HOLOGOGORAL

El propósito fondamental de este estudio es mostrar de la manera más sencilla posible el desarrollo anelítico de un gobernador ISOCROMO: étable en terminología de control, derivar la fención de transferencia del sistema anulizado.

De antemano epiaramos que para la comprensión de este trabajo solamente son necesarios conscinientes elementales de teoría de control, a saber, noción de transformada de Laplaco, ilmentización de ecuaciones, criterios de estabilidad, posición de refoes, respuesta de frecuencia, etc.

Hablemos short un poco sobre goberondores. El sencillo gobernador mecánico de latt de mamas giretorias en todavia el corazón de muchos elstemas de contrel de velocidad. Su construcción relativamente sencilla, su viabilidad y su bago costo lo
han mantenido; pesa a los grandes y stropeliantes adelantes de
nuestra época autual, en un puesto muy privilegiado de popularidad destro de los medáco-nãs efectivos de dontrol de velocidad.

Todos los gobernadores osen dentro de dos grandes elssiticaciones, los ISOCRONOS y los NO-ISOCRONOS. Los primeros tienan
como característica principal el que mantieren la máquina prima
a velocidad constante (en satado ostable) independiantemente de
los cambios de carga; explicando mejor, at se genera un cambio
en la carga de la mageina caya velocidad as quiera consrelar,
se producirá on mansitorio caya características, desde el punto de vista de acateria caya estas determinados en pin-

de la función de transferencia del sistema analizado, esto es, exclusivamente por la función característica. Durante este transitorio si habrá variaciones en la velocidad, sin embargo, una vez que el mismo ha muerto, la velocidad de la máquina será la misma que la que existía anterior al cambio de carga.

Para los gobernadores NO-ISOCRONOS la situación es diferente, o sea, un aumento de carga acarrea una disminución en la velocidad, o a la inversa.

Aunque dentro de estas dos grandes clasificaciones de gobernadores podemos diferenciar un sinúmero de arreglos mecánicos o
eléctricos, es imposible pretender un análisis general de todos
ellos; razón por la cual limitamos este estudio al gobernador
Isócrono mostrado esquemáticamente en la Figura 1.

## CAPITULO I

1 .- DERIVACION ANALITICA DEL DIAGRAMA DE BLOCK DEL SISTEMA.

Como se verá más adelante el sistema analizado es un sistema de control tipo integral, o sea que en el denominador de la función de transferencia se tiene una "s" con exponente 1, razón misma por lo que resulta insensible a cambios de carga en estado estable y que es precisamente lo que le da el carácter de I-sócrono.

## 1.1 -- NOTA ACLARATORIA

Con objeto de evitar repeticiones inútiles durante el análisis de nuestro sistema conviene aclarar que para todas las linearizaciones en las funciones utilizadas se echó mano del método de la función de transferencia del cistema analizado, esto es, exclusivamente por la fonción característica. Impante este transitorio ai habrá variaciones en la velocidad, ein embargo, una vez que el miamo ha muerto, la velocidad de la máquina será la niema que la que existía anterior al cambio de cargo.

Para los gobernadores MU-ISOCROMOS la situación es diferente, o sea, un anmento de carga acerren una disminución en la velocidad, o a la inversa.

Aunque dentro de estas dos grandes clasificaciones de gobernadores podemos diferenciar un sinúmero de erregios mecánicos o
eléctricos, es imposible pretender un enalista general de todos
ellos; ratón por la cual limitemon este estudio el gobernador
la octono mostrado esquemáticamente en la Figura li

## T ATTENTALA

DESIVACION AMALITICA DEL DIAGRAMA DE BLOCK DEL SISTEMA.

Como se verá más adolante el sistema analizado es un sistema de control tipo integral, o sea que en el denominador de la función de transferencia se tiene una "a" con exponente i, raxón miema por le que resulta insensible a cambios de carga en estado do estable y que es precisamente lo que le da el carácter de I-acordo.

1.1. NOTA ACLARACORIA

Con objeto de svitar repeticiones inútiles durante el aná-

de las tangentes; además, dado que, como mencionábamos en la introducción, todo sistema está caracterizado de pleno por su función característica (denominador de la función de transferencia)
y en virtud de que esta función no depende de las condiciones iniciales del mismo sistema, cada vez que venga al caso, estas condiciones iniciales se supondrán iguales a cero; además las funciones transformadas al dominio de Laplace se indican testadas.

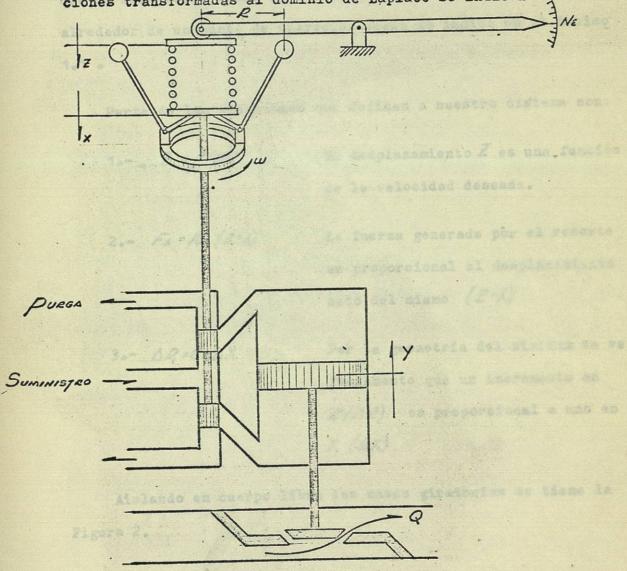


FIGURA 1
SISTEMA ANALIZADO

de las tangentes; además, dado que, como mencionabamos en la imtroducción, todo mistema está caracterizado de pleno por su función caracteristica (denominador de la función de transferencia)
y en virtui 6: que esta función no depende de las condiciones int
ciales del mismo mistema, cada vez que venga al caso, estas condiciones iniciales se supondran iguales a cero: además las funciones transformadas al dominio de Laplace se indican testadas.

