

## TIPOS DE SISTEMAS DE INYECCION DE COMBUSTIBLE:

En los motores Diesel modernos se usan mucho sistemas de inyección de combustible. Algunos de los más utilizados son los siguientes:

- a) **INYECTOR UNITARIO.**- Usado por Detroit Diesel y fabricado por ellos para uso de sus motores. El sistema está formado por:
  - 1) **Una bomba de engranajes de baja presión,** la que mueve el combustible desde el tanque al filtro de combustible y al inyector operado por el eje de levas.
  - 2) **Inyector,** El que mide, sincroniza y proporciona presión al combustible. Es operado por medio de una varilla de empuje relacionada con el eje de levas, un dispositivo de balancines; se utiliza un inyector por cada cilindro.
  - 3) **Filtros,** en el sistema se utilizan diversos filtros, para proteger las partes altamente maquinadas contra la basura y el agua.
  - 4) **Gobernador,** Un gobernador separado va conectado al sistema que controla la posición del émbolo del inyector. Este gobernador puede ser hidráulico ó mecánico.
  
- b) **SISTEMA PRESION TIEMPO(PT).**- Este sistema es fabricado por Cummins Diesel y se usa exclusivamente en sus motores. Dicho sistema se denomina a veces como sistema inyector unitario, pero en realidad se asemeja a un sistema de curso común, ya que no todas las funciones se realizan dentro del inyector. Las partes más importantes de este sistema y su función, son las siguientes:
  - 1) **Bomba de engranajes,** Mueve el combustible por el sistema por el sistema, del tanque al inyector, también suministra combustible para el gobernador y otras partes móviles del alojamiento de la bomba principal
  - 2) **Estrangulador,** Un gobernador del tipo de contrapesos controla la presión máxima del combustible para evitar la sobrecarga del motor., controla la marcha en vacío y evita el exceso de velocidad alta al controlar el suministro de combustible. Va dentro del alojamiento de la bomba principal.
  - 3) **Estrangulador.-** El estrangulador es controlado por el conductor y, a su vez, controla el flujo de combustible y la presión del inyector. Se trata simplemente una varilla con un orificio, ajustada en el alojamiento de la bomba. Al girar la varilla, cambia la alineación del orificio con los conductos de combustible del interior del alojamiento, con lo que regula el flujo y la presión del combustible.
  - 4) **Inyector de combustible.-** El inyector es operado por el eje de levas del motor por medio de una varilla de empuje y un balancín. El combustible se suministra al inyector por unos conductos situados en la culata. Para entrar al inyector, el combustible debe pasar por un pequeño

orificio semejante al del chicler del carburador. El orificio, que se puede cambiar, puede escogerse para permitir el paso de una determinada cantidad de combustible, por lo que el inyector se puede usar en diferentes motores Cummins. El combustible fluye al inyector y llena la taza; a continuación, es forzado hacia abajo por el émbolo, bajo la acción del eje de levas, inyectando el combustible al motor. Se utiliza un inyector por cada cilindro.

**c) SISTEMA DE INYECCIÓN LINEAL.-**

Este sistema, se usa mucho en todo tipo y marca de motor. Sus componentes y funciones principales son:

- 1) Bomba de inyección.- Impulsada por el motor que mide, regula el tiempo, presuriza y controla el combustible que está siendo entregado al inyector. Cuenta con un solo elemento de bombeo por cada cilindro, fijado a un cuerpo y accionado por el eje de levas de la bomba.
- 2) Gobernador.- El gobernador, generalmente del tipo de contrapesos mecánicos, puede ir montado en el alojamiento de la bomba. El suministro de combustible para todas las velocidades del motor (gobernador de velocidad variable), o bien para controlar solo velocidades en vacío alta y baja (tipo de limitador de velocidades).
- 3) Inyector.- El inyector se encuentra cargado por medio de un resorte, y es una válvula operada hidráulicamente y se halla insertada en la cámara de combustión. Este inyector puede ser de varios tipos, pero todos ellos cumplen con la misma función básica, es decir, atomización del combustible inyectado.

- d) **SISTEMA DE INYECCIÓN ROTATIVA.-** Este sistema es relativamente reducido y compacto, diseñado para motores de baja y mediana potencia. Se utiliza en muchas marcas y modelos de motores. < sus principales componentes y funciones son los siguientes:
- 1) **Bomba de inyección.-** Esta bomba emplea por lo general uno ó dos émbolos de bombeo que suministran combustible a un distribuidor, que a su vez lo envía a los distintos cilindros en forma parecida a la del distribuidor de un motor a gasolina . La bomba controla la dosificación de combustible y la sincronización de la inyección.
  - 2) **Gobernador.-** El gobernador puede ser del tipo mecánico con contrapesos o hidráulico, según sea la aplicación del motor. Se hallan disponibles del tipo de limitación de velocidad y los de velocidad variable.

