



PROTOTIPO DE SEGUIDOR SOLAR UTILIZANDO ALEACIONES CON MEMORIA DE FORMA (AMF) COMO TERMOACTUADOR

Maestrante en Arquitectura

Arq. Isai Nestor Chepi Rivera

Estructura

- Objetivo
- Problemática de los recursos energéticos
- Antecedentes
- Proceso de estudio experimental
- Seguidor solar prototipo
- Propuesta de aplicación

Objetivo

Desarrollar un seguidor de trayectoria solar

Con un **sistema mecánico** basado en **Aleaciones con Memoria de Forma (AMF)** y

Prescindir del uso de controladores electromecánicos

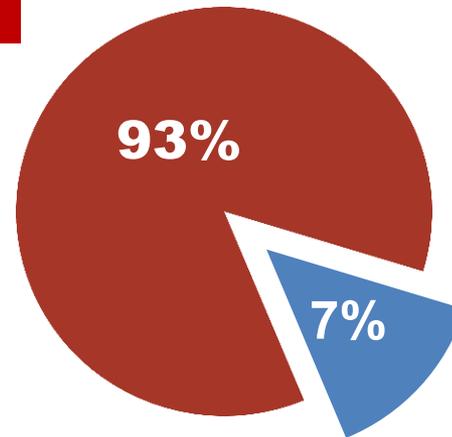


Problemática de los recursos energéticos

Consumo mundial de energía

Fuentes primarias-93%

39%- Petróleo
24%- Carbón
23%- Gas
7%-Nuclear



Renovables-7%

2% -Hidráulica
4%- Biomasa
0.5%- Geotérmica, eólica
***0.5%.-solar**

Fuente: Gómez, P. (2006). Energías renovables: la necesidad de un cambio energético.

Consecuencias ambientales

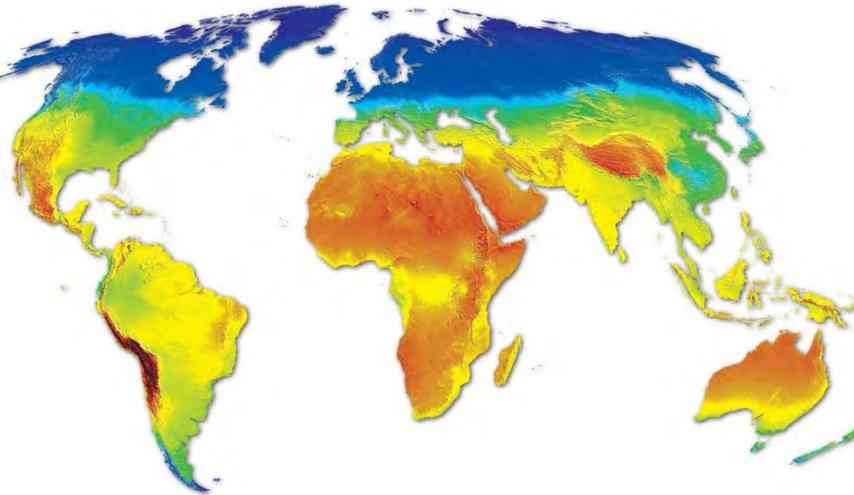
Aceleración en los niveles de emisión de bióxido de carbono (CO₂)

Sol: Energía del futuro

Asequible

Limpia

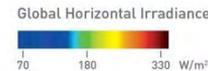
Inagotable



Perjuicios

Solo se produce energía mientras hay luz

Fuente: Global Solar Irradiance



En un *minuto* llega radiación suficiente para abastecer al planeta de energía durante *un año* [David Bañón, 2012]