FIGURA 1 BISTIMA ANALIZADO

## 1.2.- ANALISIS

Para la derivación del diagrama de block del sistema, que es al fín de cuentas lo que realmente debe interesarnos desde el punto de vista de controles ya que esto es lo que nos definirá al sistema tanto en su estado transitorio como en su estado estable, se emplearon ecuaciones elementales de dinámica que aunque no sean todas ellas lineales, se procedió a su linearización alrededor de un punto de operación según se indicó en el inciso 1.1.

Parte de las ecuaciones que definen a nuestro sistema son:

1.- Z = f(Ne) El desplazamiento Z es una función de la velocidad deseada.

2.-  $F_S = K_S(Z-X)$  La fuerza generada por el resorte es proporcional al desplazamiento neto del mismo (Z-X)

3.-  $\Delta R = C_R \Delta X$  Por la geometría del sistema se ve fácilmente que un incremento en  $\mathcal{L}(\Delta R)$  es proporcional a uno en  $\mathcal{X}(\Delta X)$ 

Aislando en cuerpo libre las masas giratorias se tiene la Figura 2.

1.2. - ANALISIS

Para la derivación del diagrama de block del sistema, que es al fin de quentas lo que realmente debe interesarnos desde el punto de v'air de controles ya que esto es lo que nos definirá al sistema tagis en au estado transitorio como en su estado esmitable, se emplearon ecuaciones elementales de dinámica que sunque no sean todas ellas lineales, se precedió a su linearización alrededor de un punto de operación según se indicó en el inciso de ".".

Parte de las scuaciones que definen a nuestro sintema son:

El desplazamiento Z es una función

100 . E = f (Ho)

de la velocidad deseada.

2. = F3 = K3 (2-X)

es proporcional al desplazamiento

neto del mismo /Z-X

30- AR-CRAX

ne oldemersat an esp elacatioù:

C(AR) es proporoional a uno en

X LAX,

Aiglando en cuerpo libre les masas giratories se tiene la

Figure 2.

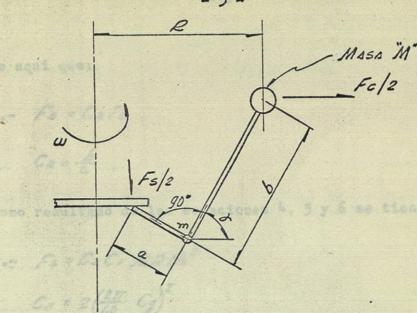


FIGURA 2

DIAGRAMA DE FUERZAS DE UNA MASA GIRATORIA.

De aqui se tiene que:

La fuerza centrífuga en virtud del movimiento angular será

Asumiendo, como usualmente acontece, que el gobernador está engranado a la flecha de salida.

\_\_\_\_ Cg = Relación de engranes

Ns = Velocidad de la flecha de salida en revoluciones por minuto

Efectuando momentos sobre el pivote "m".

FC b SEN & = ES a SEN &

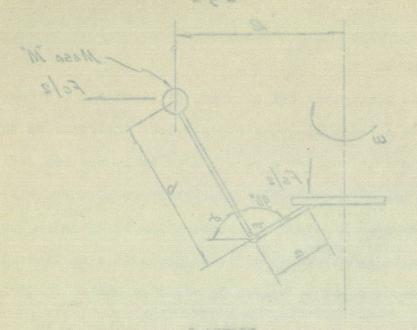


DIAGRAMA DE FUERZAS DE UNA MASA GIRATORIA.

De aqui se tiene que:

La fuerza centrifuga en virtud del mevimiento angular será

ho- Fe & BINRUE

Asumiendo, como usualmente acontece, que el gobernador está engranado a la flecha de salida.

5 .- W = C, 25 M

.... Cy s Relación de engranes

No = Velocidad de la fleche de salida en revolucio-

nes por minuto

Efectuando momentes sobre el pivote unu.

Esten or = Es a send

De aqui que:

$$Ce = \frac{b}{a}$$

Como resultado de las ecuaciones 4, 5 y 6 se tiene:

7. = 
$$Fs = C_2 C_F MRNs^2$$

$$C_F = 2\left(\frac{2\pi}{60} C_g\right)^2$$

Transformando y linearizando alrededor de un punto de operación cualquiera las ecuaciones 1, 2, 3 y 7

$$C_2 = \frac{\partial Z}{\partial N_E} / op$$

7.2. 
$$\Delta F_s = C_3 \Delta R + C_4 \Delta N_s$$

$$C_3 = \frac{\partial F_s}{\partial R} \Big|_{Op} = C_F C_2 M N_o^2$$

$$C_4 = \frac{\partial F_s}{\partial N_s} \Big|_{Op} = 2 C_F C_2 M P_o N_o$$

Manipulando ecuaciones 2.a, 3.a,y 7.a

8.a. 
$$\Delta X = \frac{K_S \Delta \overline{Z} - C_A \Delta N_S}{K_S - C_R C_3}$$