REVISTA IEM
INGENIERÍA EN ELECTROMECÁNICA

SEP SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA · ZACATECAS · ITSZN

Año 3, Núm 6

XXII Concurso Nacional de Creatividad

Análisis de una Estructura de Control PID

ILUSIÓN LUNAR EN EL SOLSTICIO

ITSZN

Directorio

Lic. Guillermo González López
Director General del ITSZN

Ing. Arturo Zúñiga Leyva
Director Académico.

M.C. Ma. del Refugio Molina Wong
Jefe de División de Ing. En Electromecánica

Ing. Francisco Javier Carrillo García
Director Técnico y Editor

Consejo Editorial
Ing. Francisco Javier Carrillo García
Ing. Julio Zenón García Cortes
Ing. Agapito Rodríguez Nava

Víctor Alfonso Guzmán Cervantes
Coordinación de Diseño Grafico y Edición

Colaboradores en esta Edición
Ing. Francisco Javier Carrillo García
Ing. Julio Zenón García Cortes
Tony Phillips | Ciencia @ Nasa

Editorial

La humanidad ha inventado objetos y métodos para realizar tareas de maneras nuevas, diversas y distintas, con el objetivo de cumplir los deseos de una forma más rápida, más eficiente, más fácil o más barata. A esto se le denominada inventiva, pensamiento original, imaginación constructiva, pensamiento divergente, o bien pensamiento creativo, y es la generación de nuevas ideas o conceptos, o de nuevas asociaciones entre ideas y conceptos conocidos, que habitualmente producen soluciones originales.

El Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica a través de la Dirección General de del Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte, fomenta la participación de alumnos y profesores en el desarrollo y realización de proyectos de investigación en ciencia y tecnología, en las áreas de participación; donde se de solución a problemas actuales que impacten a la sociedad, buscando su transferencia creativa, innovadora hacia los diferentes sectores productivos, con el fin de apoyar el desarrollo sustentable del país.

Sumario

Revista IEM es una publicación de la División de Ingeniería en Electromecánica del Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte.
ITSZN – División Ingeniería en Electromecánica | Km. 3 Carr. A González Ortega. C.P. 98400, Apartado Postal No. 178. Tels: (498) 982-2390, 982-0466, 982-0236. Fax: (498) 982-0236. http://www.itszn.edu.mx.

XXII Concurso Nacional de Creatividad

Por: Ing. Francisco Javier Carrillo García[1]

El instituto tecnológico de Chihuahua, institución pionera de la educación superior en el país, fue la sede del XXII Concurso Nacional de creatividad, de tal manera el concurso, contará con la participación de 805 alumnos y asesores, de 76 tecnológicos del país, quienes expondrán 161 proyectos, en esta ciudad, luego de una selección de las etapas locales y regionales, de entre 218 institutos que componen el sistema.

El certamen se llevó a cabo del 10 al 13 de marzo, próximos, y en el se demostrará la creatividad de los alumnos de los tecnológicos, cuyos anteriores trabajos han sido seleccionados por varias empresas nacionales e internacionales, debido a la creatividad e investigación de los alumnos creadores.

La importancia de este evento académico es lograr atraer la atención de maestros, estudiantes, académicos, directivos e incluso empresarios regionales y nacionales, dado que los proyectos tienen un alto nivel de diseño y configuración, que inmediatamente pueden ser puestos en práctica en el contexto del desarrollo industrial y empresarial. Por lo que el éxito de tan importante suceso académico y de investigación esta asegurado.

El Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte, contó con la participación de tres proyectos que son: RIEGO EFICIENTE, ITECHCOLLI.

[1] Docentes de la División de Ingeniería en Electromecánica

Análisis de una estructura de Control PID.

Ing. Julio Zenón García Cortes [2]

Para mantener una salida constante, el controlador mide la señal de salida (usualmente proveniente de un sensor y la compara contra una señal de referencia, luego se le aplican modelos matemáticos a la diferencia de las dos (denominados errores).

En un controlador PID, el error es tratado en tres diferentes maneras simultáneamente.

Proporcional

El *error* es multiplicado por una constante proporcional **P** (banda proporcional del controlador), y enviada a la salida (del controlador) <>se denomina variable manipulada<>. **P** representa la banda ó % de la escala de medición donde operará la válvula en su totalidad. La salida del controlador es proporcional a la ganancia o sea el inverso del % de Banda Proporcional y el *error* o desviación del sistema.