## REGULADORES DE VELOCIDAD

Todos los motores tienden a acelerarse solos, por su propio funcionamiento. El regulador, que actúa de acuerdo con el acelerador, tiene por misión evitar que el motor gire velocidades excesivas que podrían serle perjudiciales. El regulador es en realidad, un limitador de velocidad, que dentro de la velocidad marcada por el acelerador, limita las revoluciones para que no sean excesivas y para que no sean demasiado bajas.

### TIPOS DE REGULADORES:

Se usan cuatro tipos de reguladores para diesel:

**1.- Reguladores Mecánicos:** Controlan la entrega de combustible sólo por medios mecánicos. Todos operan con volantes centrífugos y resortes que actúan sobre el sistema de medición del combustible a través solamente de eslabonamientos mecánicos.

**2.- Reguladores Neumáticos :** Se usan en algunos motores de automóvil equipados con una válvula de control de aire. Esos reguladores trabajan empleando diferencias de presión entre la atmósfera y el vacío del motor.

**3.- Reguladores hidráulicos.-** Controlan la entrega de combustible a través de presión hidráulica. También operan ellos con contrapesos y resortes; sin embargo, dichos mecanismos actúan sobre una válvula de control que regula la presión hidráulica que puede actuar en un pistón de potencia. Este, a su vez, impulsa al sistema de medición de combustible para controlar la entrega. La presión hidráulica que puede actuar en un pistón de potencia. Este, a su vez, impulsa al sistema de medición de combustible para controlar la entrega. La presión hidráulica se produce en el sistema de lubricación o en una bomba de aceite del regulador.

**4) Regulador isócrono:** Usa aire comprimido del tanque del vehículo para actuar un pistón de potencia y controlar la entrega de combustible. El regulador isócrono tiene un detalle de diseño de cero defasamiento de velocidad, manteniendo el motor a velocidad constante sin importar los cambios de carga del motor dentro de su rango de potencia.

### REGULADORES MECÁNICOS:

El regulador de contrapesos consta de las siguientes partes:

Dos contrapesos: Montados en uno de los extremos del eje de levas de la bomba de inyección, sujetos a éste de una forma elástica por medio de unos resortes y unos espárragos.

Estos contrapesos, van unidos mediante palancas a un collarín que gira sobre un eje y que por su extremo va unido a la palanca de mando de la cremallera.

Cercano al eje de giro de la palanca de mando de la cremallera, y con una cierta excentricidad con respecto al eje de giro de la palanca de mando, está colocado en el eje de mando del acelerador.

La cremallera puede ser accionada, bien por el regulador, siguiendo un proceso mecánico automático, o bien por el acelerador a voluntad humana, puesto que ambos actúan sobre la misma palanca de mando.

### **FUNCIONAMIENTO:**

Al accionar el mando del acelerador, el eje (excéntrico) y a su vez solidario al eje de giro del mando de la cremallera, a que va unido el mando del acelerador, desplaza a la palanca de mando de la cremallera, la cual, al tener un extremo del collarín fijo por los contrapesos, se desplaza por su otro extremo actuando sobre la cremallera. Según que el desplazamiento sea a la derecha o a la izquierda, gira a los émbolos de la bomba acelerando o desacelerando el motor.

Una vez que el mando del acelerador se encuentra en la posición elegida por el conductor, el regulador actúa de la siguiente forma.

Si el motor sobrepasa las revoluciones correspondientes a esa posición del mando del acelerador, los contrapesos girarán más deprisa, y se separan de su eje comprimiendo a los resortes que llevan sobre ellos; las palancas tiran del collarín y la palanca de mando de la cremallera rotará sobre su eje de giro accionando la cremallera, disminuyendo la inyección y desacelerando el motor hasta que llegue a las revoluciones marcadas por el mando del acelerador (posición A).

Si el motor disminuye de revoluciones, los contrapesos girarán más despacio, e impulsados por sus resortes se acercarán a su eje; las palancas empujarán al collarín, y la palanca de mando de la cremallera rotará sobre su eje de giro actuando sobre la cremallera aumentando la inyección y acelerando el motor hasta que este alcance las revoluciones marcadas por el mando del acelerador (posición B).

De esta forma, el regulador, al alejarse o acercarse los contrapesos a su eje, mantiene el número de revoluciones del motor que precisamente se ha seleccionado con la posición elegida del mando del acelerador.

**TIPOS DE REGULADORES MECÁNICOS.-** Los reguladores mecánicos , es decir. Los reguladores que emplean sólo el principio de la fuerza centrífuga, se usa más extensamente en los motores grandes.

