

C1-2

MODELADO CON ECOSIMPRO DE LA VIBRACIÓN MULTIDIRECCIONAL DE OLIVOS COMO SISTEMA DE DESPRENDIMIENTO DE LA ACEITUNA

Gil Sierra, J¹; Barreiro, P.¹; Ortiz-Cañavate J¹; Pérez-Vara, R.²

L^o de Propiedades Físicas; Dpto. Ingeniería Rural; ETSIA-UPM
Empresarios Agrupados. Madrid.

Resumen

En los años 80 se introdujeron en España los vibradores de olivo como sistemas mecanizados para la recolección de la aceituna. El principio de funcionamiento es la vibración del tronco empleando para ello el giro opuesto a distinta velocidad angular de dos masas diferentes y excéntricas. En la actualidad se valora asimismo la posibilidad de extender esta técnica a la recolección mecanizada de fruta de industria. La correcta selección del patrón de vibración es fundamental para conseguir un correcto desprendimiento de los distintos tipos de frutos. En este artículo se efectúa la modelado de la vibración a partir de varios componentes de ECOSIMPRO.

Palabras Clave: Simulación, EcosimPro, recolección, aceituna.

1 INTRODUCCIÓN

España es el primer país olivarero del mundo. La superficie dedicada está entorno a los 2 millones de hectáreas. En la situación actual resulta imprescindible realizar la recolección de forma mecanizada si se desea obtener un rendimiento económico del cultivo (Ortiz-Cañavate y Gil-Sierra, 1986). Por otra parte, en nuestro país existen más de 2000 ha dedicadas a fruta de industria en las que podría resultar recomendable el uso de vibradores para efectuar una recolección mecanizada (Ortiz-Cañavate y Cols., 2000).

Los primeros vibradores de masas excéntricas tenían las dos masas del mismo peso y giraban a igual velocidad y sentidos opuestos para producir una vibración unidireccional. El principal inconveniente de este tipo de vibradores es que no consiguen un desprendimiento homogéneo de los frutos del árbol. La vibración multidireccional se consigue haciendo que sean masas de distinto valor y distinta velocidad las que giren de forma excéntrica (ver Figura 1). La

empresa O.M.C. (Orchard Machinery Corporation) de California estudió el número de direcciones óptimas para el desprendimiento de cada especie fruta, encontrando que para la aceituna la mejor vibración es la de tipo estrellado de múltiples puntas (Ortiz-Cañavate y Gil-Sierra, 1986).

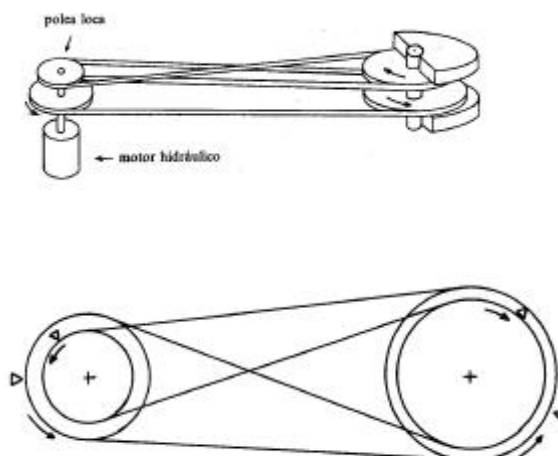


Figura 2. Esquema del accionamiento de las masas excéntricas de un vibrador.

2 OBJETIVOS

El objetivo de este artículo es la aplicación del modelo de vibraciones multidireccionales para desarrollar distintos patrones de vibración.

3 MODELADO DE VIBRACIONES MULTIDIRECCIONALES

Cada una de las dos masas excéntricas de un vibrador multidireccional de árboles está constituida por un

$$F_i = m_i \times \frac{4}{3a} \times \frac{R^2 + Rr + r^2}{R + r} \times \sin\left(\frac{a}{2}\right) \times w_i$$

$$\begin{aligned} F_x &= F_1 \times \cos(w_1 t) + F_2 \times \cos(w_2 t) \\ F_y &= F_1 \times \sin(w_1 t) + F_2 \times \sin(w_2 t) \end{aligned} \quad 1-11$$

sector de corona circular de masa m , radios R y r , y ángulo α (ver Figura 2).

