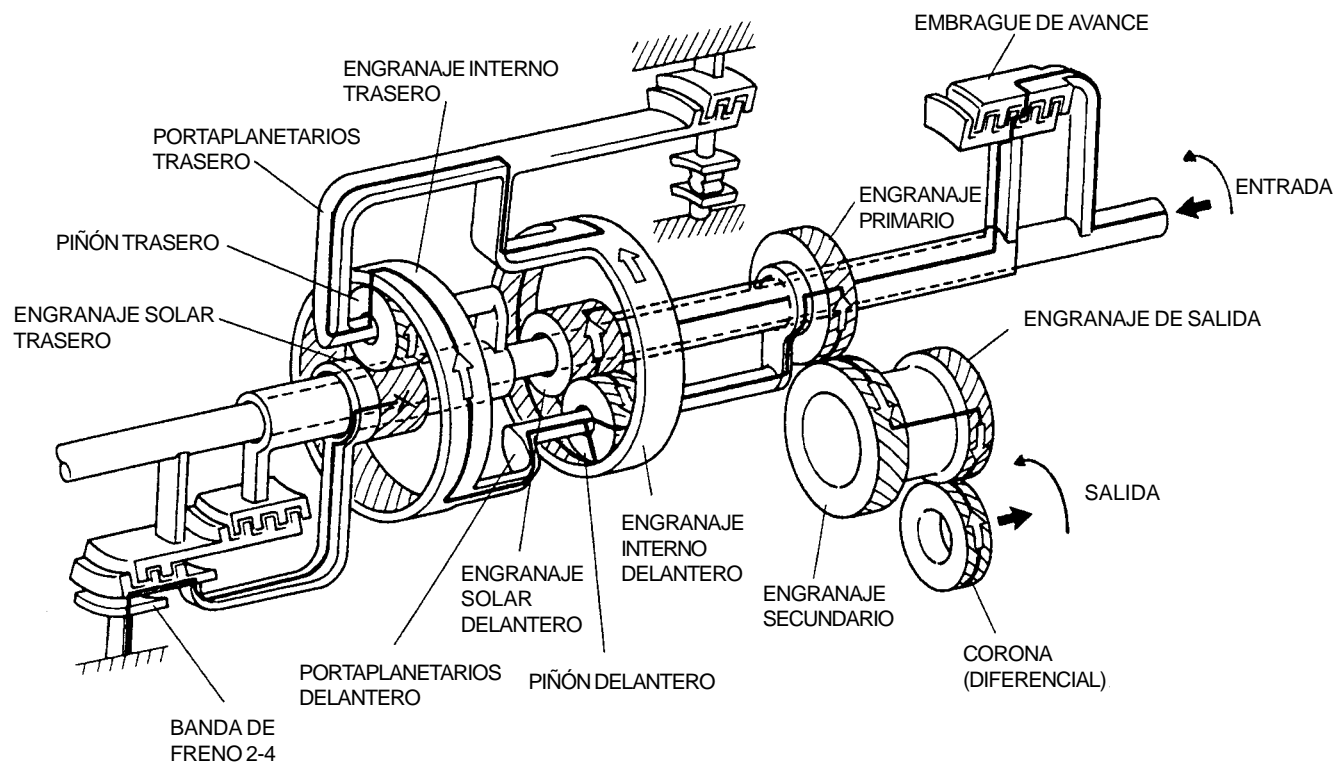
# TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

## 1ª VELOCIDAD (Rango L, SUJETADO)

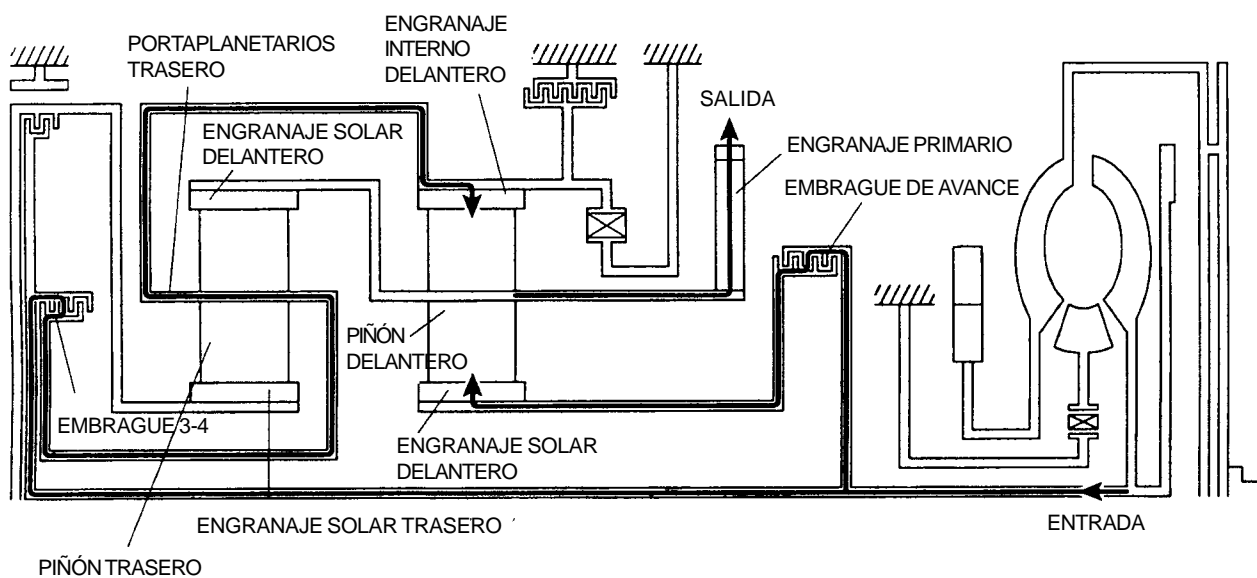
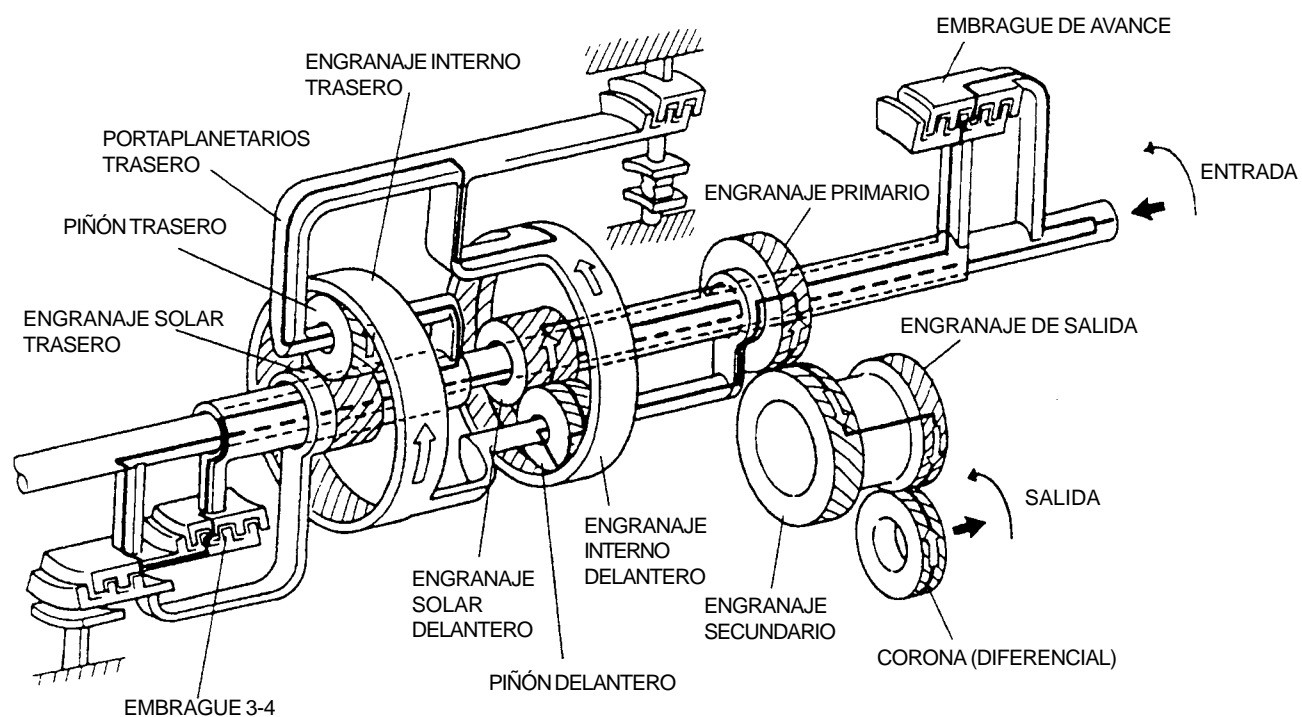


# TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

2ª VEL.

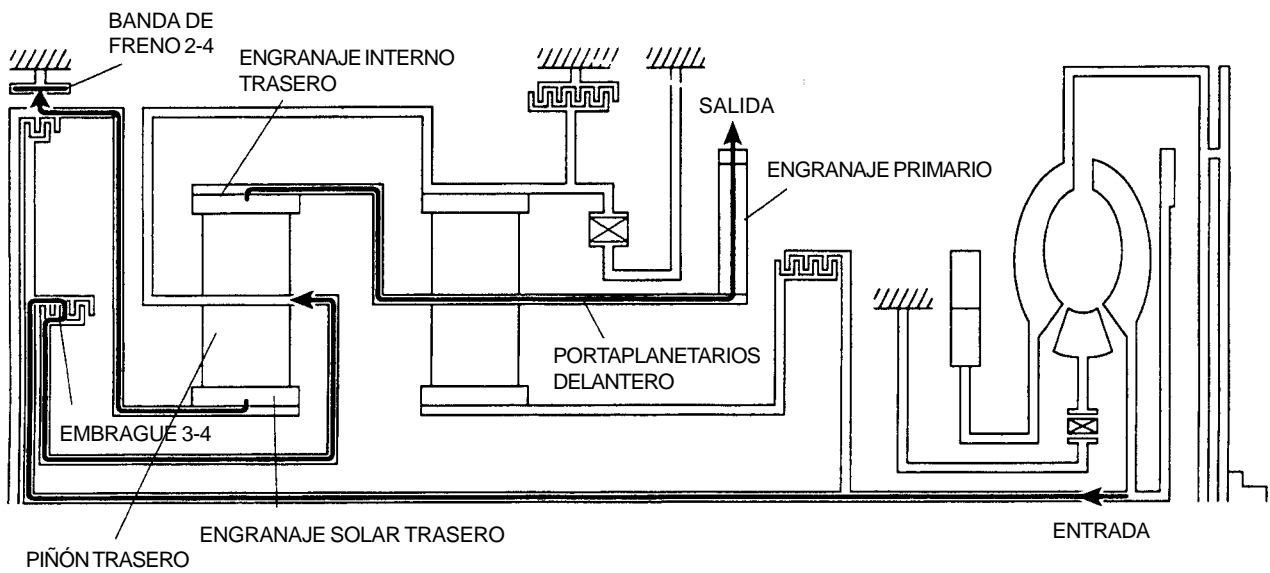
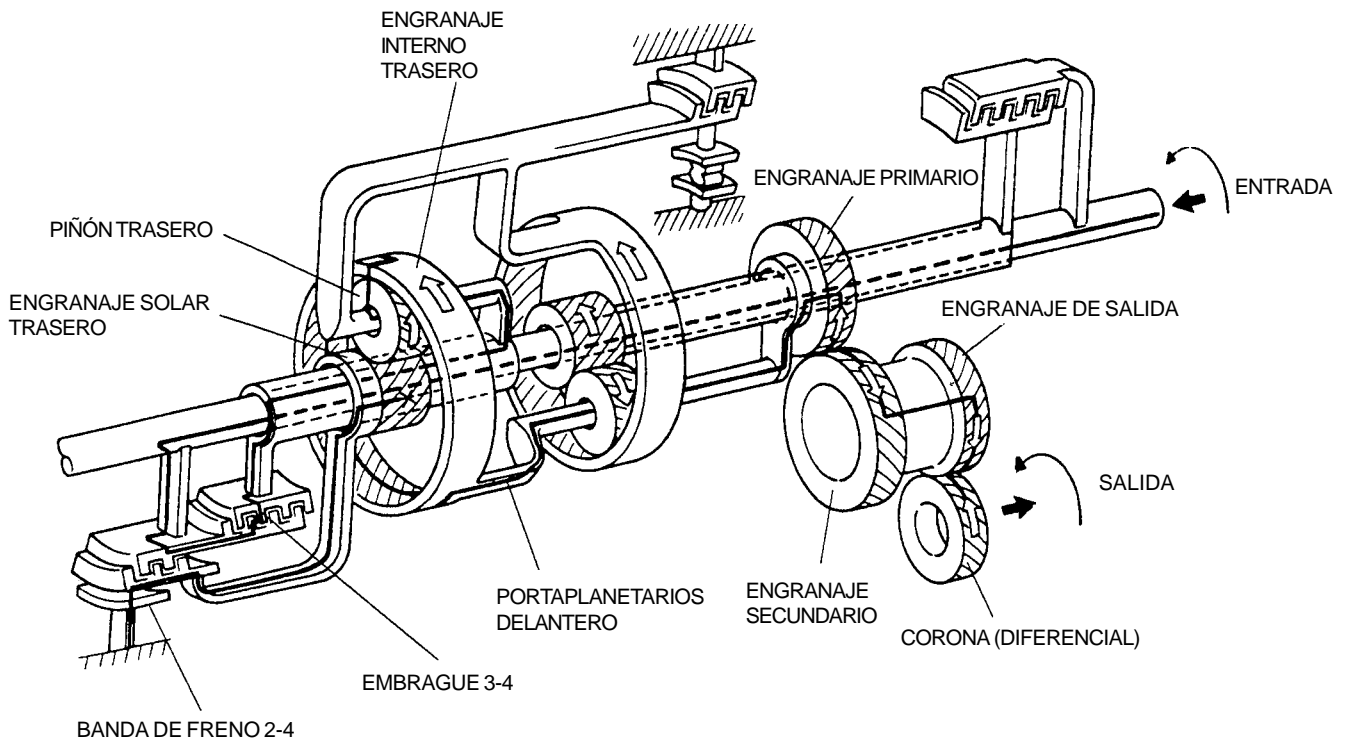


3ª VEL.



# TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

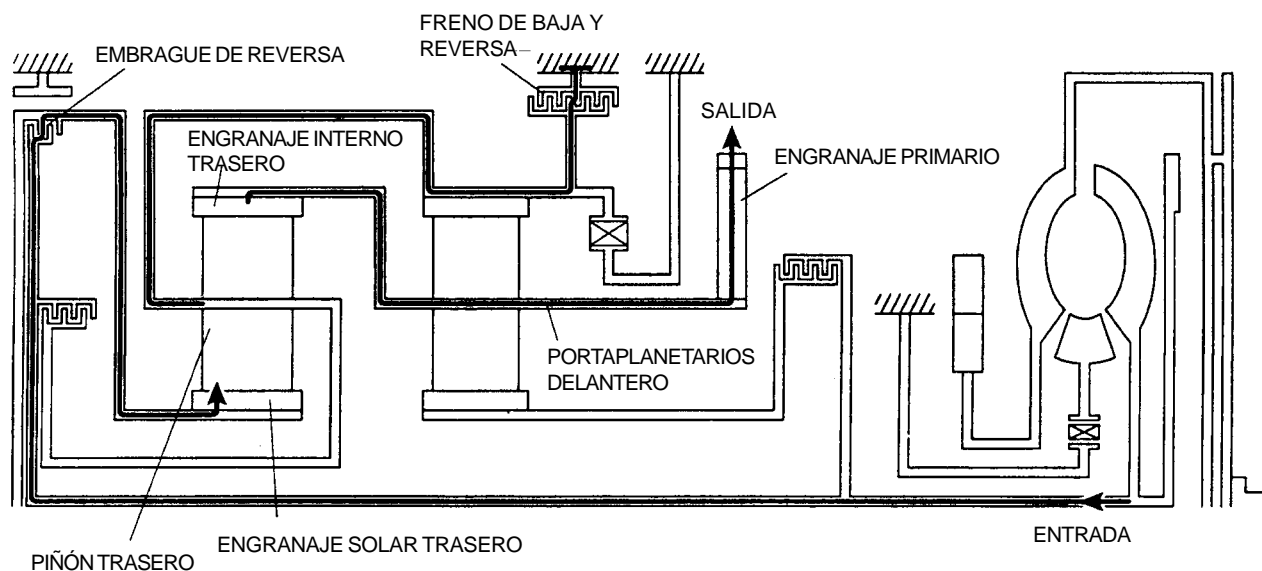
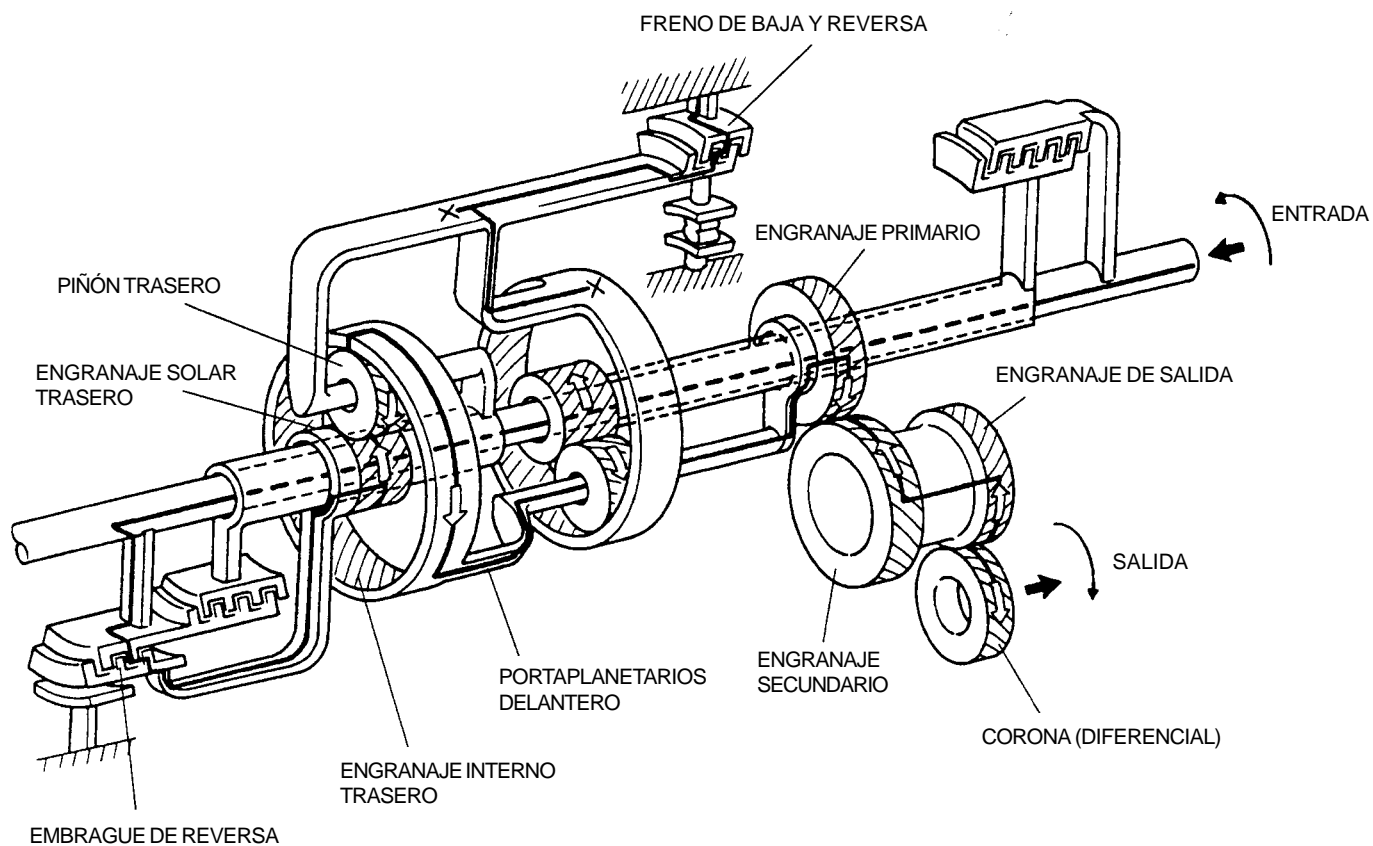
4ª VEL.





# TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

## POSICIÓN R



## TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

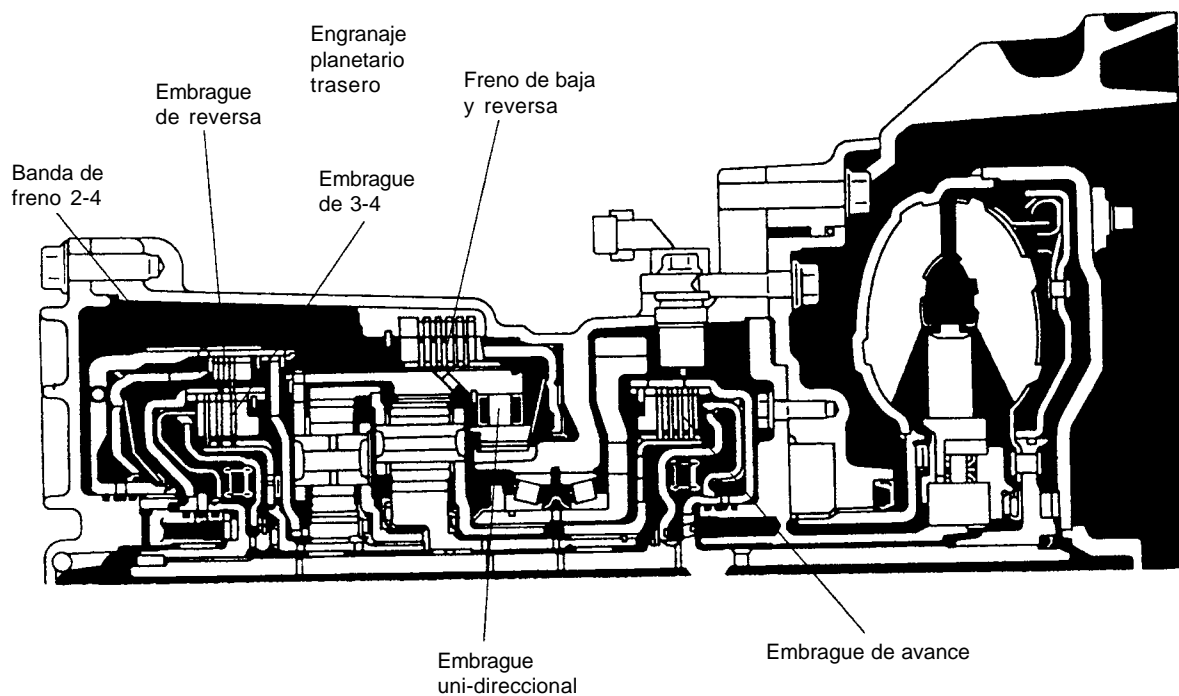
### TREN MOTRIZ Y CONTROL HIDRÁULICO

#### Embrague de Avance, Embrague de 3-4, Embrague de Reversa, Freno de Baja y Reversa

##### Presentación

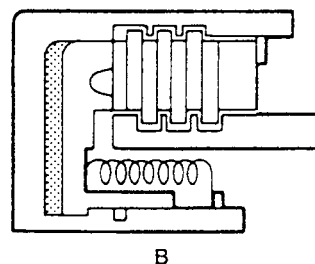
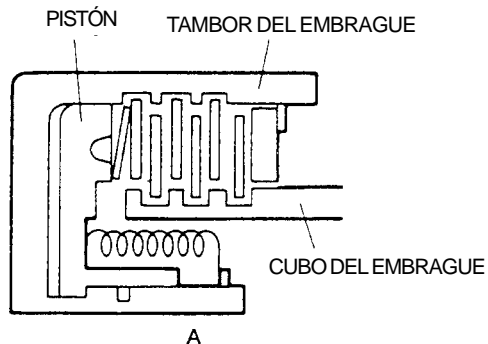
- Cada embrague y freno del tipo multidisco tiene la siguiente función y opera en la posición (es) de engranajes (velocidades) mostradas a continuación.

Componente	Función	Posición de Velocidad
Embrague de avance	• Transmite el torque de entrada desde la desde el eje de la turbina al engranaje solar delantero	1ª VEL., 2ª VEL., 3ª VEL.
Embrague 3-4	• Trámite el torque de entrada desde el eje de la turbina al portaplanetarios trasero	3ª VEL., 4ª VEL.
Embrague de reversa	• Transmite el torque de entrada desde el eje de la turbina al engranaje solar trasero	Reversa
Freno de baja y reversa	• Fija la rotación del engranaje interno delantero o portaplanetarios trasero	Reversa, 1ª VEL. (Rango L SUJETADO)



### Estructura/Operación

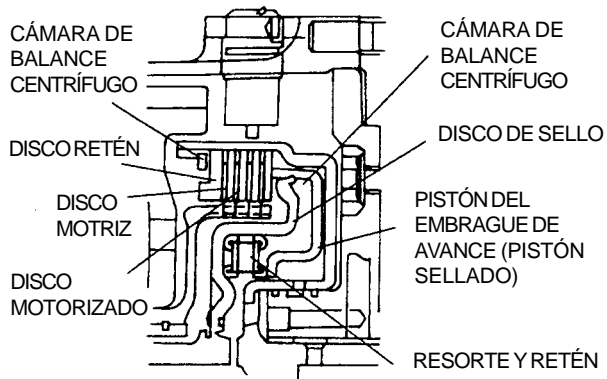
- La estructura básica se muestra en la figura a continuación. En la figura A, el aceite se encuentra en los discos del embrague (discos motrices, discos motorizados) y la fuerza no se transmite debido al deslizamiento de aceite en cada disco. La figura B, muestra la condición del embrague cuando hay presión hidráulica sobre el pistón; los discos motrices y los discos motorizados están presionados en forma compacta para transmitir la velocidad de rotación del tambor del embrague al cubo. Cuando la presión hidráulica se drena del pistón, se separan los embragues por la atracción del resorte de retorno y regresan a la condición en la figura A.