El modo de control proporcional, está basado en un algoritmo lineal y proporcional, que tiene como objetivo reducir la magnitud del error (diferencia entre el punto de ajuste y la medición), así dará estabilidad al proceso. El modo de control proporcional no considera el tiempo y solo se ve afectado por el tiempo muerto y el tiempo de reacción del retardo del proceso.

El modo proporcional trabaja para dar estabilidad al proceso, tiene como desventaja que produce un error en estado estacionario; siendo más estricto, el modo proporcional depende de:

El valor del error (diferencia entre el S.P. y la Medición)

El % de Banda Proporcional (inverso de la ganancia proporcional)

Posición inicial de la válvula (vías)

INTEGRAL

---

[2] Docentes de la División de Ingeniería en Electromecánica

El modo de control Integral tiene como propósito disminuir y eliminar el error en estado estacionario, provocado por el modo proporcional.

El *error* es integrado, lo cual tiene la función de promediarlo o sumarlo por un periodo de tiempo determinado; Luego es multiplicado por una constante **I**. **I** representa la constante de integración. Posteriormente, la respuesta integral es adicionada al modo Proporcional para formar el control P + I con el propósito de obtener una respuesta estable del sistema sin error estacionario.

El modo integral presenta un desfasamiento en la respuesta de 90º que sumados a los 180º de la retroalimentación (negativa) acercan al proceso a tener un retraso de 270º, luego entonces solo será necesario que el tiempo muerto contribuya con 90º de retardo para provocar la oscilación del proceso. <<< La ganancia total del lazo de control debe ser menor a 1, y así inducir una atenuación en la salida del controlador para conducir el proceso a estabilidad del mismo >>>

DERIVATIVO

La acción derivativa se manifiesta cuando hay un cambio en el valor absoluto del error; (si el error es constante, solamente actúan los modos proporcional e integral).

El *error* es la desviación existente entre el punto de medida y el punto de ajuste "SP".
La función de la acción derivativa es mantener el error al mínimo corrigiéndolo proporcionalmente con la velocidad misma que se produce; de esta manera evita que el error se incremente.

Se deriva con respecto al tiempo y se multiplica por una constante **D** y luego se suma a las señales anteriores (P+I). Gobernar la respuesta de control a los cambios en el sistema ya que una mayor derivativa corresponde a un cambio más rápido y el controlador puede responder acordemente.

SIGNIFICADO DE LA CONSTANTE

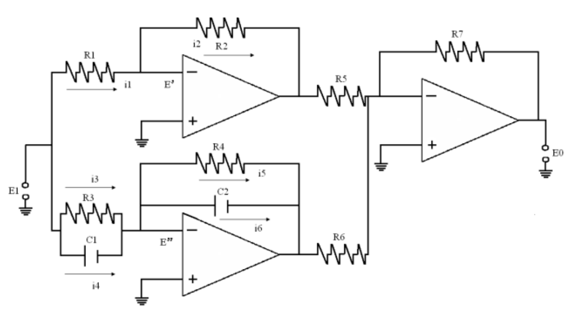
P: constante de proporcionalidad: se puede ajustar como el valor de la ganancia del controlador o el % de Banda Proporcional.

I: constante de integración: indica la velocidad con la que se repite la acción proporcional.

D: constante de derivación: hace presente la respuesta de la acción proporcional (duplicándola), sin esperar (a que el error se duplique). El valor indicado por la constante de derivación es el lapso de tiempo durante el cual se manifestará la acción proporcional correspondiente a 2 veces el error y después desaparecerá.
Tanto la acción Integral como la acción Derivativa, afectan a la ganancia dinámica del proceso.

IMPLEMENTACION ANALOGICA

Dentro de los controladores PID, es posible obtener su diseño utilizando diferentes tipos de estructuras; por ejemplo, utilizando Amplificadores Operacionales (AO), pueden conseguirse varias estructuras para utilizarse en diferentes tipos de aplicación. Configurado con AO surgen diferentes modelos los cuales pueden ser combinados para obtener ciertas características dentro del diseño del PID. En la figura 1 se muestra una variación de la estructura PID paralelo-serie.

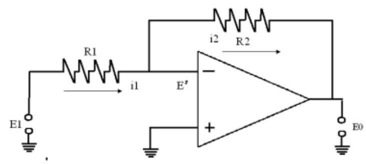


<- Fig. 1.