La fuerza centrífuga (F) generada por cada una de ellas vale:

La fuerza total, suma de ambas, es un vector cuyas componentes son:

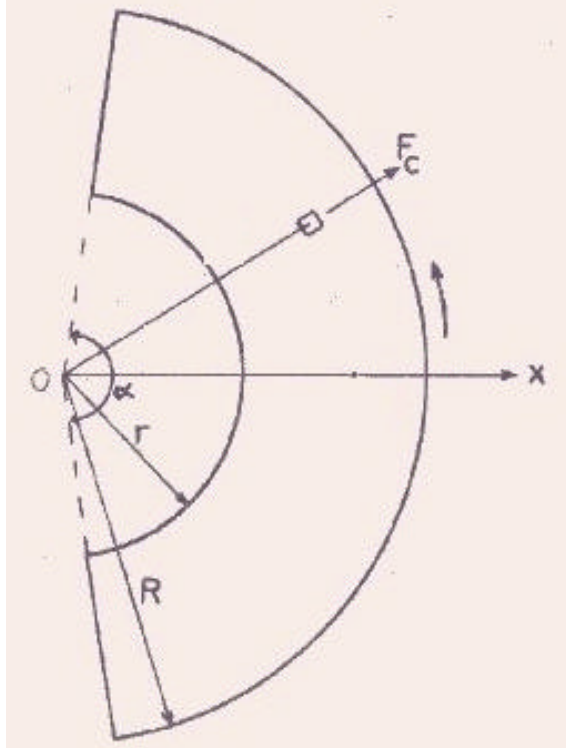


Figura 2. Caracterización de las masas excéntricas.

El extremo del vector F (suma vectorial de F_x y F_y) sigue una trayectoria en forma de estrella (si w_1 y w_2 tienen distintos sentidos), ó de pétalos de una flor (si w_1 y w_2 tienen el mismo sentido). En caso de sentidos contrarios, los valores de las respectivas velocidades es del orden de 1600-1800 rpm), con una pequeña diferencia entre ellas, mientras que en el caso de mismo sentido, una velocidad tiene ese valor y la otra 2, 3 ó 4 veces menor.

Las masas conviene que sean diferentes, para que el valor de cada fuerza centrífuga sea el mismo, es decir, la masa más rápida pesará menos y la masa más lenta pesará más. En general por simplicidad de fabricación, las masas tienen igual R , r y α variándose la masa con grosores distintos de las piezas.

El número de direcciones de vibración queda determinado por la fórmula:

$$n = \frac{w_1 + w_2}{w_1 - w_2}; \text{ con } w_1 > w_2$$

4 DEFINICIÓN DE LOS COMPONENTES ECOSIMPRO

La integración numérica del modelo se llevó a cabo con ECOSIMPRO. El modelo se ha estructurado en tres **componentes**: *Motor*, *Excéntrica* y *Vibrador*. Se

han definido dos **puertos**: *Fuerza* y *Cinta* con el fin de establecer la relación física adecuada entre componentes. Así, un *Motor* tiene un puerto de salida *Cinta*, mientras que el componente *Excéntrica* tiene definido un puerto de entrada *Cinta* y un puerto de salida *Fuerza* que es el que en última instancia conectará al olivo.

El **Vibrador** está compuesto por dos componentes *Excéntrica* ($ex1$ y $ex2$) y un componente *Motor* (m), y dispone de un puerto de entrada de *Fuerza* denominado *olivo*. En el modelo de **Vibrador** se establece la conexión entre los distintos sub-componentes que lo constituyen: $ex1$, $ex2$ y m . De manera que el motor se conecta a ambas excéntricas y éstas al puerto de entrada *olivo* del vibrador.

```

PORT Fuerza
  SUM REAL Fx
  SUM REAL Fy
END PORT

PORT Cinta
  EQUAL REAL velocidad
END PORT

COMPONENT Motor
  PORTS
    OUT Cinta cinta
  DATA
    REAL omega = 2200 * 2 * 3.1415 / 60 \
      "Velocidad Angular del motor (rad/s)"
    REAL D_polea = 0.315 \
      "Diametro de la polea motriz (m)"
  CONTINUOUS
    cinta.velocidad = omega * D_polea / 2.
END COMPONENT

COMPONENT Excentrica
  PORTS
    IN Cinta cinta
    OUT Fuerza olivo
  DATA
    REAL m = 33.2 "Masa (kg)"
    REAL R = 0.175 "Radio exterior (m)"
    REAL r = 0.080 "Radio interior (m)"
    REAL alpha = 3 "Angulo (rad)"
    REAL D_polea = 0.339 "Diametro de la polea (m)"
  DECLS
    REAL theta "Posición angular (rad)"
    REAL Fc "Fuerza centrífuga (Nw)"
    REAL omega "Velocidad angular (rad/s)"
  CONTINUOUS
    omega = cinta.velocidad / (D_polea / 0.5)

    theta = omega * TIME

    Fc = (4./3.) * (m / alpha) * \
      (R**2 + R * r + r**2) / (R + r) * \
      sin (alpha/2) * omega**2
  