Se recibe al día entre 50 -150w/m2 en la superficie terrestre

Antecedentes



Seguidor Solar

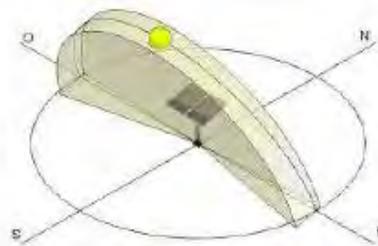
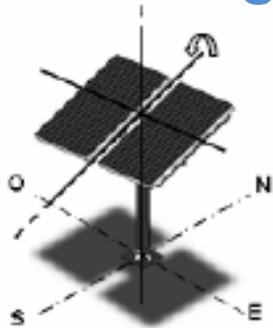
Microprocesados

- Utilizan sistemas de programación, GPS, microprocesadores
- Calculan la trayectoria solar mediante algoritmos matemáticos
- Sistemas operativos basado en tiempo real

Electro-ópticos

- Emplean sensores para determinar la posición del sol
- Son dirigidos por motores eléctricos

Seguidor de un solo eje



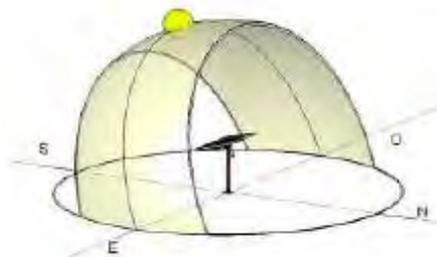
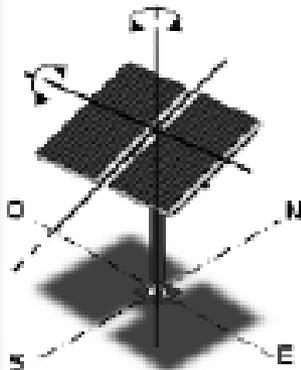
Polar: Siguen una trayectoria semi-circular en dirección **este-oeste**

Latitudes **cercanas** al ecuador

Azimutal: Movimiento vertical

Latitudes **lejanas** al ecuador

Seguidor de dos ejes



Mayor grado de libertad

Alcanza cualquier orientación

Se mantiene siempre perpendicular a los rayos solares

Aleaciones con memoria de forma (AMF)

“Shape Memory Alloy” SMA

Son aleaciones metálicas:

Base Cobre

Cu-Zn-Al; Cu-Al-Ni; Cu-Al-Be, etc.

Hierro

Fe-C; Fe-Ni; Fe-Cr-Ni

Cerámicos

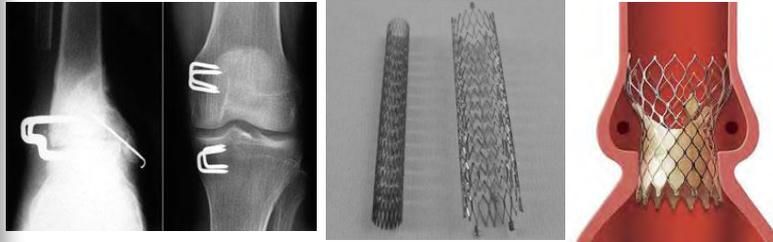


Ni-Ti

- Potencia comercial
- Soporta deformaciones del 8% antes de sufrir alteración plástica
- Cobre un 4.5%
- Mayor rango de temperaturas de transformación

Algunas Aplicaciones

Biomédica



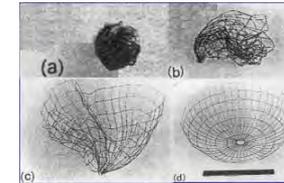
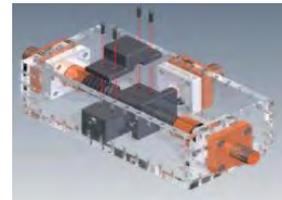
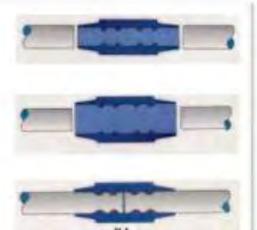
Grapas para unir huesos rotos
 Stents, Bypass cardiovasculares