El regulador mecánico Bosch se monta en la bomba de inyección de combustible. La varilla de control de la bomba de combustible se conecta con el eslabón del gobernador por medio de una junta flexible. Y la conexión del pedal del acelerador se hace a través de la palanca de control. Los distintos tipos de reguladores mecánicos son:

- RQ, RQV, con los resortes del gobernador dentro de los contrapesos.
- RS, RSV, en donde la fuerza centrífuga se transmite, a través de palancas, al resorte del gobernador que está fuera de los dos contrapesos.

#### CONSTRUCCIÓN DE LOS CONTRAPESOS:

- a) El soporte de los contrapesos está empernado al eje de levas de la bomba de inyección por medio de una tuerca redonda y gira con el eje de levas como una unidad.
- b) Dos contrapesos están fijados al soporte de contrapesos por medio de eje palanca angular. Ellos se abren hacia fuera, pivotando alrededor del eje de palanca angular debido a la fuerza centrífuga.  
Los contrapesos son cerrados por los resortes de contrapeso cuando el motor marcha lentamente o se para.
- c) Los pernos articulados pasan a través de los agujeros de los contrapesos y el eje del contrapeso del contrapeso deslizante. Por lo tanto, el movimiento de los contrapesos alrededor del eje de palanca angular hacen que el eje del contrapeso deslizante se mueva dentro del buje guía.
- d) Los resortes de los contrapesos tienen la siguiente construcción.  
Un resorte mecánico empuja el manguito guía siempre hacia afuera para evitar que tuerca de ajuste se afloje. Los otros tres resortes (resorte de control, resorte interior de ralenti y resortes exteriores) crea una tensión que reacciona contra la fuerza centrífuga de los contrapesos y por lo tanto tienden a cerrarlos.  
Las tensiones de estos resortes se pueden ajustar si es necesario, haciendo girar las tuercas de ajuste o cambiando el espesor de las arandelas.

## ARTICULACIONES:

- a) El eje del contrapeso deslizante, que es movido por los contrapesos, esta unido por medio de un deslizador a la palanca flotante y a los contrapesos, esta unido por medio de un deslizador a la palanca flotante y las palancas de apoyo. Las palancas de apoyo se mueven alrededor del eje de apoyo, que esta fijo a la envoltura del regulador.
- b) Cuando el eje de contrapeso deslizante se mueve hacia la bomba, abre al abrirse los contrapesos, la palanca de apoyo gira en el sentido anti- horario alrededor del eje de apoyo. Esto hace que la palanca flotante se mueve hacia arriba diagonalmente hacia la izquierda como se muestra en la fig.
- c) El brazo flotante y la palanca de control están conectados en la parte superior de la palanca flotante y ambas se mueven concertadamente con ella. La palanca de control está conectada con la cremallera de control por medio de grillete y el brazo, y cambia la posición de la cremallera de control dependiendo de los movimientos de la palanca flotante.
- d) La palanca de Palanca que está montado al lado de la cubierta del regulador , está unida ala eje de la palanca de regulación. La palanca de regulación está conectada al pedal del acelerador y es movida por él. La palanca de dirección también está unida al eje de la palanca de regulación y el extremo de la palanca de dirección está conectado al eje guía. Un extremo del eje guía está conectado con el bloque deslizante, que se desliza hacia arriba y abajo dentro de la palanca flotante ( el cual se ha construido en forma de tubo). Por lo tanto, cuando se mueve la palanca de regulación, la palanca de dirección también se mueve, y el bloque deslizante se desliza dentro de la palanca flotante.
- e) La placa excéntrica está unida a la cubierta del regulador de manera que se puede mover alrededor del punto (D) y es tirada por el resorte de retorno hacia el tope. Hay una ranura en la palanca excéntrica en la cual se fija el eje guía que se desliza a lo largo de la ranura.
- f) La envoltura del tope de plena carga está montada en la parte superior de la envoltura del regulador, contiene la excéntrica de pare, la placa deslizante, los tornillos adaptadores y el tope de plena carga . La posición de la cremallera de control para el máximo volumen de inyección de combustible, se determina por la posición de la excéntrica de pare( ajustada vertical y horizontalmente) que está en contacto con el brazo flotante.
- g) La palanca de pare del motor está montada al lado de la envoltura del regulador. Cuando se mueve la cremallera de control ( por medio del brazo de pare) en la dirección en que termina la inyección del combustible, el motor se para.