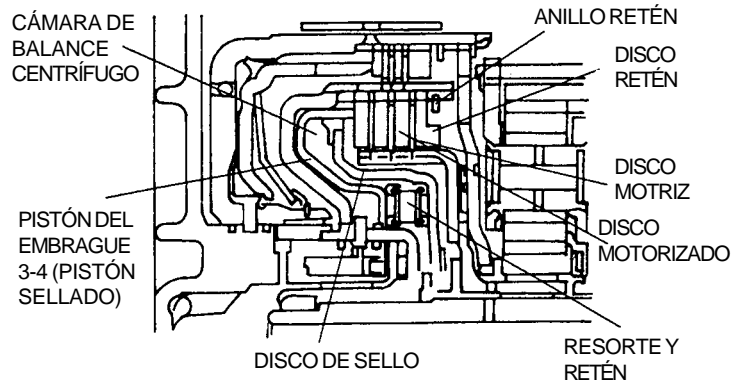
## TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

- Los discos utilizados por el embrague de reversa y el freno de baja y reversa reducen el estrés causado por el acoplamiento repentino del embrague. La munición check del pistón se encuentra en el tambor de freno 2-4 (embrague de reversa) drena el aceite de la transmisión automática solamente durante el rodamiento rueda libre para evitar que la presión hidráulica aumente y así medio/acoplar los embragues debido a la resistencia de aceite residual de la transmisión. En el embrague de avance y en el embrague de 3-4, la cámara de balance centrífugo se instala en forma opuesta a la cámara del embrague general. La cámara de balance centrífugo siempre se encuentra llena con aceite de la transmisión automática y viene del conducto exclusivo de lubricación del eje de la turbina.

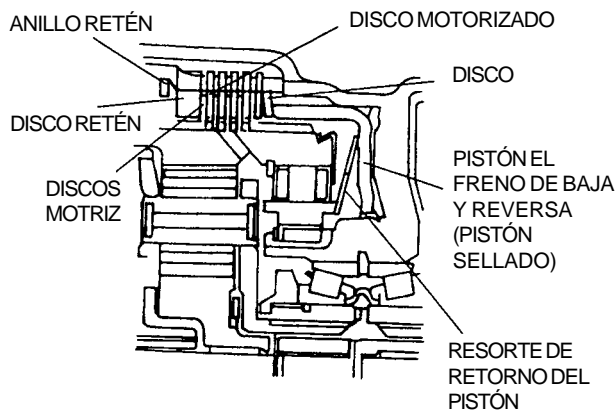
EMBRAGUE DE AVANCE



EMBRAGUE 3-4

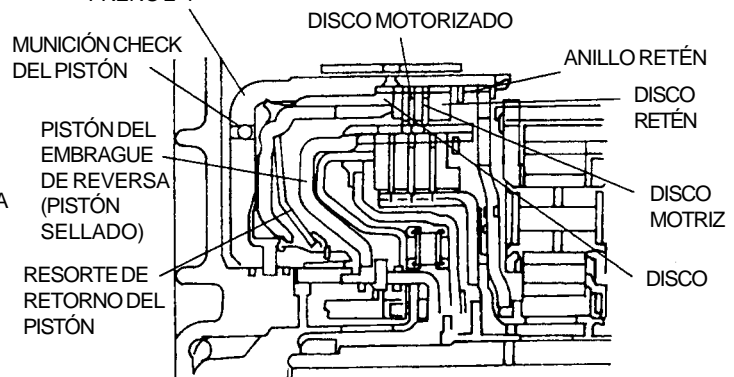


FRENO DE BAJA Y REVERSA



TAMBOR DE FRENO 2-4

EMBRAGUE DE REVERSA



### **Embrague de Balance Centrífugo**

#### **Presentación**

- El mecanismo del balance centrífugo, el cual elimina la presión hidráulica centrífuga, se utiliza como un sustituto de la munición check del pistón convencional y esto mejora el control del embrague.
- Se utiliza un pistón sellado para reducir el tamaño y el peso.

#### **Estructura**

- La cámara de balances centrífugo se encuentra opuesta a la cámara del embrague general. La cámara de balance centrífugo siempre está llena con aceite de transmisión automática que viene del conducto exclusivo del aceite proveniente del eje de la turbina.

#### **Operación**

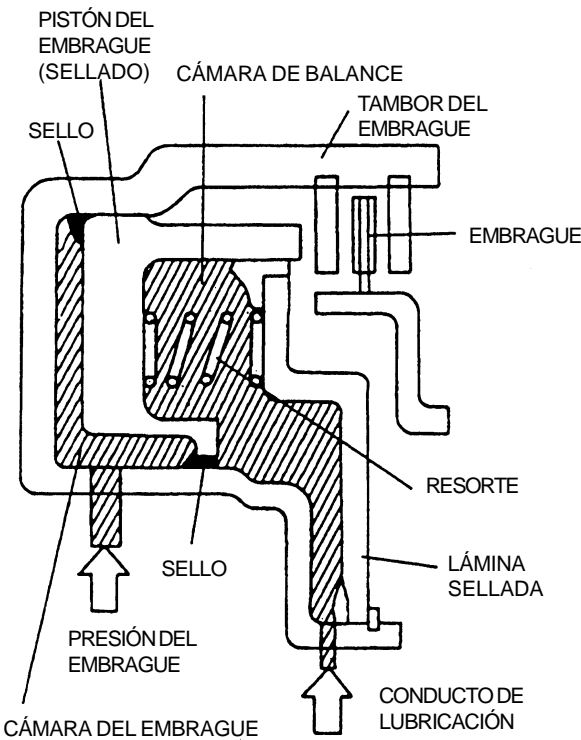
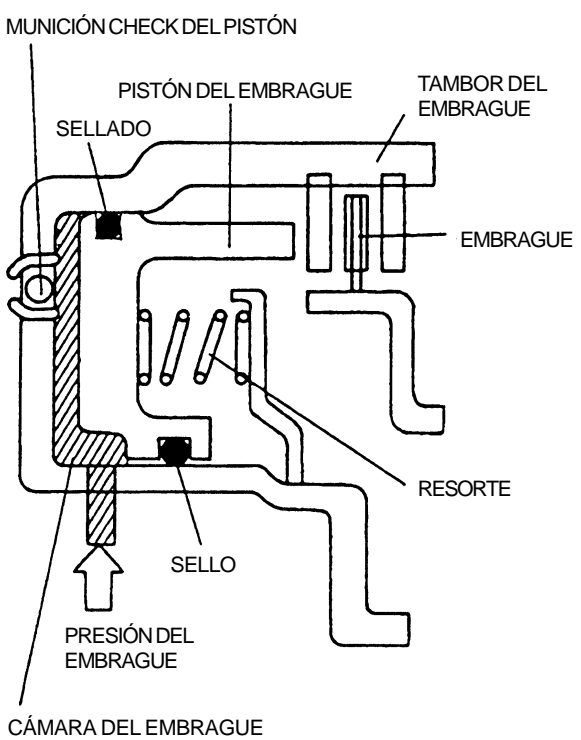
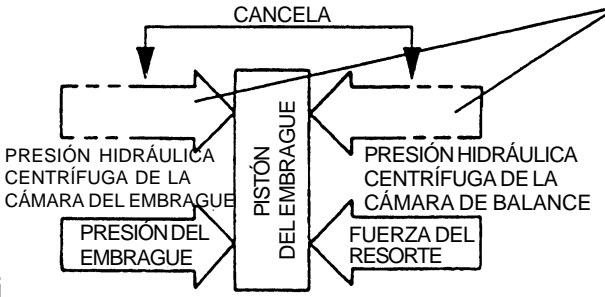
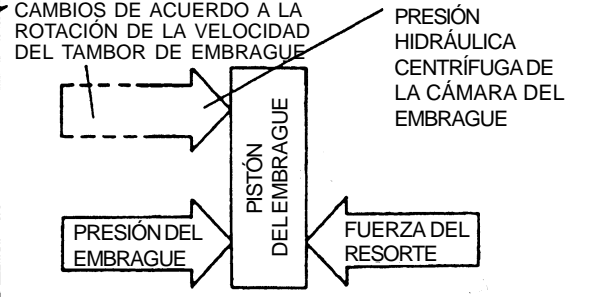
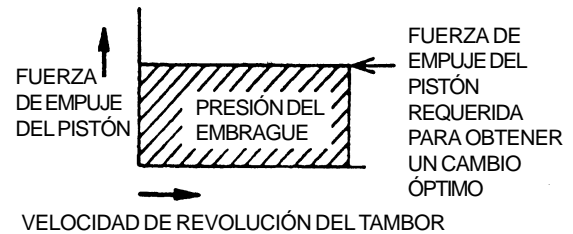
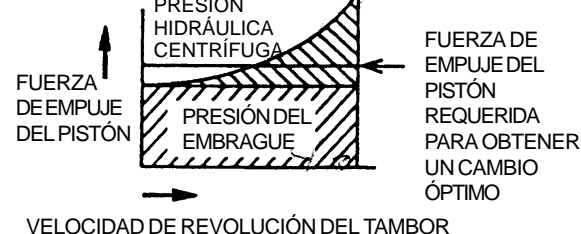
##### **Cuando no se aplica la presión del embrague**

- Cuando el embrague gira, la fuerza centrífuga empuja el aceite residual dentro de la cámara de presión hidráulica del pistón, la cual en forma prematura aplica el embrague. La fuerza centrífuga también actúa sobre el aceite que se encuentra en la cámara de balance hará devolver el pistón. Como resultado, se balancean las dos fuerzas y el pistón no se mueve; esto evita que se acoplen los embragues.

##### **Cuando se aplica la presión del embrague**

- La presión del embrague se aplica a la cámara de presión hidráulica del pistón cuando la presión del embrague sobrepasa la presión hidráulica y la fuerza del resorte en las cámaras de balance que se encuentra opuesta, empuja al pistón y se acopla al embrague. Debido a la fuerza centrífuga la cual actúa sobre la presión del embrague en la cámara de presión hidráulica del pistón; ésta se cancela por la fuerza centrífuga que actúa sobre el aceite y en la cámara de balance centrífugo; la fuerza centrífuga proveniente de la velocidad de rotación del tambor y del embrague se elimina; como resultado, se obtiene una fuerza de empuje estable en el pistón en todos los rangos de giro y se reduce el estrés de cambios o vibración.

# TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

	EMBRAGUE DE BALANCE CENTRÍFUGO (FN4A-EL)	EMBRAGUE ANTERIOR (FB4A-EL)
ESTRUCTURA		
OPERACIÓN		
		

### Banda de Freno 2-4

#### Presentación

- La banda de freno 2-4 tranca el tambor de frenos 2-4 y el engranaje solar trasero. La banda de freno 2-4 opera en la 2ª velocidad o 4ª velocidad

#### Estructura

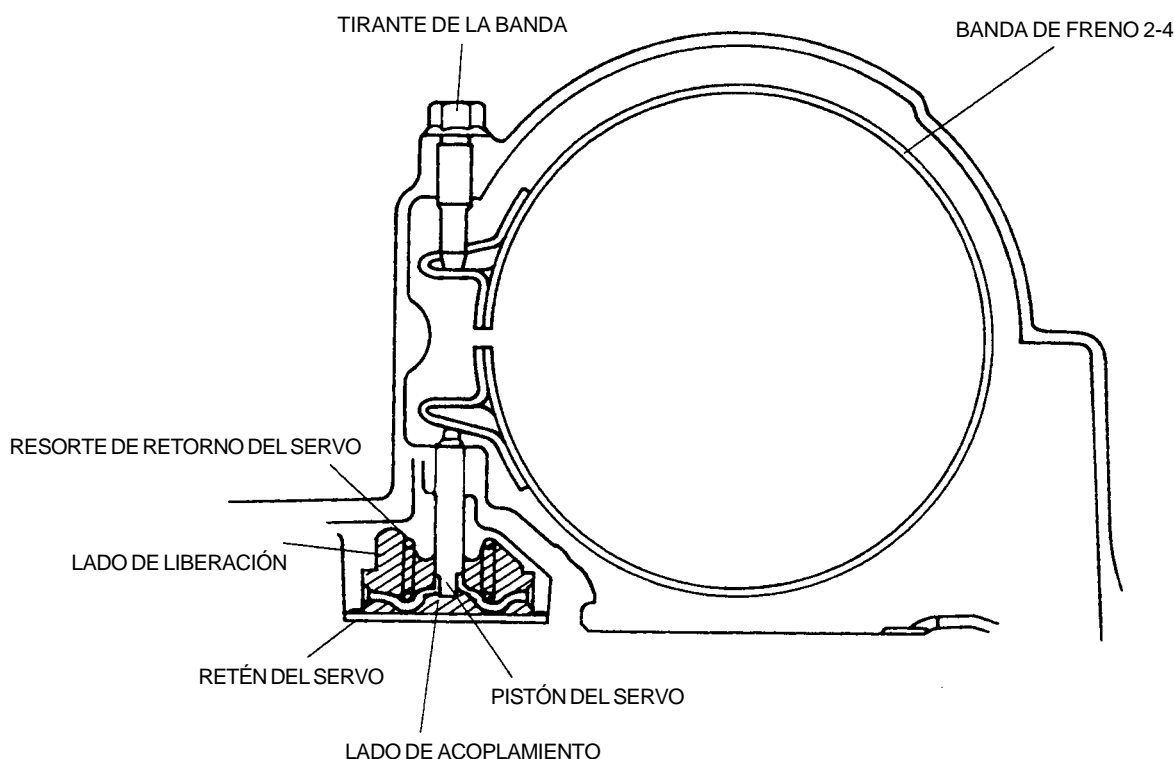
- La banda de freno 2-4 está diseñada para arrollar el tambor de freno 2-4 y un extremo de la banda de freno 2-4 fijado con un tirante de banda. El pistón del servo se encuentra en la carcasa de la transmisión.

#### Operación

- Cuando la presión hidráulica actúa entre el retén del servo y el pistón del servo (por el lado de acoplamiento de la banda de freno 2-4), el pistón del servo actúa en la banda de freno 2-4 para trancar el tambor de freno 2-4. Al mismo tiempo, el resorte de retorno del servo también trabaja como resistencia para contener la fuerza de acoplamiento óptimo de la banda de freno 2-4.

Cuando la presión hidráulica actúa entre el pistón del servo y la carcasa de la transmisión (lado de liberación de la banda de freno 2-4), el pistón del servo es empujado por el lado retén del servo. Esto causa que la banda de freno 2-4 se extienda por la fuerza de su propio resorte y libere el tambor de freno 2-4.