A continuación se expone el tratamiento matemático que usualmente se realiza sobre la estructura propuesta para incluir os resultados en el diagrama de bloques del sistema de control completo.

1. OBTENCION DE LA ECUACION DIFERENCIAL

Analizaremos parte por partes la estructura PID para simplificar los cálculos y la compresión de la misma. Comenzaremos por la parte proporcional



Comenzaremos por la obtención de las corrientes de la definición de la ley de ohm

$$i1 = \frac{e1 - e'}{r1} \qquad i2 = \frac{e' - e2}{r2} \qquad \text{como } e' = 0$$

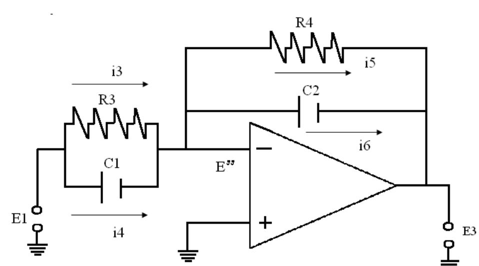
$$i1 = \frac{e1}{r1} \qquad i2 = \frac{-e2}{r2}$$

$$i1 = i2 \qquad \frac{e1}{r1} = \frac{-e2}{r2}$$

para poder obtener su funcion de transferencia sera la salida entre la entrada

$$\frac{-e2}{e1} = \frac{r2}{r1} \Longrightarrow \text{parte proporcional del AO PID}$$

Continuando con nuestro trabajo ahora le toca el turno ala parte proporcional y derivativa del AO que aparece en la figura:



$$i3 = \frac{e1 - e''}{r3} \qquad i4 = c1\,\frac{d(e1 - e'')}{dt} \qquad i5 = \frac{e'' - e3}{r4} \qquad i6 = c2\,\frac{d(e'' - e3)}{dt}$$

como $e'' = 0$

$$i3 = \frac{e1}{r3} \qquad i4 = c1\,\frac{de1}{dt} \qquad i5 = \frac{-e3}{r4} \qquad i6 = -c2\,\frac{de3}{dt}$$

como $i3 + i4 = i5 + i6$

$$\frac{e1}{r3} + c1\,\frac{de1}{dt} = \frac{-e3}{r4} - c2\,\frac{de3}{dt}$$

para poder obtener su funcion de transferencia aplicamos la transformada de laplace

$$\frac{e1}{r3} + c1s\ e1s = \frac{-e3}{r4} - c2s\ e3s$$

factorisando e1s y e3s

$$e1(s)\left[\frac{1}{r3} + c1(s)\right] = e3(s)\left[\frac{-1}{r4} - c2(s)\right]$$

para poder obtener su funcion de transferencia sera la salida entre la entrada $\frac{e3(s)}{e1(s)}$

$$\frac{e3(s)}{e1(s)} = \frac{\frac{-c1}{c2}\left(s + \frac{1}{r3\,c1}\right)}{s + \frac{1}{r4\,c2}} \Longrightarrow \text{parte integral y derivativa}$$

El voltaje de salida pues para el AO PID será el siguiente:

e0(s) = [e2(s) + e3 (s)]   por lo tanto

$$-\frac{e2(s)}{e1(s)} = \frac{r2}{r1} \qquad \frac{e3(s)}{e1(s)} = \frac{\frac{-c1}{c2}\left(s + \frac{1}{r3\,c1}\right)}{s + \frac{1}{r4\,c2}}$$

factorizando e1 (s)

$$e0\ (s) = -\,e1(s)\,[-\,e2(s) + e3(s)]$$

como e1(s) esta multiplicando pasara dividiendo

$$\frac{e0\ (s)}{e1(s)} = e2(s) + e3(s)$$

funcion de transferencia sera entonces la suiguiente exprecion

$$\boxed{G(s) = \frac{e0\ (s)}{e1(s)} = \frac{r2}{r1} + \frac{\frac{-c1}{c2}\left(s + \frac{1}{r3\,c1}\right)}{s + \frac{1}{r4\,c2}}}$$

aplicando la transformada inversa de la place por medio del programa matlab obtenemos

```
r2/r1*Dirac (t)-r4/r3*(r3*c1/r4/c2*Dirac (t)+exp(-t/r4/c2)/r4/c2-1/r4^2/c2^2*exp( t/r4/c2)*r3*c1)
```

```
                 /                          t              t          \
                 |                 exp(- -----)   exp(- -----) r3 c1|
                 |r3 c1 Dirac(t)        r4 c2          r4 c2        |
              r4 |-------------- + ------------ - ------------------|
                 |     r4 c2          r4 c2               2    2    |
r2 Dirac(t)      \                                      r4   c2     /
----------- - -----------------------------------------------------
    r1                                r3
```