Ortodoncia



Alambres correctores

Ingeniería

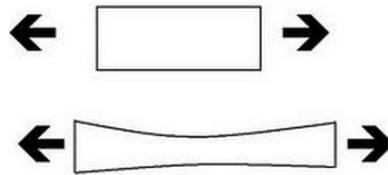


Monturas para gafas
 Prótesis
 Conexiones para tuberías, válvulas
 Antenas espaciales desplegables
 Amortiguadores para sismos

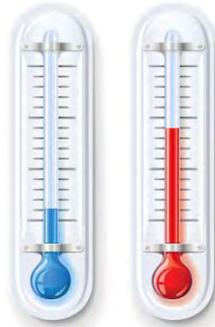
Propiedades

Habilidad recuperar de su forma inicial después de sufrir una deformación plástica aparentemente permanente, mediante incremento de temperatura

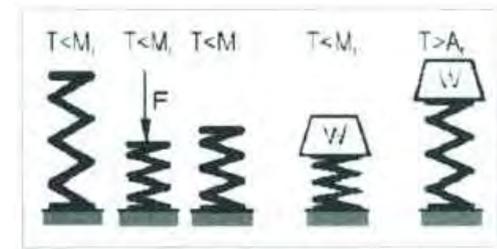
Inducida por:



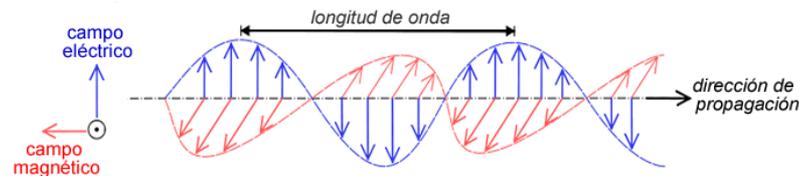
Esfuerzo