Cuando la presión hidráulica actúa entre el retén del servo y el pistón del servo y entre el pistón del servo y la carcasa de la transmisión en forma simultánea, el pistón del servo es empujado al lado del retén del servo y se libera el tambor de freno 2-4 debido a la diferencia en las 2 áreas y a la fuerza del resorte.



## Embrague unidireccional

### Presentación

- El embrague unidireccional tranca la rotación antihorario (vista desde el lado del convertidor de torque) del engranaje interno delantero. El embrague unidireccional opera en D, S, y el rango de L de la primera velocidad.

### Estructura

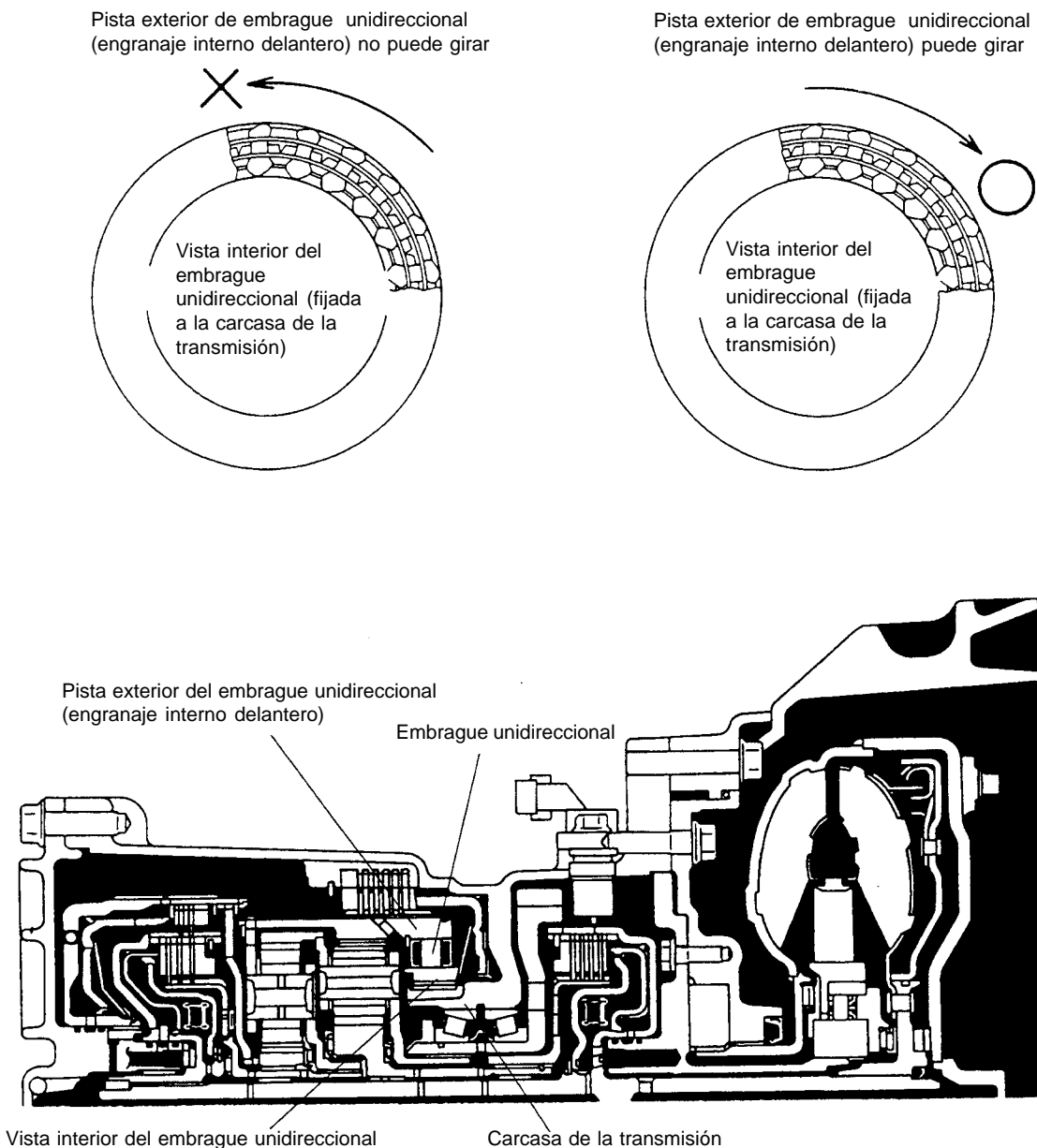
- La pista exterior del embrague unidireccional está integrada con el engranaje interno delantero y la pista interna del embrague unidireccional está fijada a la carcasa de la transmisión.

### Operación

- La pista exterior del embrague unidireccional (engranaje interno delantero) gira en sentido libremente horario (vista por el lado del convertidor de torque) pero, las cuñas suben para trancar la rotación cuando la pista exterior trata de girar en sentido antihorario.
- El embrague unidireccional tranca la rotación antihorario del engranaje interno delantero y también tranca la rotación antihorario del engranaje planetario trasero a través del portaplanetarios trasero.

### Nota

- La dirección de rotación esta vista desde el convertidor de torque.





## Engranaje Planetario

### Presentación

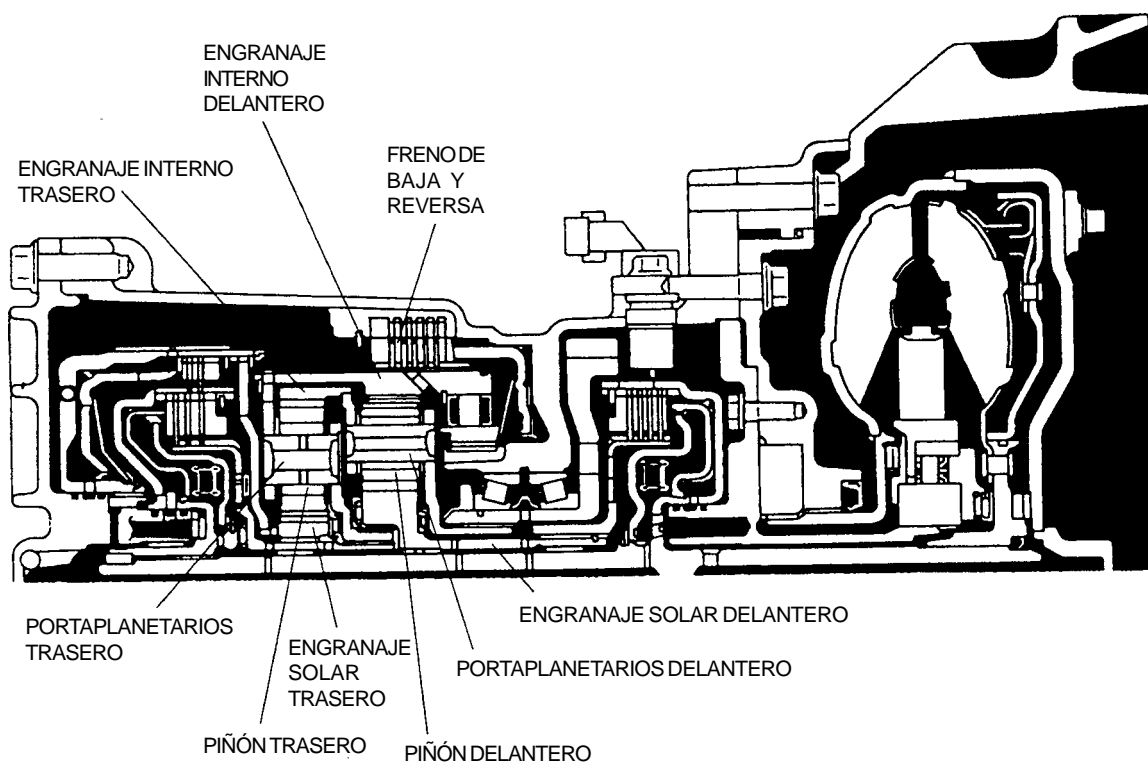
- El engranaje planetario es una transmisión que convierte la fuerza motriz del eje de la turbina en fuerza motriz óptima y la transmite al engranaje de salida a través del funcionamiento de cada embrague y freno.
- Un engranaje doble con un engranaje planetario único se utiliza para el engranaje planetario; éstos son el engranaje planetario delantero y el engranaje planetario trasero (vistos desde el lado del convertidor).
- El engranaje planetario contiene el engranaje interno, el portaplanetarios (piñones) y el engranaje solar.

### Estructura

- El engranaje planetario delantero está integrado con la pista exterior del embrague unidireccional y acoplado con el disco motriz del freno de baja y reversa.

Debido a esto, cuando al engranaje planetario delantero gira, la pista exterior del embrague unidireccional y el disco motriz del freno de baja y reversa también giran juntos.

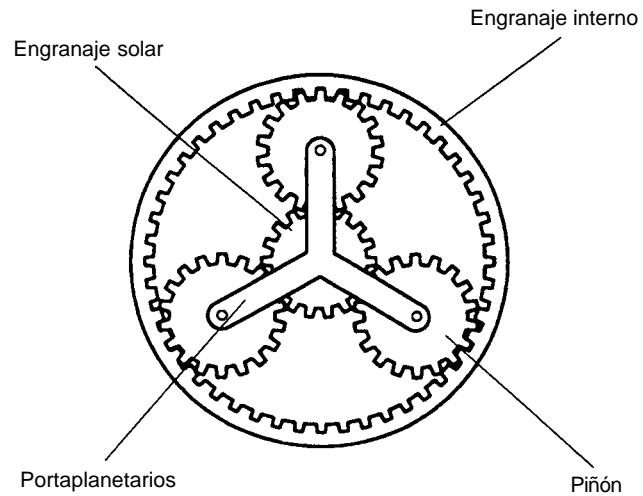
- El engranaje solar delantero está instalado dentro de los piñones delanteros; y el engranaje interno delantero está instalado fuera de los piñones delanteros. El engranaje solar delantero está acoplado con el cubo del embrague de avance y el engranaje interno delantero está acoplado con el portaplanetarios trasero.
- El engranaje planetario trasero y el piñón trasero tienen el engranaje solar trasero instalado interiormente y el engranaje interno trasero exteriormente. El engranaje solar trasero está acoplado por medio del eje de la turbina a través del tambor de frenos 2-4; y el engranaje interno trasero está acoplado con el engranaje primario a través del portaplanetarios delantero.



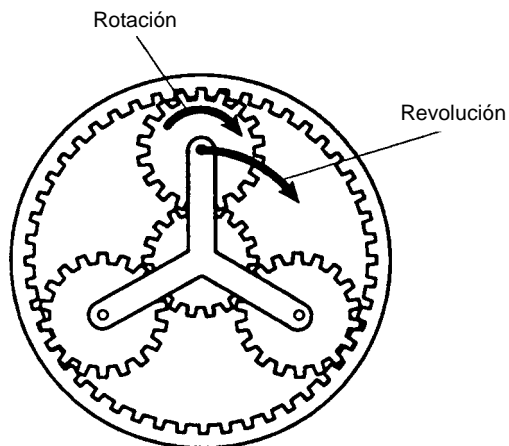
### Operación

- El engranaje planetario trabaja como una transmisión cuando el engranaje solar y el engranaje interno se acopla.
- El engranaje solar, que se encuentra dentro de los piñones, y el engranaje interno, que se encuentra fuera de los piñones se acoplan con sus respectivos engranajes.

El engranaje solar y el engranaje interno giran en el centro del engranaje planetario.



- Los piñones giran de las dos siguientes maneras:
  - Sobre sus propios centros («rotación»)
  - En revolución del engranaje planetario («revolución»)



## Relación de engranajes de cada rango

- La relación entre cada elemento de los juegos de engranajes planetarios y la velocidad de rotación generalmente están indicados en la fórmula siguiente.

$$(Z_R + Z_S) N_C = Z_R N_R + Z_S N_S \quad \text{①}$$

Significado de la símbolos

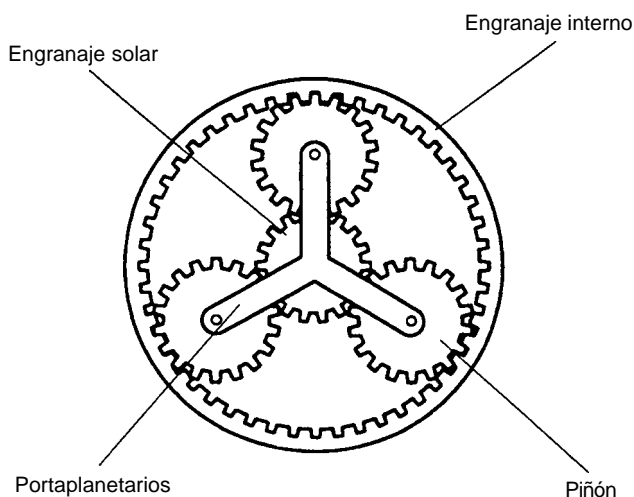
Z... Número de dientes

N... Velocidad de rotación

R... Engranaje interno

S... Engranaje solar

C... Portaplanetarios (parte del piñón)