**FUNCIONAMIENTO:**

- a) Cuando la velocidad del motor(velocidad del eje de levas) aumenta, los contrapesos se mueven hacia fuera por la fuerza centrífuga y tiran del eje del contrapeso deslizante hacia la izquierda. La palanca flotante está conectada al eje del contrapeso deslizante en el punto (B) y gira en sentido horario sobre el punto (C) moviendo la cremallera de control hacia la derecha. Esto reduce la cantidad de combustible inyectado a los cilindros del motor. Cuando disminuye la velocidad del motor, la cremallera de control se mueve en la dirección contraria, aumentando la cantidad de inyección de combustible
- b) La palanca flotante gira alrededor del centro del bloque deslizante(punto (C) ), como respuesta a los cambios de la velocidad del motor( moviendo los contrapesos) y así se regula la cantidad de combustible inyectado a los cilindros. Este bloque deslizante, sin embargo, se mueve hacia arriba o hacia abajo dentro de la palanca de regulación que está unida al pedal del acelerador, causando una relación variable de palanca . Se ha diseñado este mecanismo para dar una relación reducida de palanca durante la marcha en ralentí del motor, y una relación mayor de palanca en la máxima velocidad del motor.
- c) La relación de palanca a: b es aproximadamente 1: 1,1 cuando el motor esta marchando al ralentí y aproximadamente de 1: 5,4 cuando está marchando a máxima velocidad.
- d) La razón de este diseño es que una velocidad de ralentí estable no se puede obtener si la fuerza centrífuga generada por los contrapesos no se transmite debidamente a la cremallera de control. Cuando el motor marcha a ralentí la fuerza centrífuga es demasiado pequeña para operar la cremallera de control , y así se hace lo más pequeña posible la relación de palanca durante la marcha al ralentí para proporcionar más fuerza para la operación de la cremallera de control.
- e) Durante las altas velocidades del motor, por otro lado los contrapesos generan una fuerza centrífuga relativamente fuerte, de manera que al aumentar la relación de palanca al mayor valor posible aumenta la cantidad de movimiento de la cremallera de control impulsado por esta fuerza centrífuga. Esto significa, que la respuesta de la cremallera de control se ha mejorado.



## REGULADOR NEUMÁTICO:

El regulador mecánico consta de los siguientes componentes:

- a) La cámara de aire atmosférico y la cámara de vacío están mutuamente separados por un diafragma, la cámara de aire atmosférico está conectado con la entrada de aire atmosférico en el venturí, y la cámara de vacío al venturi auxiliar por medio de mangueras de conexión .
- b) El diafragma está hecho de cuero, está montado en la cremallera de control por medio de un perno de conexión. Como resultado, el diafragma y la cremallera de control se mueven como una unidad.
- c) El resorte principal en la cámara de vacío está constantemente empujando a la cremallera de control hacia la izquierda e intenta aumentar el volumen de la inyección . Durante la operación normal ( es decir, excepto durante la operación de ralenti o alta velocidad) la cantidad de inyección se controla por medio del movimiento del resorte principal. La tensión del resorte principal se puede regular cambiando el espesor de la cuña.
- d) La cápsula del resorte de ralenti junto con el resorte principal, controla la cremallera de control cuando aumenta el vacío, esto e, durante el ralenti cuando el esta marchando a máxima velocidad sin carga.
- e) La cápsula de pare de plena carga regula el máximo volumen de inyección cuando el máximo volumen de inyección cuando el vacío es pequeño, esto es pequeño, esto es, cuando hay carga pesada o en el arranque del motor.
- f) Hay un resorte dentro de la cápsula pare. Durante la operación normal del motor, este está contraído, y así actúa como un tope para regular el volumen máximo de inyección. Cuando el motor inicia el arranque, el resorte se contrae por medio del magneto de sobre-inyección( o el mecanismo de control eléctrico de inyección diesel EDIC) y el volumen de inyección es aumentado.

## REGULADORES HIDRÁULICOS.

Los reguladores hidráulicos basan su funcionamiento en los cambios de la presión del combustible enviado por una bomba de desplazamiento constante, incorporada en la carcasa del regulador y accionada mediante el árbol de levas de la bomba de inyección. Cuando la velocidad de la bomba aumenta, también aumenta proporcionalmente el caudal enviado por la bomba, lo que conlleva a un aumento de presión. Los reguladores hidráulicos utilizan estas variaciones de presión para ejercer el control de la velocidad de rotación del motor.

El diagrama muestra que el combustible bajo presión, procedente de la bomba de engranajes, entra en la cámara amplificadora, pasa a través de un orificio en el pistón amplificador, hacia la parte delantera del pistón del servo. Este último está conectado a la cremallera de control de la bomba de inyección, mediante articulaciones y la presión actuante sobre la parte delantera del pistón, hace que se desplace hacia la derecha, moviendo la cremallera de control hacia la posición de caudal máximo.

Cuando el combustible de la cámara amplificadora, pasa a través del orificio del pistón amplificador