Cambios de temperatura

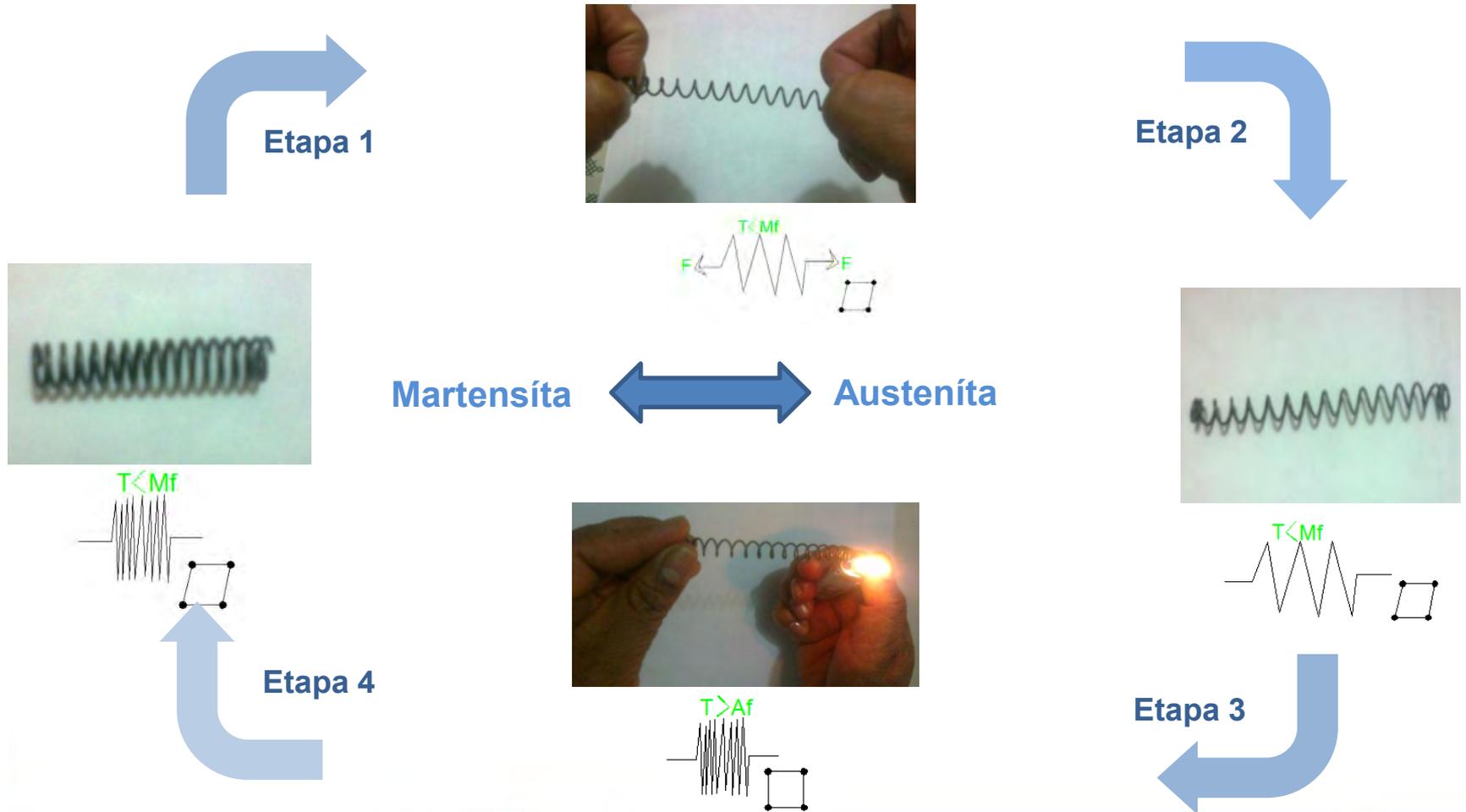


Fuerza-Temperatura

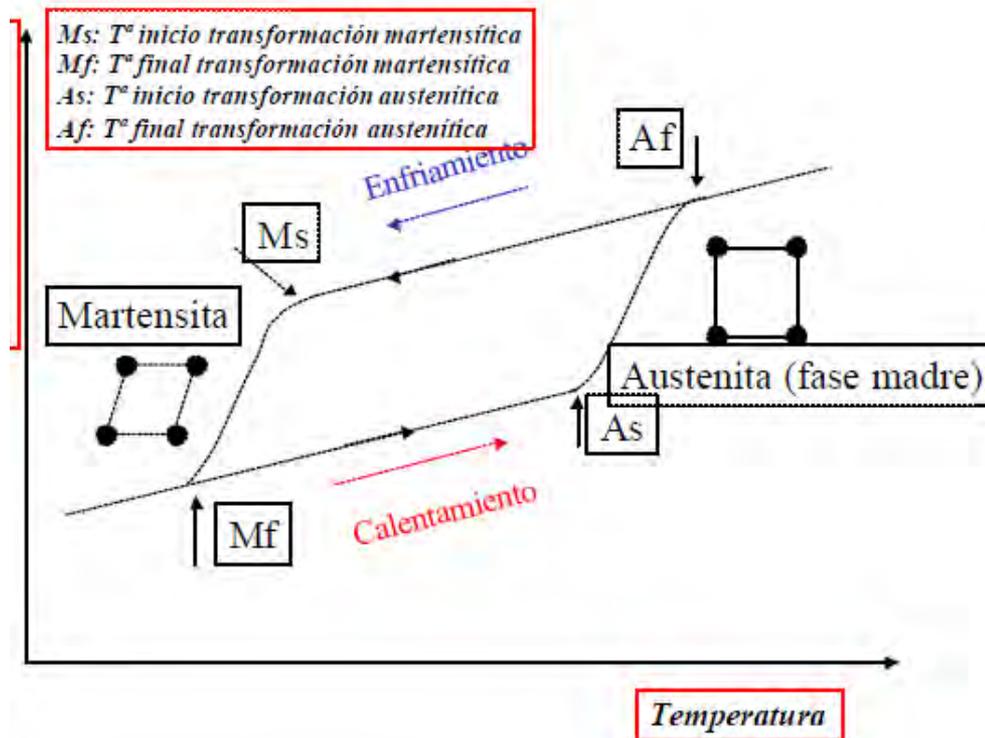


Campos magnéticos

Efecto memoria de forma

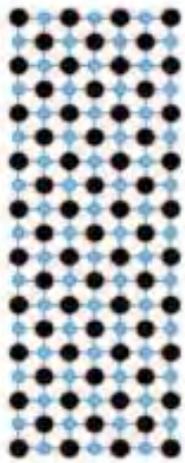


Efecto memoria de forma



Transformación martensítica

Transformación *displasiva* Movimiento **ordenado** de **átomos** a corta distancia **sin** que haya **cambios químico**



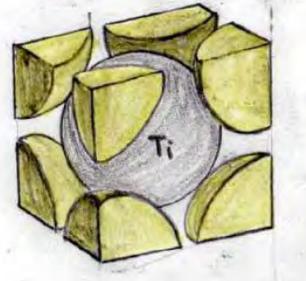
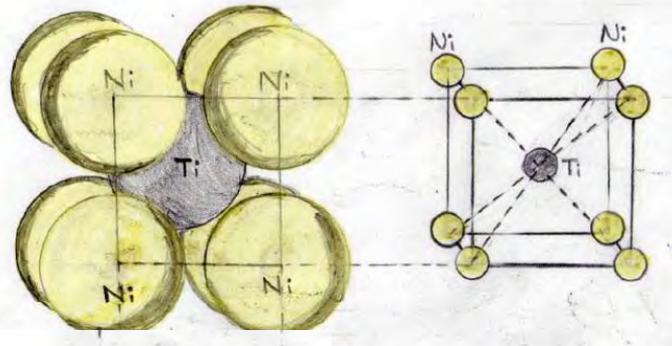
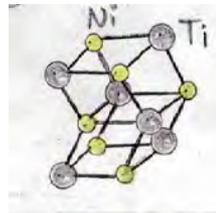