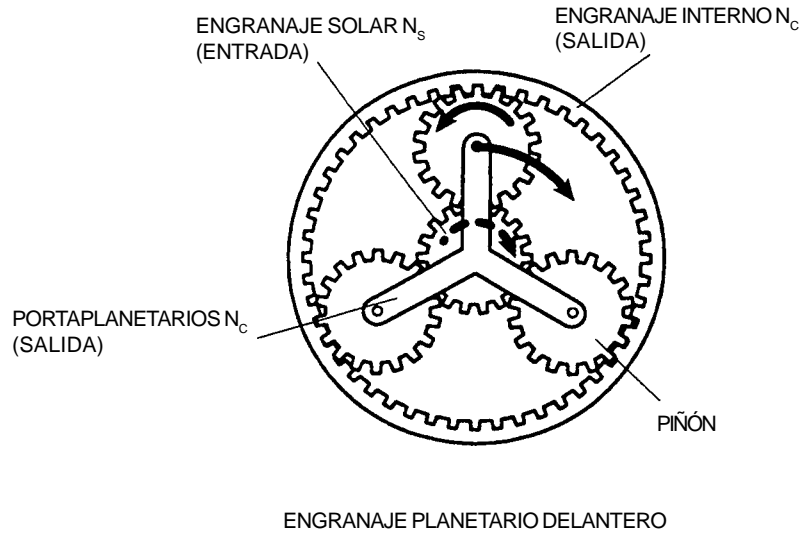
## Número de dientes y símbolo de cada velocidad

Engranaje planetario		Número de dientes	Símbolo
Delantero	Engranaje interno	89	$Z_{RF}$
	Portaplanetarios (parte del piñón)	20	$Z_{CF}$
	Engranaje solar	49	$Z_{SF}$
Trasero	Engranaje interno	98	$Z_{RR}$
	Portaplanetarios (parte del piñón)	30	$Z_{CR}$
	Engranaje solar	37	$Z_{SR}$

Significado del símbolo

Z	.....	Número de dientes de cada elemento del juego de engranajes planetarios
<div style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div>	F .....	Juego de engranajes planetarios delantero
	R .....	Juego de engranajes planetarios trasero
	R .....	Engranaje interno
	C .....	Portaplanetarios (parte del piñón)
	S .....	Engranaje solar

## Primera velocidad



### Velocidad de rotación del engranaje

Engranaje planetario	Delantero
Engranaje interno	0 (fijo)
Portaplanetarios	$N_c$ (salida)
Engranaje solar	$N_s$ (entrada)

Supóngase que la relación de engranajes en primera velocidad es  $i_1$ ,

$$i_1 = \frac{N_s}{N_c}$$

Del resultado de la fórmula, la relación entre la relación de engranajes en primera velocidad y la velocidad de rotación de el juego de engranajes planetarios se indican en la fórmula siguiente.

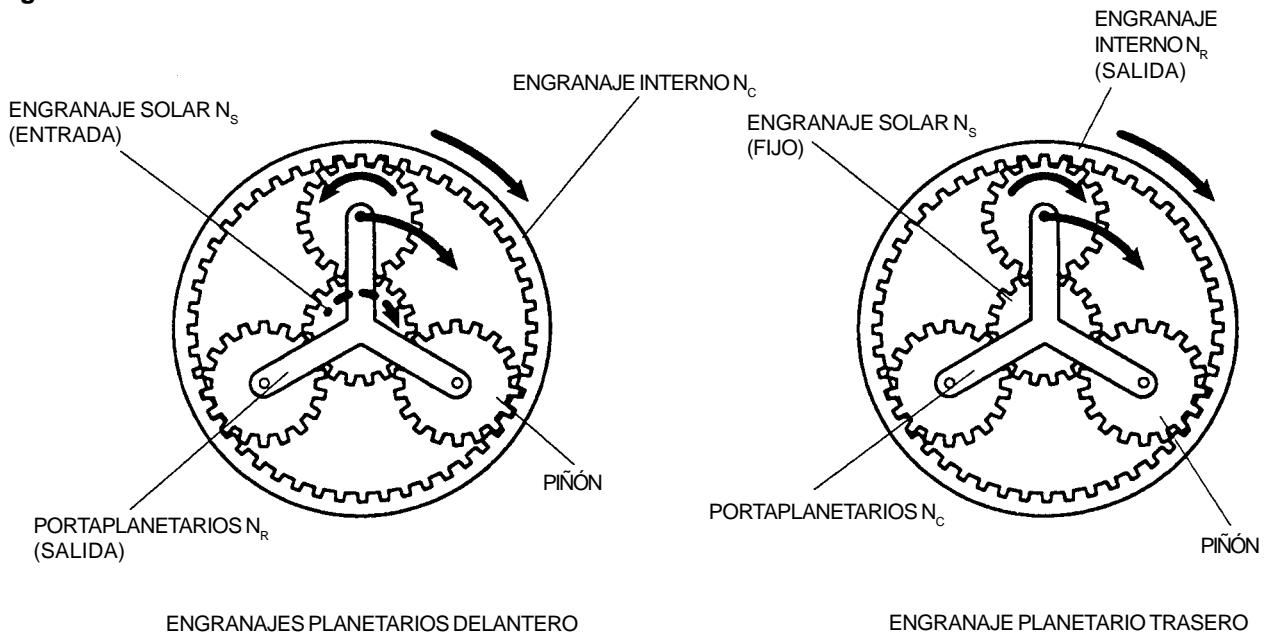
$$(Z_{RF} + Z_{SF}) N_c = Z_{SF} N_s$$

Por lo tanto,

$$i_1 = \frac{N_s}{N_c} = \frac{Z_{RF} + Z_{SF}}{Z_{SF}} = \frac{89 + 49}{49} = 2.8163$$

Como resultado, la relación de engranajes en primera velocidad es 2.816.

## Segunda velocidad



### Velocidad de rotación del engranaje

Engranaje planetario	Delantero	Trasero
Engranaje interno	$N_C$	(salida)
Portaplanetarios	$N_R$	(salida)
Engranaje solar	$N_S$ (entrada)	(fijo)

#### Nota

- El engranaje interno delantero y el portaplanetarios trasero están integrados.
- El portaplanetarios delantero y el engranaje interno trasero giran a la misma velocidad.

Supóngase que la relación de engranajes en la velocidad en segunda velocidad es  $i_2$ ,

$$i_2 = \frac{N_S}{N_R}$$

En la fórmula ①, la relación entre la relación de engranajes en segunda velocidad y las velocidades de rotación de los juegos de engranajes planetarios delantero y trasero se indican en la fórmulas ② y ③.

$$(Z_{RF} + Z_{SF}) N_R = Z_{RF} N_C + Z_{SF} N_S \quad \text{② (Engranaje planetario delantero)}$$

$$(Z_{RR} + Z_{SR}) N_C = Z_{RR} N_R + Z_{SR} N_S \quad \text{③ (Engranaje planetario trasero)}$$

Del resultado  $N_S = 0$  en la fórmula ③.

$$N_C = \left( \frac{Z_{RR}}{Z_{RR} + Z_{SR}} \right) N_R \quad \text{④}$$

Aquí sustituimos la fórmula ④ en la fórmula ②.

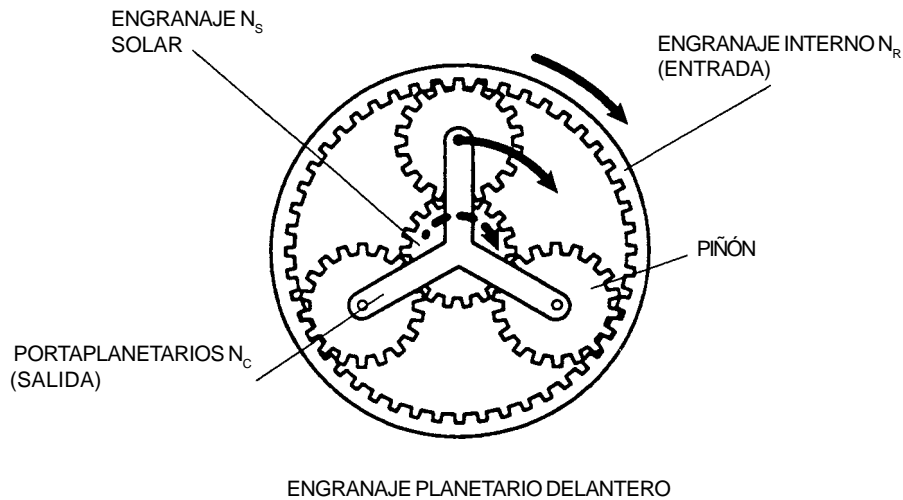
$$Z_{SR} N_S = \frac{(Z_{RR} + Z_{SR})(Z_{RF} + Z_{SF}) - Z_{RF} Z_{RR}}{Z_{RR} + Z_{SR}} N_R$$

Por lo tanto,

$$i_2 = \frac{N_S}{N_R} = \frac{(Z_{RR} + Z_{SR})(Z_{RF} + Z_{SF}) - Z_{RF} Z_{RR}}{Z_{SF}(Z_{RR} + Z_{SR})} N_R = \frac{(98 + 37)(89 + 49) - 89 \times 98}{49(98 + 37)} = 1.4978$$

Como resultado, la relación de engranajes en segunda velocidad es 1.497.

## Tercera velocidad



### Velocidad de rotación del engranaje

Engranaje planetario	Delantero
Engranaje interno	$N_R$ (entrada)
Portaplanetarios	$N_C$ (salida)
Engranaje solar	$N_S$ (entrada)

Aquí tenemos el resultado de  $N_R = N_S$ .

Supongamos que la relación de engranajes en tercera velocidad es  $i_3$ ,

$$i_3 = \frac{N_R}{N_C}$$

Del resultado de  $N_R = N_S$  en la fórmula ①, la relación entre la relación de engranajes en tercera velocidad y la velocidad de rotación del juego de engranajes planetarios delantero se indica en la fórmula a continuación.

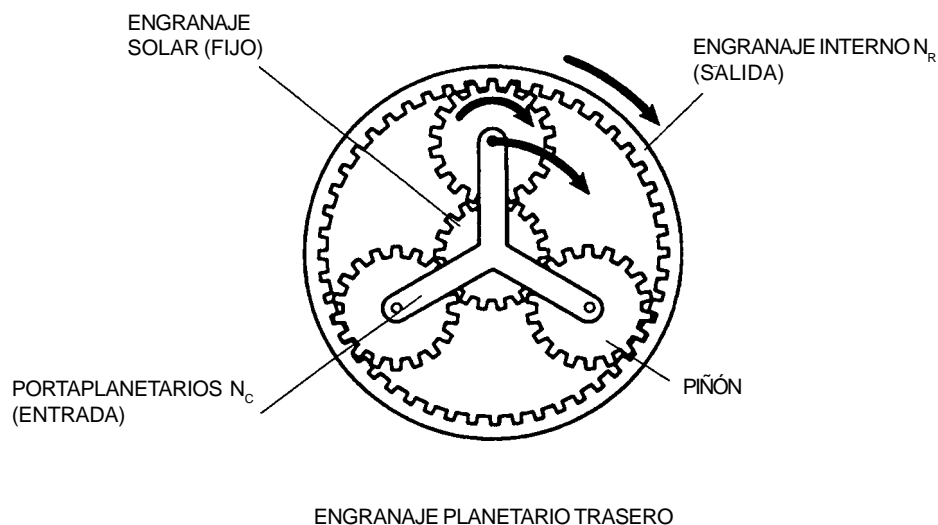
$$(Z_{RF} + Z_{SF}) N_C = (Z_{RF} + Z_{SF}) N_R$$

Por lo tanto,

$$i_3 = \frac{N_R}{N_C} = \frac{Z_{RF} + Z_{SF}}{Z_{RF} + Z_{SF}} = \frac{89+49}{89+49} = 1.000$$

Como resultado, la relación de engranajes en tercera velocidad es 1.000.

## Cuarta velocidad



### Velocidad de rotación del engranaje

Engranaje planetario	Trasero
Engranaje interno	$N_R$ (salida)
Portaplanetarios	$N_C$ (entrada)
Engranaje solar	0 (fijo)

Supongamos que la relación de engranajes en la cuarta velocidad es  $i_4$ ,

$$i_4 = \frac{N_C}{N_R}$$

Del resultado  $N_S = 0$  en la fórmula ②, la relación entre la relación de engranajes en cuarta velocidad y la velocidad de rotación del juego de engranajes planetarios trasero se indica en la fórmula siguiente.

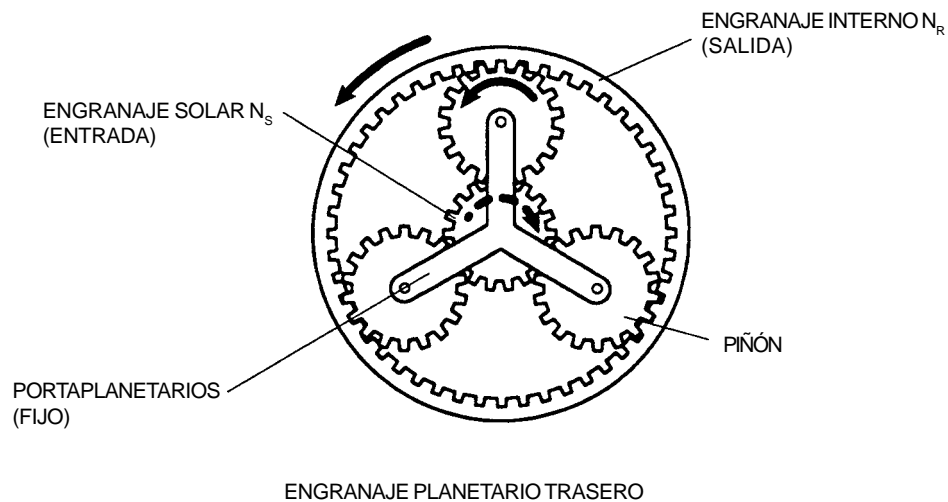
$$(Z_{RR} + Z_{SR}) N_C = Z_{RR} N_R$$

Por lo tanto,

$$i_4 = \frac{N_C}{N_R} = \frac{Z_{RR}}{Z_{RR} + Z_{SR}} = \frac{98}{98+37} = 0.7259$$

Como resultado, la relación de engranajes en cuarta velocidad es 0.725.