2. OBTENCION DE LA ECUACION DE ESTADO

Partiremos pus de la función de transferencia la cual será:

$$G(s) = \frac{e0\ (s)}{e1(s)} = \frac{r2}{r1} + \frac{\frac{-c1}{c2}\left(s + \frac{1}{r3\,c1}\right)}{s + \frac{1}{r4\,c2}}$$

Se le aplicara un impulso unitario por lo tanto lo debemos multiplicar 1/s

$$G(s) = \frac{e0\ (s)}{e1(s)} = \left[\frac{r2}{r1} + \frac{\frac{-c1}{c2}\left(s + \frac{1}{r3\,c1}\right)}{s + \frac{1}{r4\,c2}}\right]\left(\frac{1}{s}\right)$$

Entonces tenemos:

```
                /      1  \
           c1 |s + -----|
  r2          \    r3 c1/
  ---- - --------------
  r1          /      1  \
           c2 |s + -----|
              \    r4 c2/
  ---------------------
              s
```

como c2 esta dividiendo bien se puede pasar para abajo de la exprecion sin afectarnosla de la famosa ley de la torta

$$\frac{e0\ (s)}{e1(s)} = \left[\frac{r2}{r1} + \frac{c1\left(s+\frac{1}{r3\,c1}\right)}{c2\ s+\frac{1}{r4\,c2}}\right]\left(\frac{1}{s}\right)$$

entonces multiplicando por 1/s obtenemos la siguiente exprecion

$$\frac{r2}{r1s} - \left[\frac{c1\left(\frac{1}{r3\,c1}\right)}{c2\ s^\wedge 2+\frac{1}{r4\,c2}}\right]$$

Ahora bien multiplicando c1 y c2 con sus respectivos términos para simplificar la expresión de obtiene

$$\frac{e0\ (s)}{e1(s)} = \frac{r2}{r1s} - \left[\frac{\cancel{c1}\left(\frac{1}{r3\,\cancel{c1}}\right)}{\cancel{c2}\left(s^\wedge 2+\frac{1}{r4\,\cancel{c2}}\right)}\right] \Longrightarrow \left[\frac{r2}{r1s} + \frac{\frac{1}{r3}}{c2\ s^\wedge 2+\frac{1}{r4}}\right]$$

Para simplificar aun mas los términos de la ecuación pasaremos lo de abajo para arriba con su reciproco

$$\frac{r1s^{-1}}{r2} + \frac{c2\ s^{-2}+\frac{1}{r4}}{\frac{1}{r3}}$$

Ahora aplicaremos la ley de la torta en el segundo término de la expresión

$$\frac{-r1s^{-1}}{r2} + \frac{c2\,s^{-2} + \frac{1}{r4}}{\frac{1}{r3}} = \frac{-r1s^{-1}}{r2} + \frac{c2\,s^{-2}}{\frac{1}{r3}} + \frac{\frac{1}{r4}}{\frac{1}{r3}}$$

$$\frac{-r1s^{-1}}{r2} + \frac{c2\,s^{-2}}{\frac{1}{r3}} + \frac{r4}{r3}$$

Reacomodando los términos de mayor a menor

$$\frac{e0\,(s)}{e1(s)} = s^{-2}\,\frac{c2}{\frac{1}{r3}} - s^{-1}\,\frac{r1}{r2} + \frac{r4}{r3}$$

$$\frac{e0\,(s)}{e1(s)} = s^{-2}\left[\frac{\frac{c2}{1}}{\frac{1}{r3}}\right] - s^{-1}\,\frac{r1}{r2} + \frac{r4}{r3}$$

$$\frac{e0\,(s)}{e1(s)} = s^{-2}\,\frac{1}{c2\,r3} - s^{-1}\,\frac{r1}{r2} + \frac{r4}{r3}$$