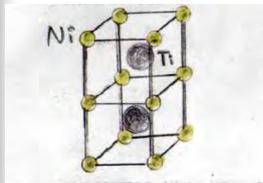
A

Austenita



B

Martensita



Estructura
 cubica centrada
 en el cuerpo

Efecto Superelástico: Estando a una $T > A_f$ es capaz de sufrir deformación que se recupera después de quitar la carga

Comparativa

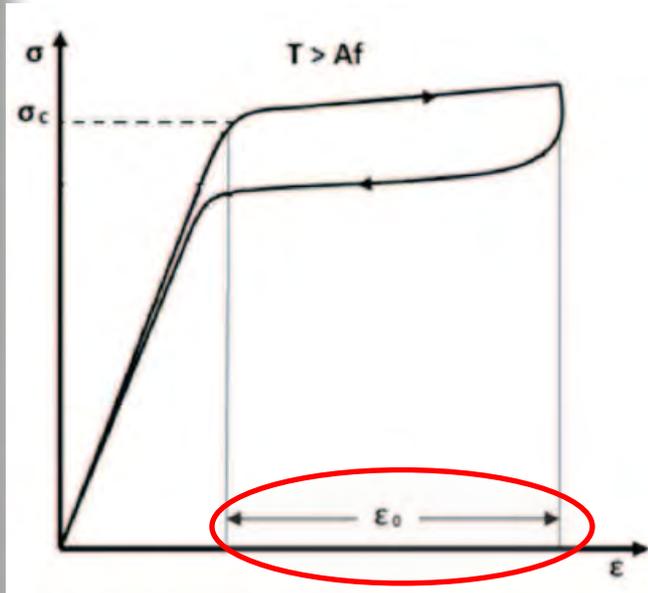


Diagrama esfuerzo deformación Ni-Ti

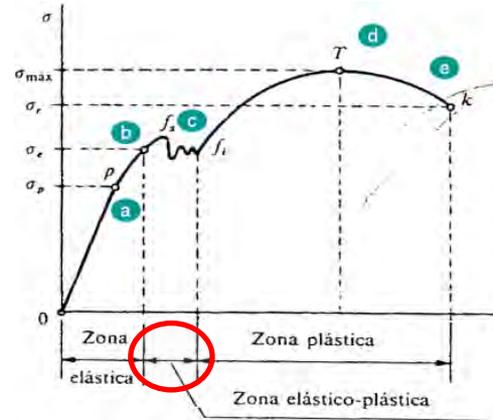


Diagrama esfuerzo deformación material convencional

Soporta deformaciones 100 veces mayor que los materiales convencionales

Acero

ClearAll [F, Li, Ea, A, Δl]