## Reversa



### Velocidad de rotación del engranaje

Engranaje planetario	Trasero
Engranaje interno	$N_R$ (salida)
Portaplanetarios	0 (fijo)
Engranaje solar	$N_S$ (entrada)

Supóngase que la relación de engranajes en reversa es  $i_{REV}$ ,

$$i_{REV} = \frac{N_S}{N_R}$$

El resultado de  $N_C$  en la fórmula ②, la relación entre la relación de engranajes durante el movimiento de reversa y la velocidad de rotación del juego de engranaje planetarios Está indicada en la fórmula.

$$(Z_{RR} + Z_{SR}) 0 = Z_{RR} N_R + Z_{SR} N_S$$

Por lo tanto,

$$i_{REV} = \frac{N_S}{N_R} = -\frac{Z_{RR}}{Z_{SR}} = -\frac{98}{37} = -2.6486$$

Como resultado, la relación de engranajes en reversa es 2.648.



## Mecanismo de Estacionamiento

### Presentación

- Cuando se mueve la palanca selectora a la posición P, el trinquete de estacionamiento acopla el engranaje de estacionamiento y tranca el engranaje de salida (i.e., rotación de las ruedas).

### Estructura

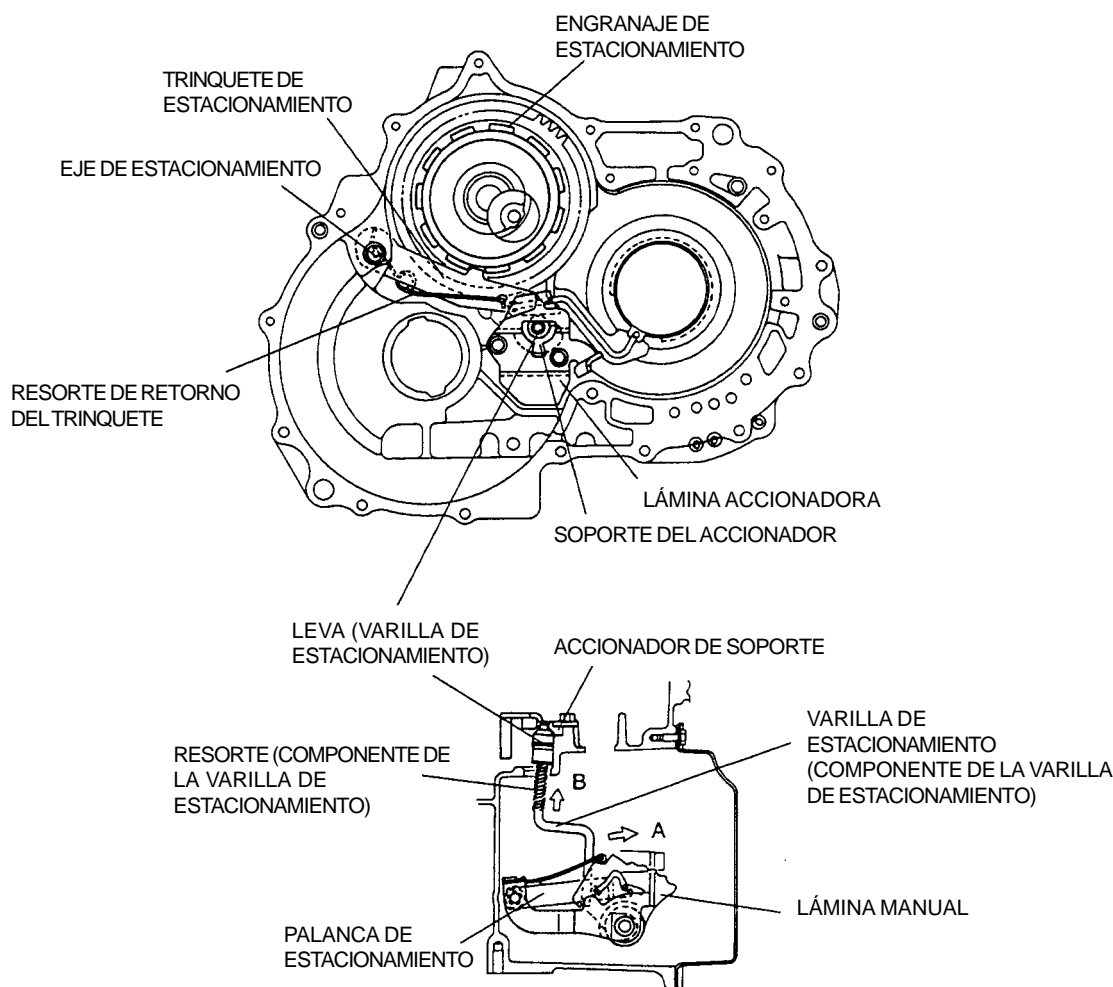
- El trinquete de estacionamiento está instalado en la carcasa de la transmisión a través de un eje y es empujado por el accionador de soporte por medio del resorte de retorno excepto en la posición P.

La varilla de estacionamiento está diseñada para deslizarse sobre el accionador del soporte y está conectado a la lámina manual.

### Operación

- Cuando se mueve la palanca selectora a la posición P, el eje manual y la lámina manual se mueven en la dirección de la flecha A a la posición mostrada en la figura a continuación. El componente de la varilla de estacionamiento se mueve en la dirección de la flecha B, la leva de la varilla de estacionamiento empuja hacia arriba el trinquete de estacionamiento y éste se acopla al engranaje de estacionamiento.

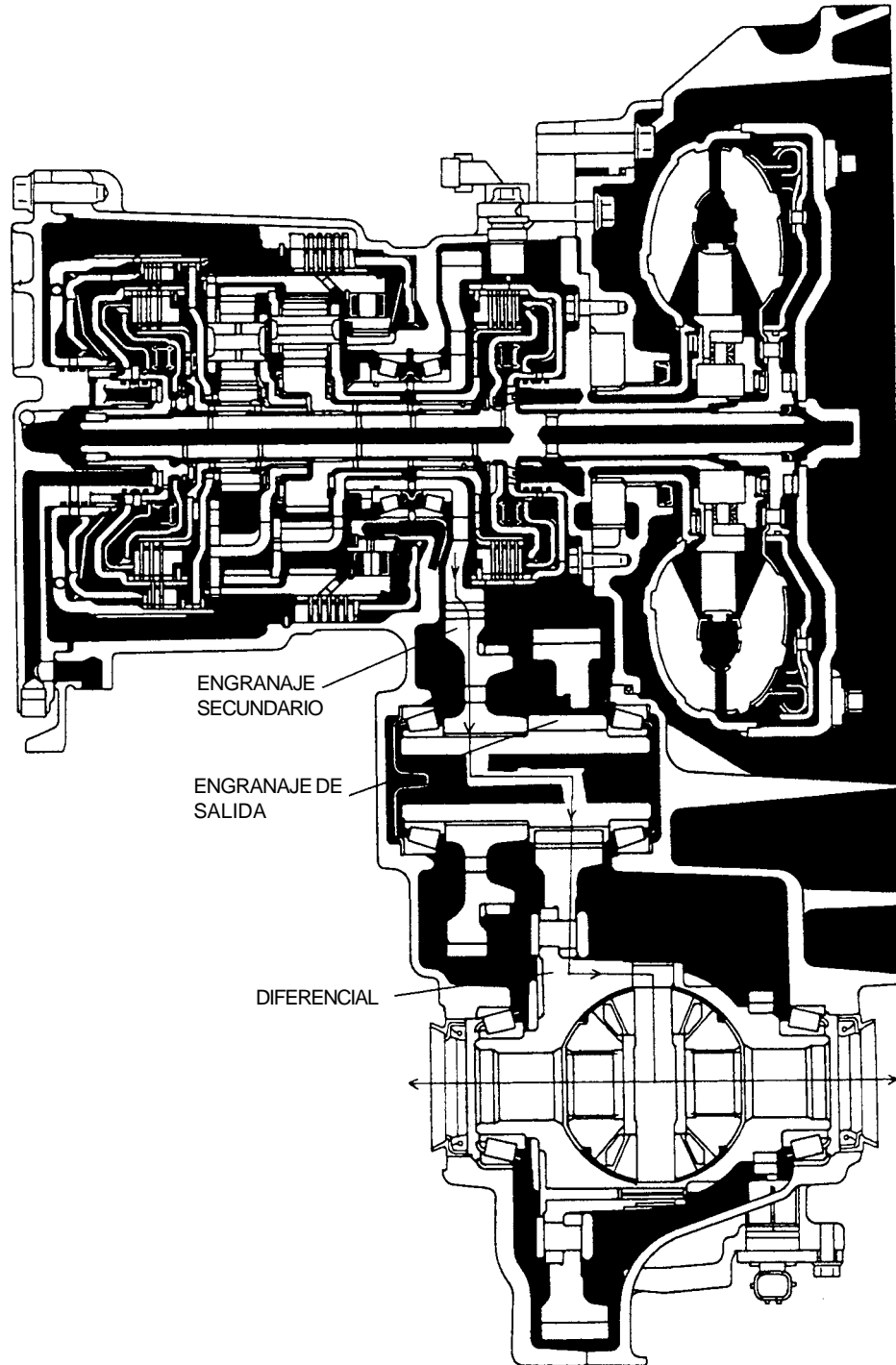
Si el trinquete de estacionamiento golpea el diente del engranaje de estacionamiento, el trinquete no puede ser alzado; esto sucederá solamente si el componente de la varilla de estacionamiento se puede mover. La leva presiona el resorte sobre el trinquete de estacionamiento y el accionador. Si el vehículo rueda un poco en esta condición, las ruedas giran y el engranaje de estacionamiento también se mueve un poco. Como resultado, el trinquete de estacionamiento se desliza dentro de la estría y acopla el engranaje de estacionamiento. Así, el mecanismo de estacionamiento evita que el vehículo se mueva en la posición P.



### Engranaje de salida

#### Presentación

- Se utiliza un sistema motriz de dos pasos que acomoda el engranaje secundario y el engranaje de salida sobre el eje del engranaje de salida para minimizar los componentes de la transmisión.

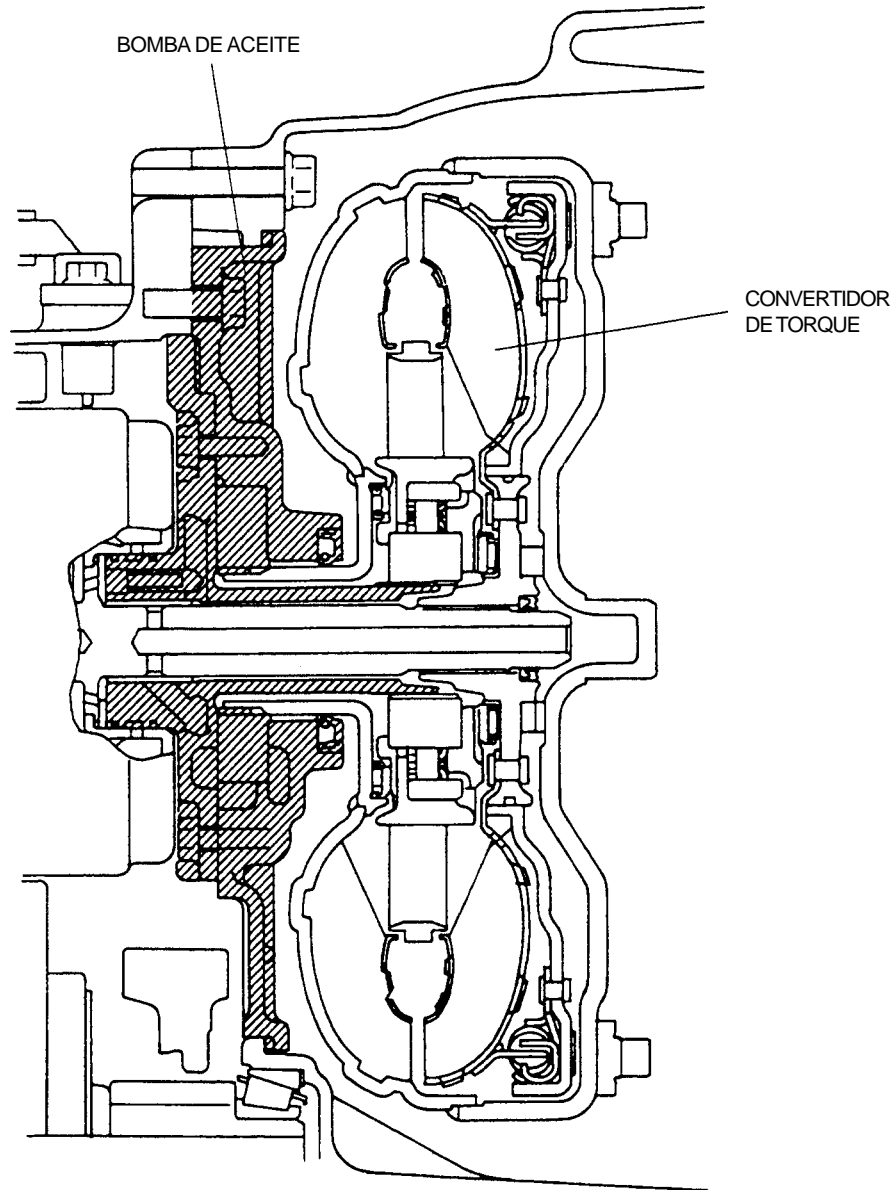


→ FLUJO DE LA FUERZA

### Bomba de Aceite

#### Presentación

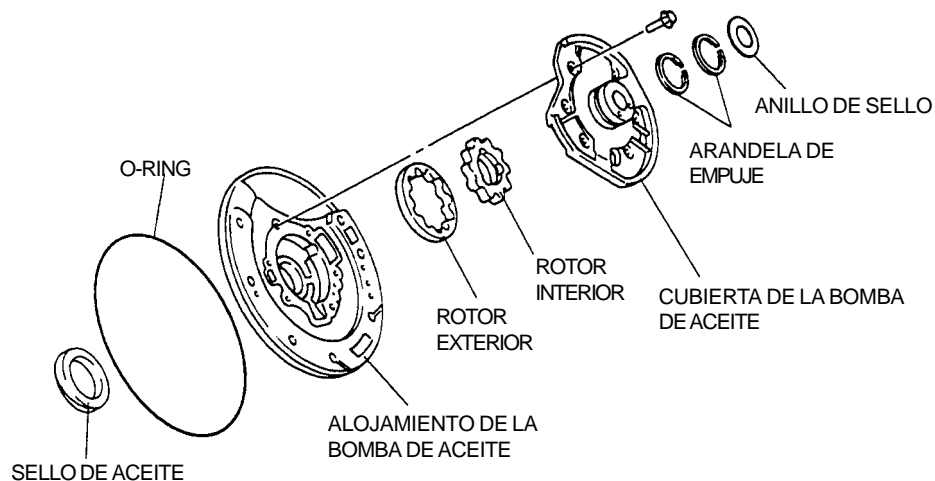
- La bomba de aceite es liviana, compacta y con un engranaje circular que reduce el torque necesario para moverla.
- La bomba de aceite, que es motorizada directamente, se encuentra detrás del convertidor de torque.



# TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

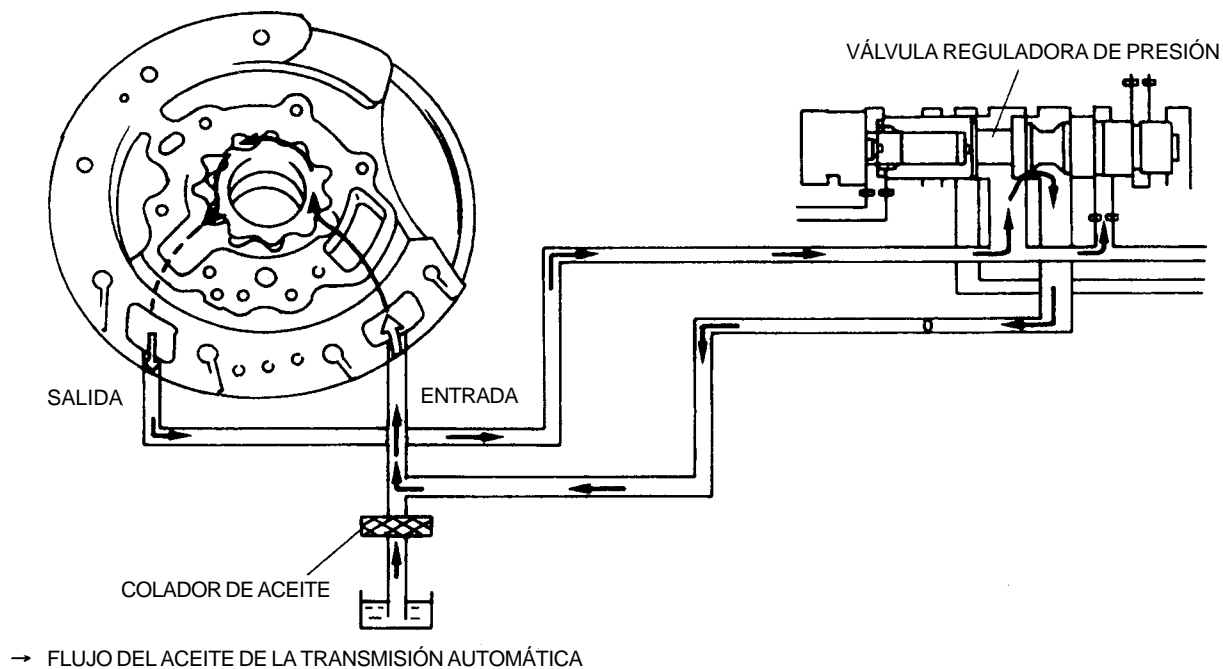
## Estructura

- El rotor exterior y el rotor interior están instalados en el alojamiento de la bomba de aceite.
- El rotor interior está dentro del alojamiento de la bomba de aceite y es movido por el convertidor de torque.



## Operación

- Cuando el rotor interno de la bomba de aceite gira, el aceite de la transmisión hidráulica es succionado dentro de la bomba. La cantidad de descarga es proporcional a la velocidad de giro del convertidor de torque.



## Termo válvula

### Presentación

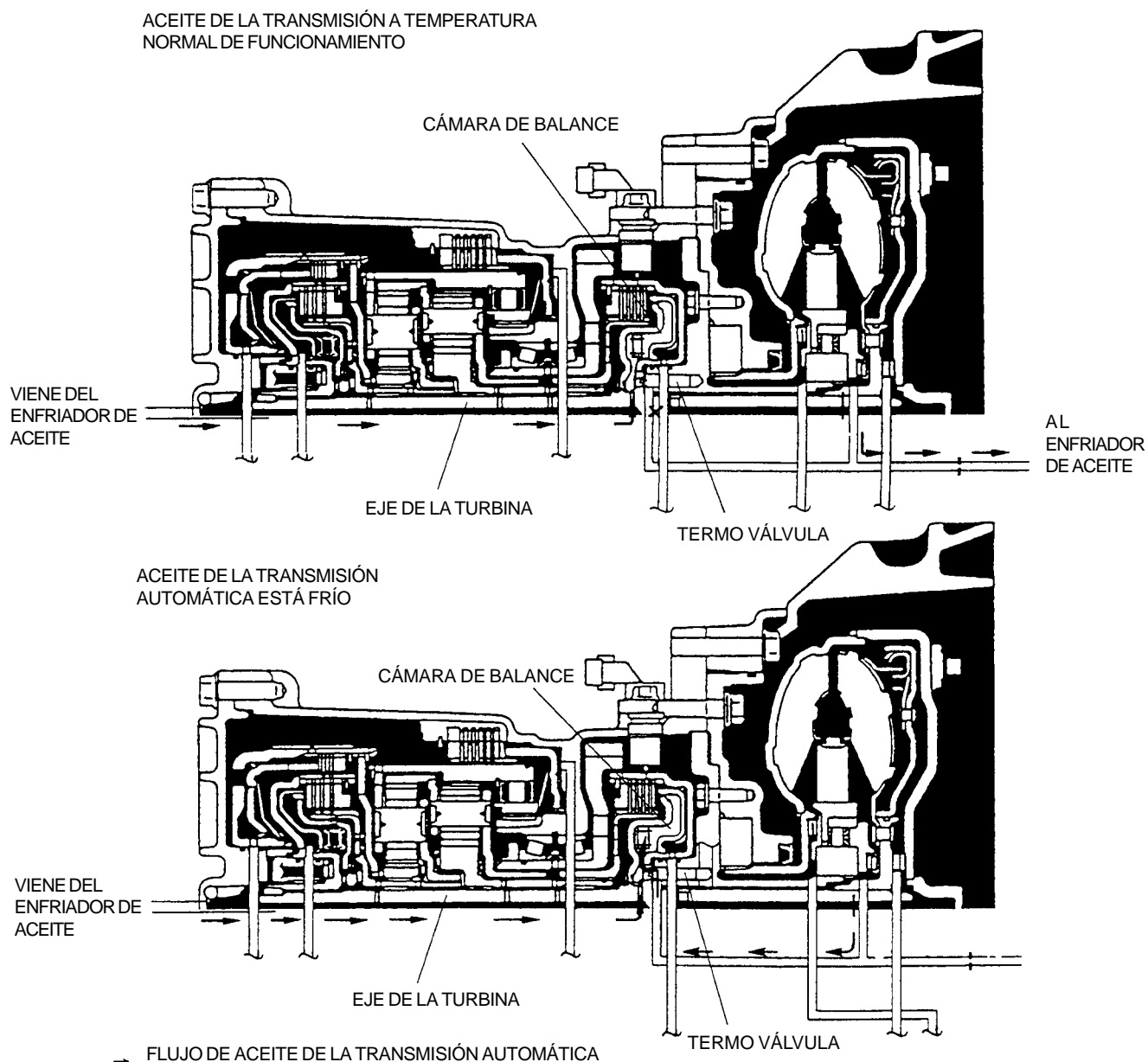
- La termo válvula se abre/cierra de acuerdo a los cambios de temperatura del aceite de la transmisión para controlar el funcionamiento del embrague cuando el aceite está frío.

### Función

- La termo válvula se abre cuando el aceite de la transmisión automática está frío y alimenta de aceite a la cámara de balance centrífugo en el embrague de avance.

### Estructura/operación

- La termo válvula es del tipo bimetálica y está instalada para cerrar el flujo del aceite de la transmisión automática proveniente del conducto de lubricación (que viene del convertidor de aceite al enfriador del mismo) a la cámara de balance en el embrague de avance.
- Cuando el aceite de la transmisión automática está a temperatura normal de funcionamiento; éste es administrado a la cámara de balance en el embrague de avance a través del conducto exclusivo que se encuentra en el eje de la turbina. Cuando el aceite está frío, la termo válvula se abre para alimentar con aceite la cámara de balance en el embrague de avance haciendo un bypass sobre el conducto de lubricación que viene del convertidor de torque.

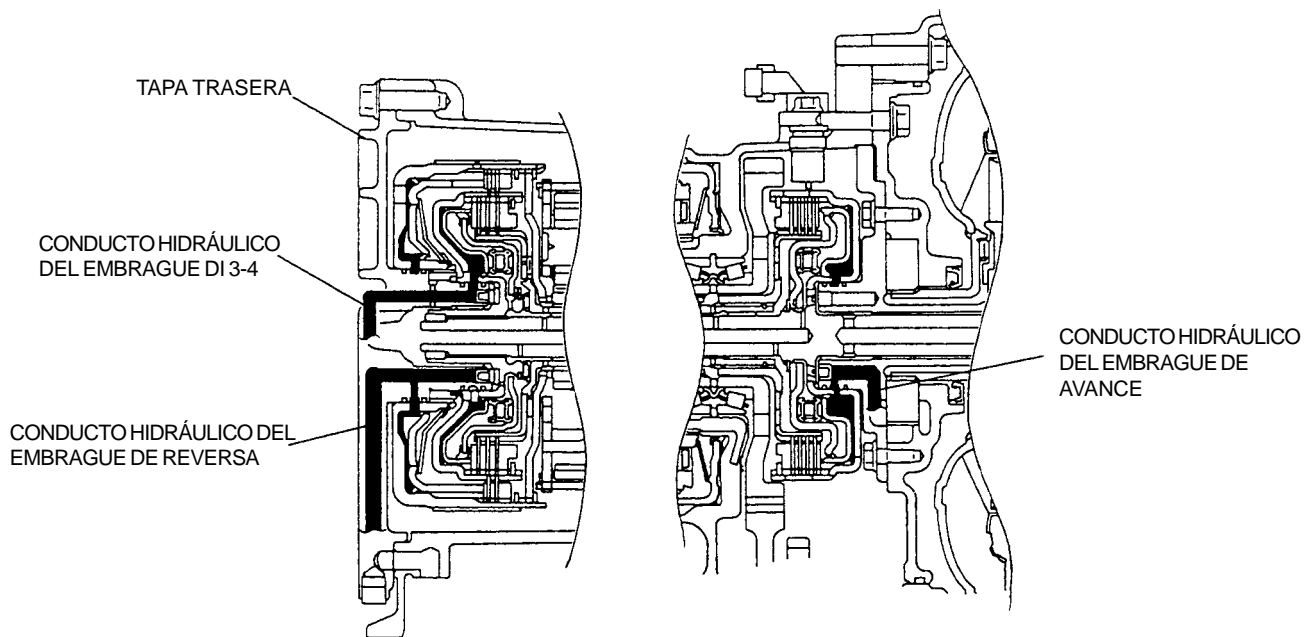


### Embrague de Avance, Circuito Hidráulico del Embrague 3-4

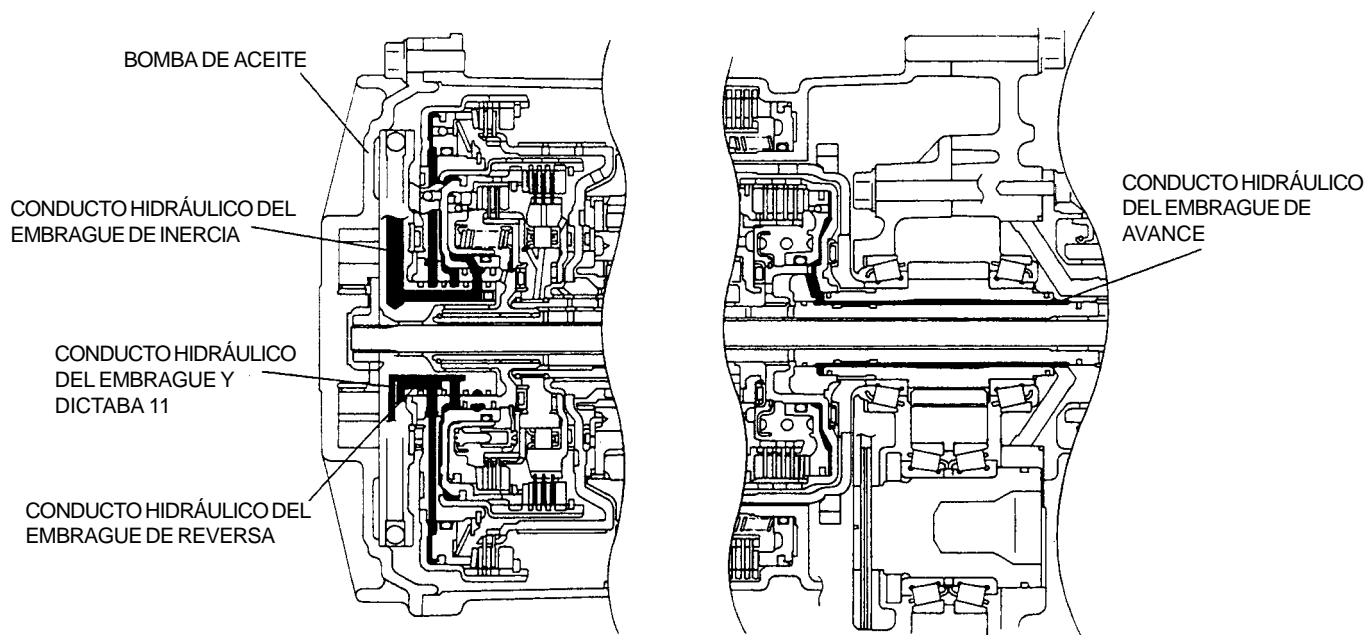
#### Presentación

- Al diseñar los conductos exclusivos para el embrague de avance y el embrague de 3-4 en la carcasa de la transmisión a través de la bomba de aceite y la tapa trasera, los conductos de presión hidráulica tienen una longitud inferior y se mejora el control del acoplamiento del embrague.