Se tomara como e0(s)/e1(s) como la entrada por lo tanto será igual a u y se tomara como $s^{-2} = \ddot{y}$ y $s^{-1} = \dot{y}$ por lo tanto y será la salida del sistema por lo que:

$$x1 = y \qquad x1 = y \qquad x2 = \dot{y}$$

$$x2 = \dot{y} \qquad \dot{x}1 = \dot{y} = x2 \qquad \dot{x}2 = \ddot{y} = x3$$

$$x3 = \ddot{y}$$

Despejando de la ecuación $\ddot{y}$

$$u = \frac{1}{c2\,r3}\,\ddot{y} - \frac{r1}{r2}\,\dot{y} + \frac{r4}{r3}\,y$$

por lo que $\ddot{y}$ sera igual a

$$\ddot{y} = \frac{u}{c2\,r3} + \frac{r1}{r2}\,\dot{y} - \frac{r4}{r3}\,y$$

sustituyendo las y por las x tenemos

$$\dot{x}2 = \ddot{y} = \frac{u}{c2\,r3} + \frac{r1}{r2}x2 - \frac{r4}{r3}x1$$

reacomodando

$$\dot{x}2 = -\frac{r4}{r3}x1 + \frac{r1}{r2}x2 + \frac{u}{c2\,r3}$$

Como la ecuación de estado se representa por la formula $\dot{x} = Ax + Bu$

$$\dot{x}1 = 0x1 + 1x2 + 0u$$

$$\dot{x}2 = -\frac{r4}{r3}x1 + \frac{r1}{r2}x2 + \frac{u}{c2\,r3}$$

Entonces la ecuación de estado queda de la siguiente manera

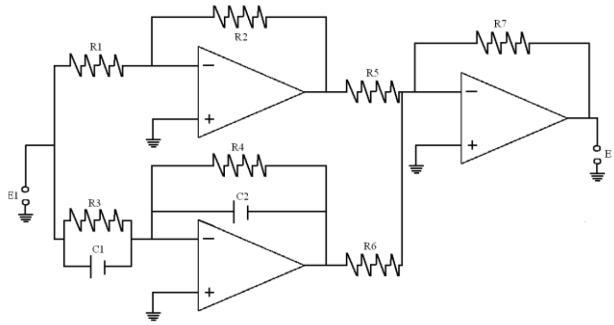
$$\begin{bmatrix} \dot{x}1 \\ \dot{x}2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{r4}{r3} & \frac{r1}{r2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x1 \\ x2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{c2\,r3} \end{bmatrix} u$$

y para la ecuación de salida y = cx (t) + dy (t)

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x1 \\ x2 \end{bmatrix} + 0$$

3. EVALUACIÓN DEL CRITERIO INTEGRAL DE ERROR CUADRÁTICO

Continuando con la labor analítica en torno a la estructura PID (mostrada en la figura 1), corresponde en esta ocasión evaluar un criterio de optimización del sistema, a tal efecto, aplicaremos el *criterio integral de error cuadrático* (CIEC).



De a cuerdo con la definición de CIEC, la calidad del comportamiento del sistema PID con amplificadores operacionales, se evaluará por medio de la siguiente integral:

$$\int_0^{\infty} e^2(t)dt$$

Donde e (t) es una función del tiempo, lógicamente deducida del sistema. Para obtenerla (la función del tiempo) partiremos de la función de transferencia del sistema, la cual es:

$$G(s) = \frac{e0\ (s)}{e1(s)} = \frac{r2}{r1} + \frac{\frac{-c1}{c2}\left(s + \frac{1}{r3\,c1}\right)}{s + \frac{1}{r4\,c2}}$$

Esta función se encuentra efectivamente en función del plano complejo *s*, para obtener la función del tiempo necesaria para aplicar el criterio, se obtendrá la transformada inversa de laplace (T. I. de L.), dado que la función de transferencia fue obtenida a partir de la aplicación de la transformada de laplace con condiciones iníciales nulas.

Como se podrá observar, la T. I. de L. será aplicada a la respuesta del sistema al escalón unitario, esto es ante la entrada en escalón, y esta, en transformada de laplace equivale a 1 / s, lo que quiere decir que Eo(s) = 1 / s, por lo tanto:

Reacomodando:

$$\frac{e0\ (s)}{1/\ s} = \frac{r2}{r1} + \frac{\frac{-c1}{c2}\left(s + \frac{1}{r3\,c1}\right)}{s + \frac{1}{r4\,c2}}$$

$$\frac{e0\ (s)}{e1(s)} = \left[\frac{r2}{r1} + \frac{c1\left(s + \frac{1}{r3\,c1}\right)}{c2\left(s + \frac{1}{r4\,c2}\right)}\right]$$