```

```

olivo.Fx = Fc * cos (theta)

olivo.Fy = Fc * sin (theta)

END COMPONENT

COMPONENT vibrador
PORTS
  IN Fuerza olivo
TOPOLOGY
  Excentrica ex1 (D_polea = 0.400, m = 32)
  Excentrica ex2 (D_polea = 0.100, m = 2)
  Motor m

  CONNECT ex1.olivo, ex2.olivo TO olivo
  CONNECT m.cinta TO ex1.cinta, ex2.cinta
END COMPONENT

```

6 EJEMPLO DE SIMULACIÓN

En la Figura 3 se muestra el patrón de vibración obtenido para el siguiente experimento:

```

EXPERIMENT exp1 ON vibrador3.default

DECLS

INIT -- set initial values for variables

```

```

BOUNDS -- set expressions for boundary variables:
v = f(t,...)

```

```

BODY
  REPORT_TABLE("reportAll", " * ")
  TIME = 0
  TSTOP = 1.2
  CINT = 0.0025
  INTEG()
END EXPERIMENT

```

Agradecimientos

A Pedro Cobas por su introducción a ECOSIMPRO.

Referencias

- [1] Ortiz-Cañavate, J; Gil-Sierra, J. 1986. Diseño de vibradores de tronco para la recolección de la aceituna. Investigación Agraria Vol.1(1) separata nº 5.
- [16] Ortiz-Cañavate, J; Cuadrado,S.; Fernández, A.; García-Ramos, F.J.; Ruiz-Altisent, M.; Valcárcel-Resal, G. 2000. Prospección de campo e industrias transformadoras de fruta para el desarrollo de maquinaria de recolección de frutas para industria. Documento interno.