FN4A-EL



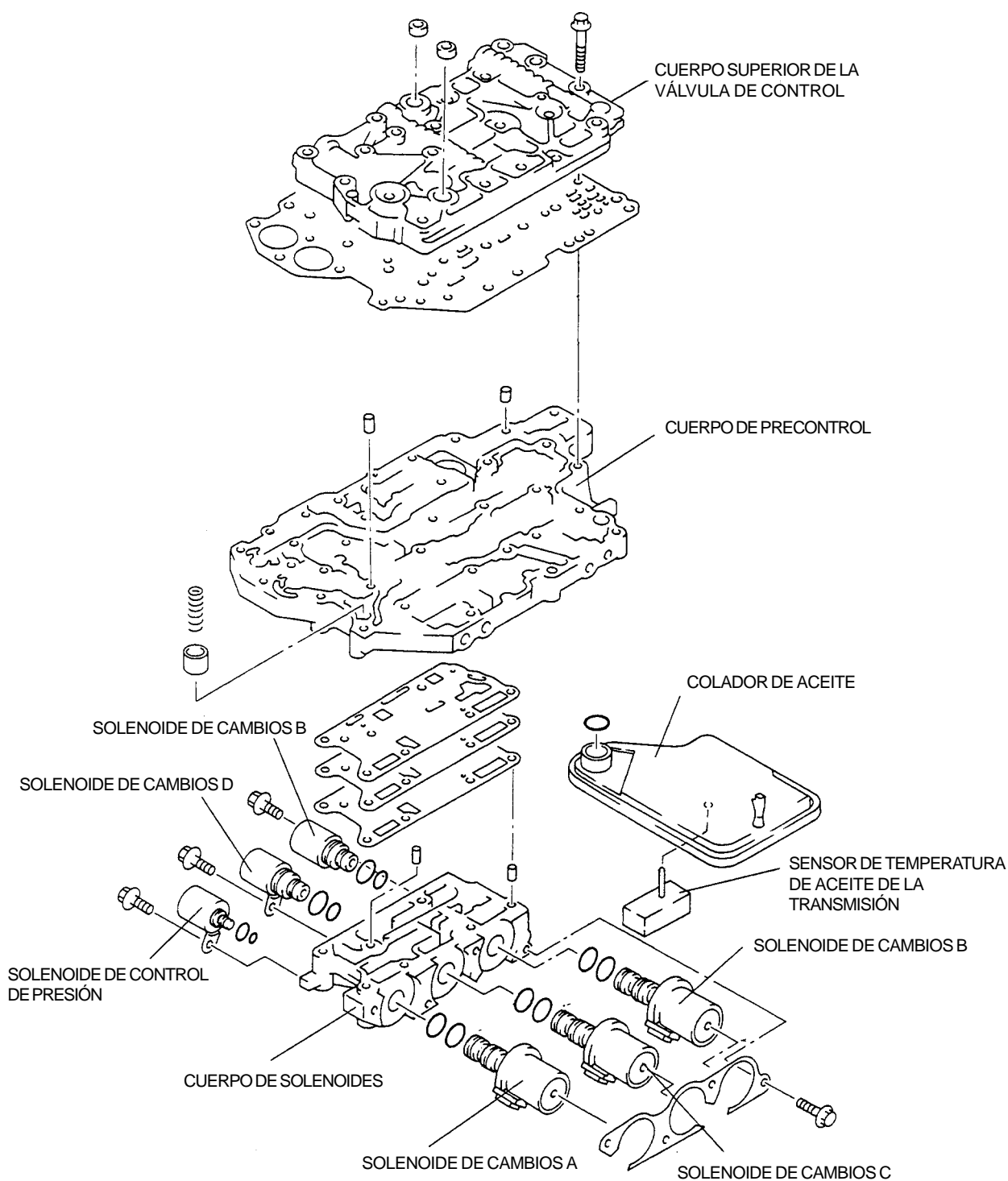
FB4A-EL



### Cuerpo de las Válvulas de Control

#### Presentación

- El cuerpo de la válvula de control está compuesto de tres partes: el cuerpo superior, el cuerpo de pre-control y el cuerpo de solenoides.
- Para minimizar el cuerpo de válvulas del control, el acoplamiento del embrague estar controlado electrónicamente, los circuitos hidráulicos fueron simplificados y el tamaño de las válvulas reducido.
- Para evitar contaminación el colador de aceite, que no es tejido, se encuentra instalado en el cuerpo de la válvula de control .



## CONTROL ELECTRÓNICO

### Solenoides de cambios A, B y C (de Ciclos de Trabajo)

- En esta transmisión se utiliza , el control directo de la presión del embrague, el cual envía la presión del embrague directamente a cada embrague y/o freno .

Los siguientes solenoides de ciclo de trabajo de acción triple reemplazan los solenoides convencionales de acción doble, para mejorar la respuesta.

- Solenoides de cambios A
- Solenoides de cambios B
- Solenoides de cambio C

### Función

- El solenoide de cambios de ciclo de trabajo ajusta la cantidad presión de salida de acuerdo a la señal proveniente del PCM tiene y controla la presión de cada embrague.
- El solenoide de cambios de ciclo de trabajo se ENCIENDE/APAGA a cincuenta Hz (ciclos de 20 ms) y controla la presión de salida de aceite al cambiar la relación de tiempo de encendido en un ciclo (0-100%). El solenoide ajusta la relación de tiempo del ciclo de ABIERTO (alimentación) y CERRADO (drenaje) y mantiene la presión designada para el embrague. Como resultado, la presión del embrague aumenta cuando la relación de trabajo (50 Hz relación de tiempo ENCENDIDO) se reduce y cae cuando la relación de trabajo aumenta.

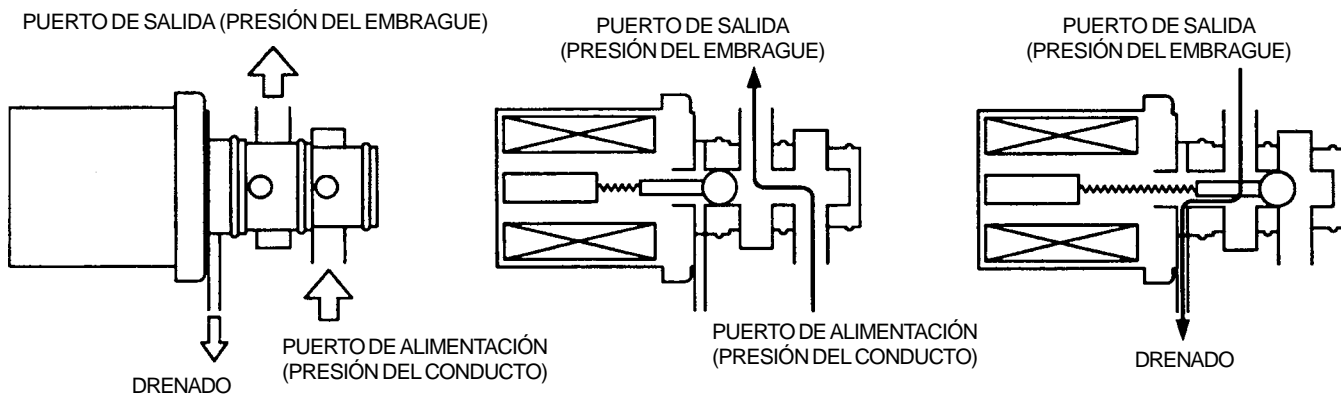
### Estructura/operación

**ABIERTO:** Cuando el solenoide es deselectrificado, el puerto de alimentación (presión del conducto) en el solenoide se abre y se comunica con el puerto de salida (presión del embrague). Como resultado, se suministra presión hidráulica al conducto hidráulico y esta se convierte en presión del embrague.

**CERRADO:** Cuando se electrifica el solenoide, el puerto de alimentación (presión del conducto) en el solenoide se cierra y el puerto de salida (presión del embrague) y el puerto de drenaje se comunica para drenar la presión del embrague.

DESELECTRIFICADO (ABIERTO)

ELECTRIFICADO (CERRADO)





## TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

### Solenoides de Cambios D y E (Tipo On/Off)

- Se utilizan solenoides compactos, livianos de acción triple para los solenoides de cambios D y E para reducir el flujo innecesario de aceite de la transmisión.

Solenoides de Cambios	Función
Solenoides de cambios D	Pasa de la válvula de bypass a la válvula de cambios 3-4
Solenoides de cambios E	Pasa de la válvula de cambios de baja y reversa a la válvula de control del embrague del convertidor de torque

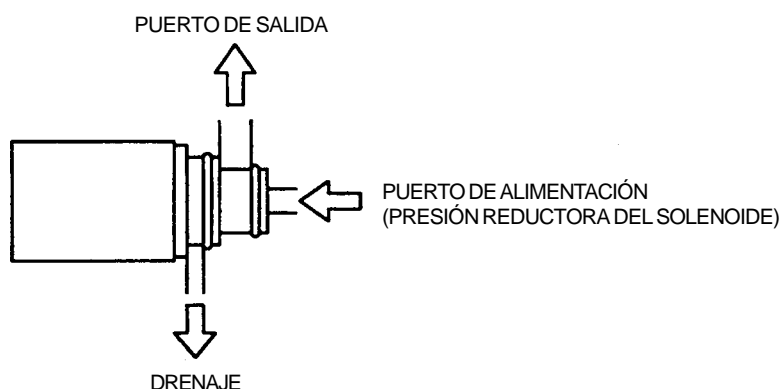
### Función

- La válvula de solenoides On/Off cambia el drenaje de alimentación al puerto de salida de acuerdo a los cambios de flujo de la corriente eléctrica.

### Estructura/operación

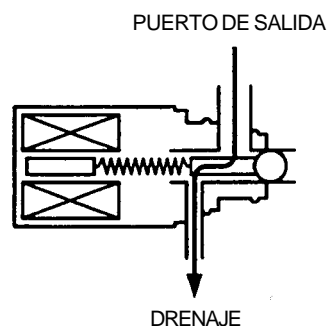
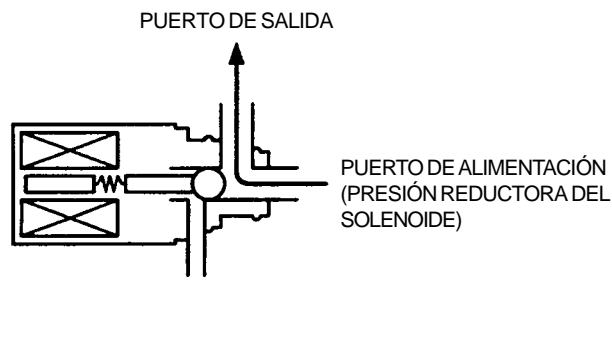
ON: Cuando se electrifica el solenoide, el puerto de salida y el puerto de alimentación (presión reductora del solenoide) se comunican en el solenoide y la presión de salida es equivalente a la presión reductora del solenoide.

OFF: Cuando el solenoide se deselectrifica, el puerto de salida y el puerto de drenaje se comunican en el solenoide y se drena la presión de salida.



ELECTRIFICADO

DESELECTRIFICADO



### Solenoides de Control e Presión (en Serie)

- Se utiliza el solenoide de control de presión, con alta estabilidad para el control de presión del conducto.
- Debido a que el solenoide de control de presión controla la presión hidráulica de acuerdo al valor de la corriente eléctrica, se aumenta el rango de libertad de control. Se mantiene el control aún que haya aireación y se puede reducir la variación de la presión.

### Operación

- Al cambiar los valores de la corriente eléctrica (0A-1A) dentro del solenoide, el solenoide de control de presión ajusta la válvula de mantenimiento de presión, y así controla la presión del solenoide de control de presión a los niveles hidráulicos establecidos.