$F = 15 * 10^3;$
 $Li = 10 * 10^{-2};$
 $Ea = 200 * 10^9;$
 $A = 1 * 10^{-3} * 1 * 10^{-3};$

$$\Delta l = \frac{F * Li}{Ea * A} // N$$

0.0075mm

Aluminio

ClearAll [F, Li, Ea, A, Δl]

$F = 15 * 10^3;$
 $Li = 10 * 10^{-2};$
 $Ea = 75 * 10^9;$
 $A = 1 * 10^{-3} * 1 * 10^{-3};$

$$\Delta l = \frac{F * Li}{Ea * A} // N$$

0.02mm

Cobre

ClearAll [F, Li, Ea, A, Δl]

$F = 15 * 10^3;$
 $Li = 10 * 10^{-2};$
 $Ea = 120 * 10^9;$
 $A = 1 * 10^{-3} * 1 * 10^{-3};$

$$\Delta l = \frac{F * Li}{Ea * A} // N$$

0.0125mm

Tamaño de la muestra: $\varnothing 0.001 \text{ mm}$

Ni-Ti

0.096 mm

Proceso de estudio experimental



Método de reflexión utilizando resorte de Ni-Ti y cristal traslucido



Segunda etapa del método de reflexión utilizando resorte de Ni-Ti y cristal traslucido