Pasando ahora el término 1 / s del lado derecho de la expresión y además, eliminando las S que se encuentran también en el lado derecho de la igualdad se tiene:

$$\frac{e0\ (s)}{e1(s)} = \left[\frac{r2}{r1} + \frac{c1\left(\frac{1}{r3\,c1}\right)}{c2\left(\frac{1}{r4\,c2}\right)}\right]\left(\frac{1}{s}\right)$$

```
>> syms c1 c2 r1 r2 r3 r4 s t b f
>> b=((r2/r1)+((c1*(1/(r3*c1))))/((c2*(1/(r4*c2)))))*(1/s)

b =

(r2/r1+1/r3*r4)/s

>> pretty(b)

                                   r2      r4
                                  ---- + ----
                                   r1      r3
                                  -----------
                                       s
```

aplicando la ley de la torta

$$\frac{\frac{r2}{r1} + \frac{r4}{r3}}{s} = \frac{r2}{\left[\frac{\frac{r1}{s}}{1}\right]} + \frac{r4}{\left[\frac{\frac{r3}{s}}{1}\right]}$$

$$\frac{r1\,s}{r2} + \frac{r3\,s}{r4}$$

Despejando en la expresión anterior las siguientes aplicaciones:

r1 / r2 = x1
r3 / r4 = x2

$$e0\ (s) = x1\,s + x2\,s$$

Aplicando la transformada inversa de laplace:

$$\mathcal{L}^{-1}\left[e0\ (s)\right] = \mathcal{L}^{-1}\left(x1s + x2s\right)\ ;$$

$$\mathcal{L}^{-1}\left[E_o(s)\right] = \mathcal{L}^{-1}\left(x1s\right) + \mathcal{L}^{-1}\left(x2s\right)\ ;$$

$$e_o\ (t) = x1\ \mathcal{L}^{-1}\left(s\right) + x2\ \mathcal{L}^{-1}\left(s\right)$$

```
>> syms x1 x2 f t r s
>> f=(x1*s + x2*s)

f =

x1*s+x2*s

>> TILf= ilaplace(f)

TILf =

x1*Dirac(1,t)+x2*Dirac(1,t)

>> pretty(TILf)

                        x1 Dirac(1, t) + x2 Dirac(1, t)
```

Si: F (t) = t, f(s) = s, por lo tanto, aplicando esto a nuestra expresión el resultado es:

$$e_o(t) = \left(x1 + x2\right)(t)$$

Esta es nuestra función e(t) que sustituiremos en la integral para evaluar el criterio de optimización, entonces se tiene:

$$\int_0^{\infty}\left(x1(t) + x2(t)\right)^2 dt\,;$$

$$\left(x1 + x2\right)^2 \int (t)\,dt$$

Resolviendo pues la integral de forma indefinida el resultado final es:

$$e_o(t) = \left(x1 + x2\right)^2 (t)$$

Lo cual indica una estructura de control estable y funcional.

Por: Tony Phillips de Ciencia@Nasa

"Algunas veces, no podemos creer lo que vemos.
Prepárese para ver la Luna y... ser engañado"

Algunas veces, no podemos creer lo que vemos. Del 16 al 20 de junio fue una de esas ocasiones.

La noche del miércoles 18 de junio, en la puesta del Sol se vio una figura gigante que salió por el Este. A primera vista, se pareció a la luna llena de la Tierra. Tiene cráteres y mares y la cara de un hombre, pero esta "luna" está extrañamente inflada. ¡Es enorme!

Usted acaba de experimentar la "ilusión lunar".

Arriba: La luna llena saliendo sobre Manchester, Maryland.
Crédito de la imagen: Edmund E. Kasaitis.

No hay mejor momento para verla. La luna llena del 18 de junio fue una "luna de solsticio", que llega sólo dos días antes del inicio del verano en el hemisferio norte.

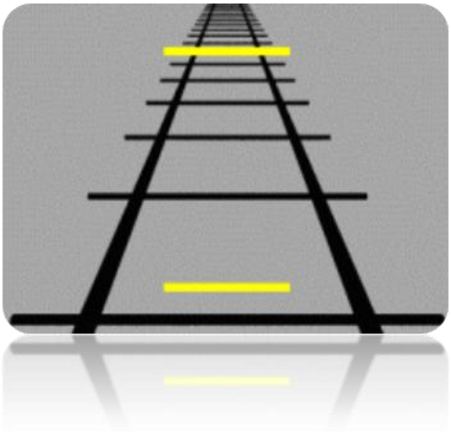
Esto es significativo porque el Sol y la luna llena son como niños en un "sube y baja"; cuando uno está arriba, el otro está abajo. Estos días, el Sol alto del solsticio nos da una Luna baja, que abraza el horizonte y, por lo tanto, una gran ilusión lunar.