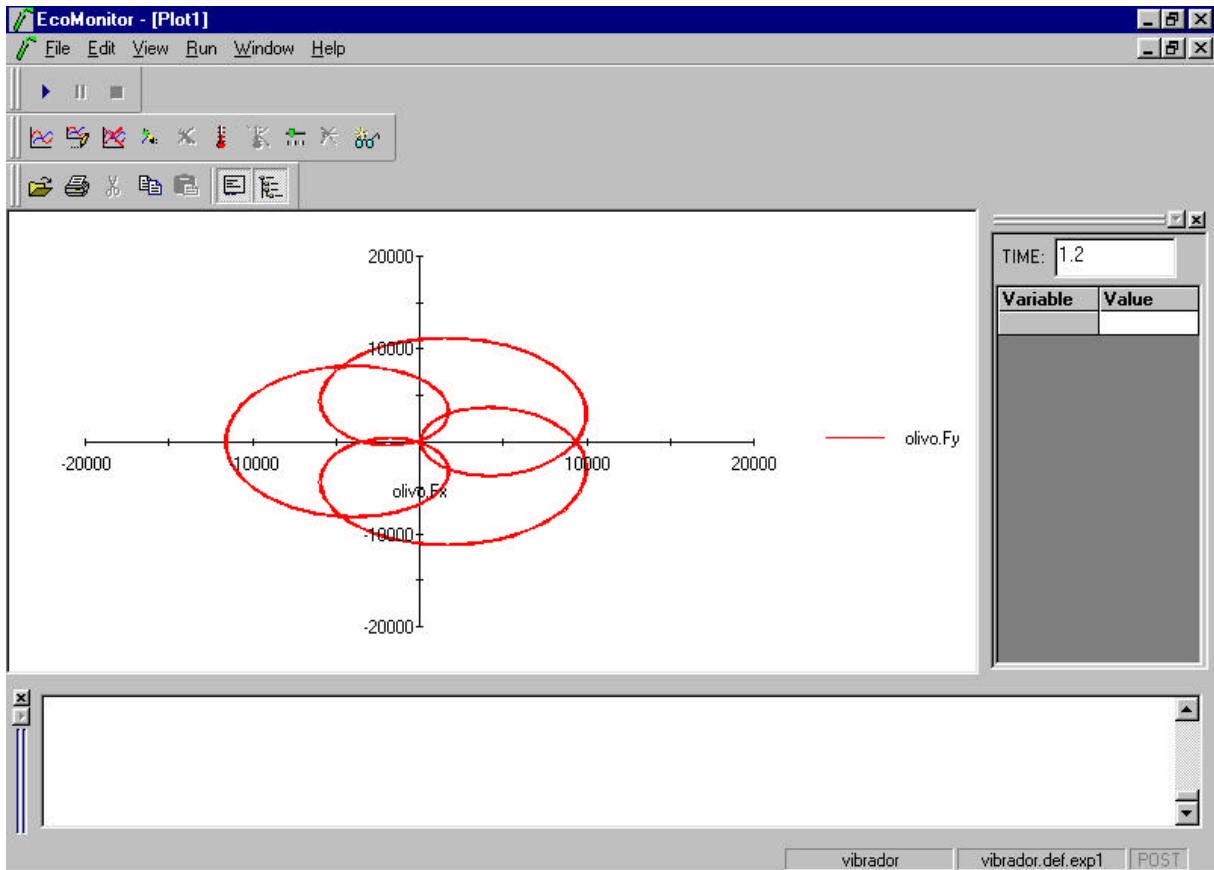


Figura 3. Patrón de vibración multidireccional obtenido mediante simulación con ECOSIMPRO para masas excéntricas girando en el mismo sentido. Diámetro de la excéntrica 1 igual a 0.4 m y diámetro de la excéntrica dos igual a 0.1 m. Masas 32kg y 2 kg respectivamente.

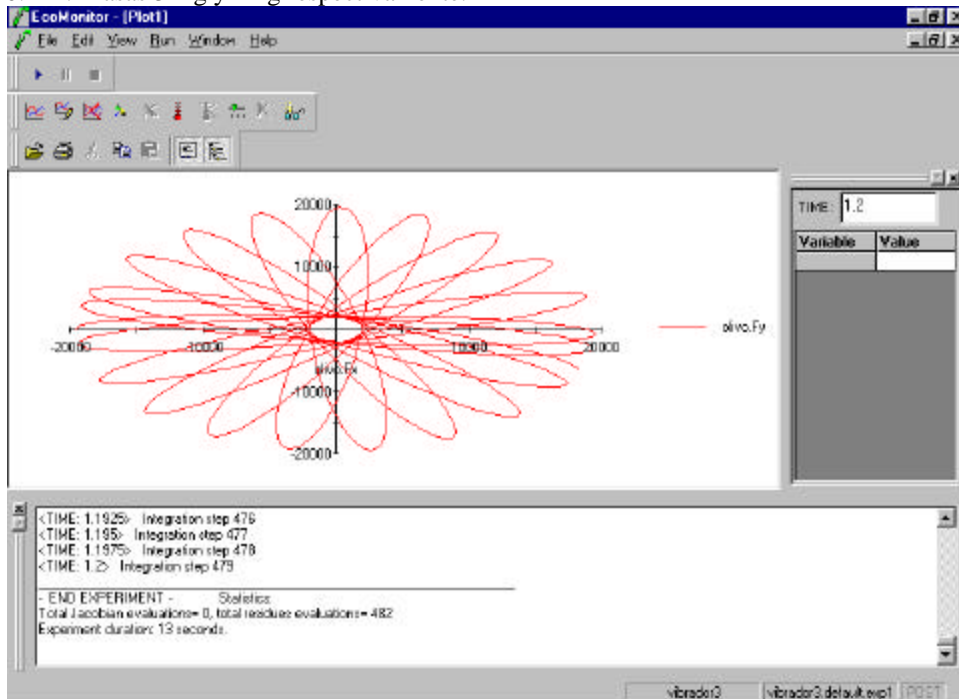


Figura 4. Patrón de vibración multidireccional obtenido mediante simulación con ECOSIMPRO para masas excéntricas girando en sentido contrario. Diámetro de la excéntrica 1 igual a 0.332 m y diámetro de la excéntrica dos igual a 0.3 m. Masas 32kg y 2 kg respectivamente.