Termoactuador

Partes y componentes



1.-Alambre Ni-Ti



3.-Embolo



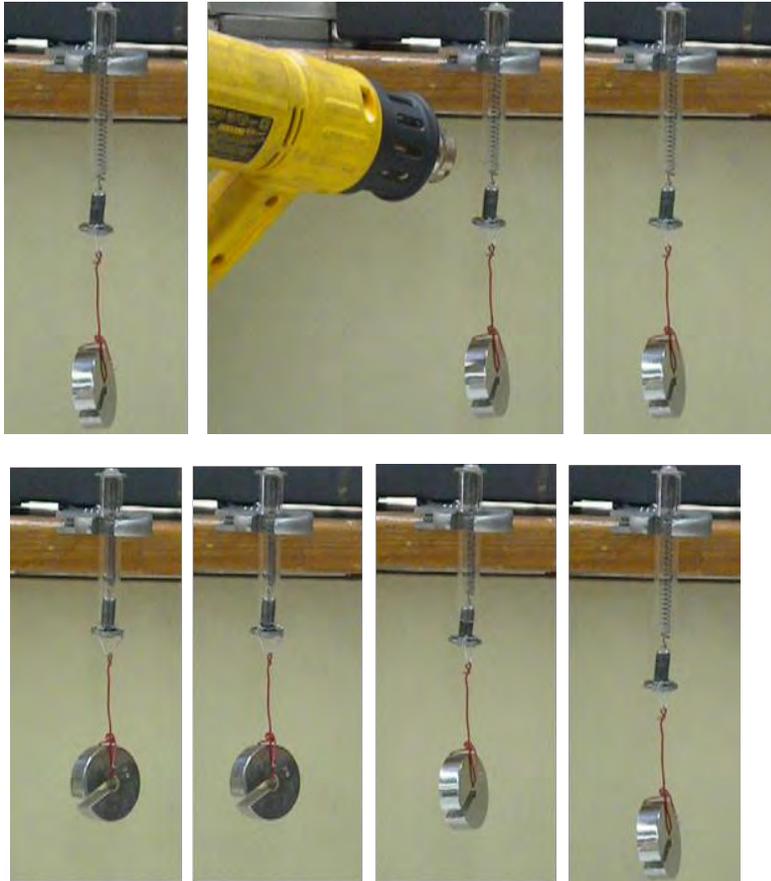
2.-Sujetador



4.-Tubo de vidrio



Prueba termo mecánica al termoactuador



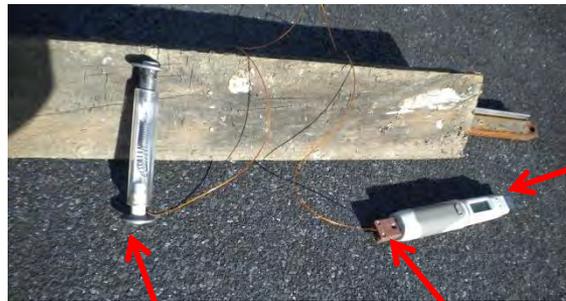


Medición de la temperatura del termoactuador con termómetro de rayo laser



Medición de temperatura del termoactuador con Data Easy Logger USB

Proceso experimental



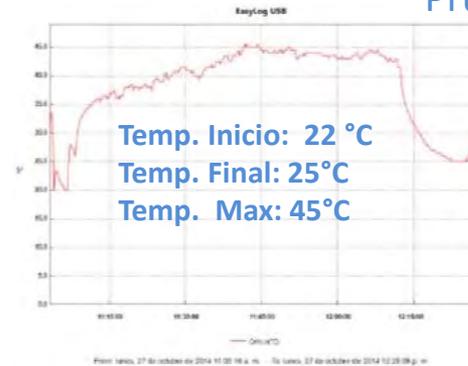
Termoactuador

Termopar tipo T

Data Easy
Logger

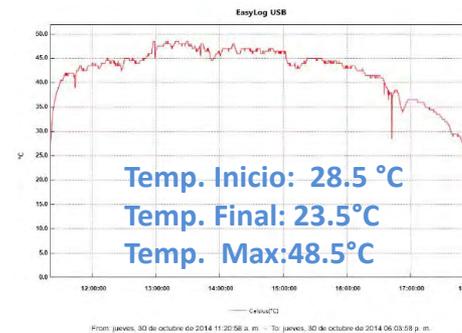
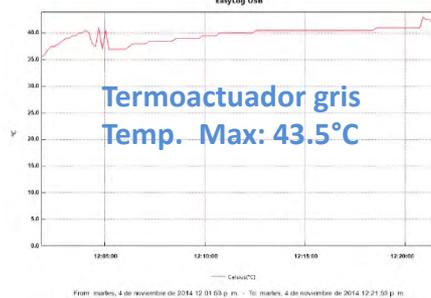
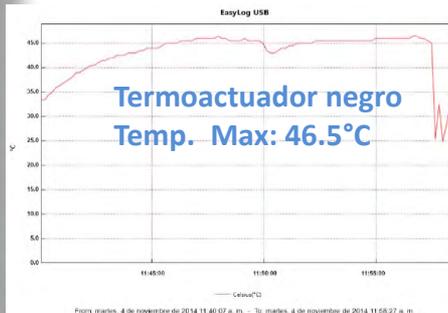
Resultados