Durante miles de años, los observadores del cielo han sabido que la Luna, ubicada a baja altura en el cielo, se ve grande (lo cual no es normal). Al principio, los astrónomos pensaron que la atmósfera debía de estar agrandando la Luna cerca del horizonte, pero las cámaras mostraron que no es así. Las imágenes que se observan en las filmaciones de la Luna son del mismo tamaño, independientemente de la elevación. Aparentemente, sólo los seres humanos ven las lunas gigantes.

¿Estamos locos?

Después de todos estos años, los científicos aún no están seguros. Cuando miramos la Luna, los rayos de luz lunar convergen y forman una imagen de aproximadamente 0,15 mm de ancho en la retina (parte posterior del ojo). La imagen que forman las lunas altas y bajas tiene el mismo tamaño; sin embargo, el cerebro insiste en que una es más grande que la otra. ¡Vaya usted a saber!

Una ilusión similar descubrió, en 1913, Mario Ponzo, quien dibujó dos barras idénticas sobre un par de líneas convergentes, como los rieles de tren que se observan a la derecha. La barra amarilla superior se ve más ancha porque abarca una distancia aparentemente más grande entre los rieles. Esta es la "ilusión de Ponzo".



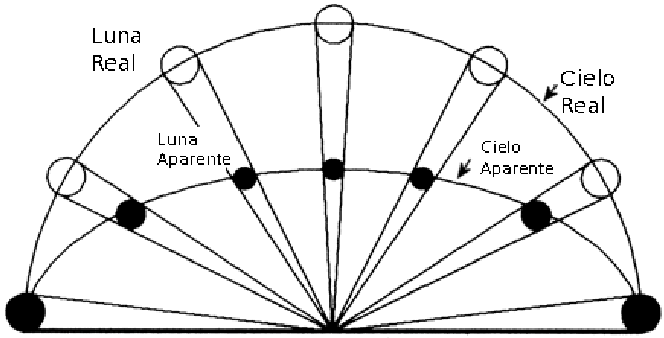
Derecha: La ilusión de Ponzo. Crédito de la imagen: Dr. Tony Phillips. [Más información]

Algunos investigadores creen que la ilusión lunar es la ilusión de Ponzo, en donde árboles y casas desempeñan el papel de las líneas convergentes de Ponzo. Los objetos en primer plano engañan al cerebro para que piense que la Luna es más grande de lo que realmente es.

Pero hay un problema: los pilotos de líneas aéreas que vuelan a grandes alturas algunas veces experimentan la ilusión lunar sin ningún objeto en primer plano. ¿Qué es lo que engaña a sus ojos?

Quizá sea la forma del cielo. Los seres humanos perciben el cielo como un domo aplanado, con el cenit cerca y el horizonte lejos. Eso tiene sentido; los pájaros que vuelan por encima de la cabeza están más cerca que los pájaros que vuelan en el horizonte. Cuando la Luna está cerca del horizonte, el cerebro de los seres humanos, entrenado gracias a la acción de mirar aves (y nubes y aviones), no calcula bien la distancia real a la Luna, ni su tamaño.

Abajo: El modelo de "cielo aplanado" de la ilusión lunar. Fuente:Explicando la ilusión lunar, por Lloyd Kaufman y James H. Kaufman.



También hay otras explicaciones. No importa cuál es la correcta, sin embargo, si todo lo que usted quiere hacer es ver una Luna grande y hermosa. El mejor momento para observar es cerca del horario de la salida de la Luna, cuando ésta apenas puede verse a través de árboles y casas o sobre las cadenas montañosas.

Arriba: Imagen de cómo se vivió la ilusión en la Ciudad de Seattle

Espero que haya disfrutado de este espectáculo que solo se presenta una vez en el año. Y si no lo pudo ver pues el año siguiente este preparado para admirar este espectáculo.

Bibliografía: NASA.Gov | Ciencia @ Nasa

Se dio capacitación sobre aire acondicionado y refrigeración, al Personal de la Mina del Peñasquitos en Mazapil, Zac.