Prueba 1



Cambio de color en tubo de vidrio

Prueba 2



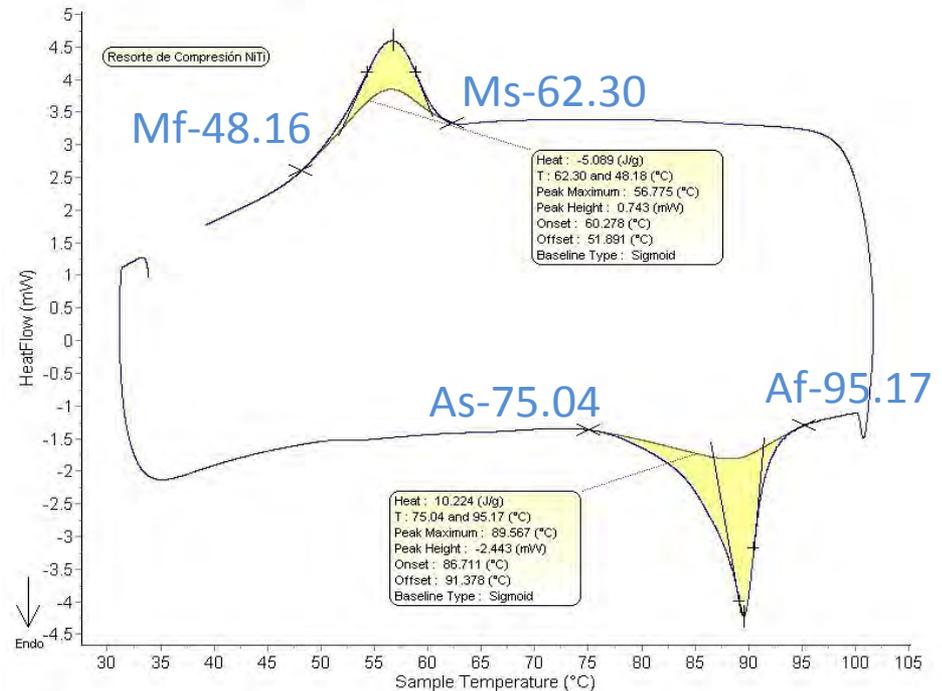
Pruebas de Calorimetría Diferencial de Barrido a muestras de Ni-Ti



Preparación de muestras



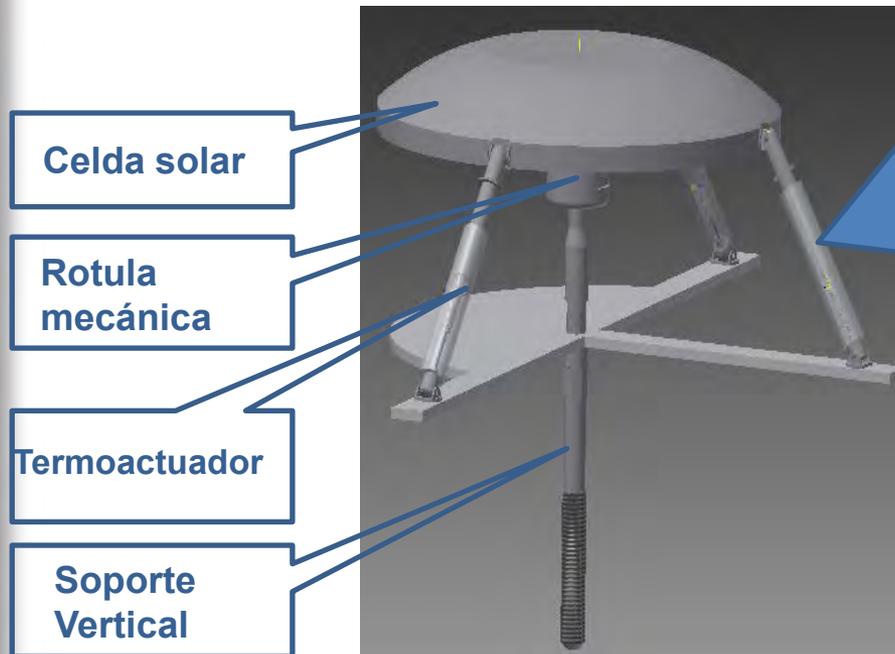
Equipo de DSC



Grafica de resultados de la prueba de calorimetría



Seguidor solar prototipo



Partes y componentes del seguidor solar



Soporte de monitor PC



Rotula mecánica



Propuesta de Aplicación



Una vez probado la eficiencia del seguidor solar, se contempla instalarlos en azoteas, plazas publicas, andadores, calles y avenidas, de manera integral con el mobiliario urbano



Gracias

proyarq@eninfinitum.com