

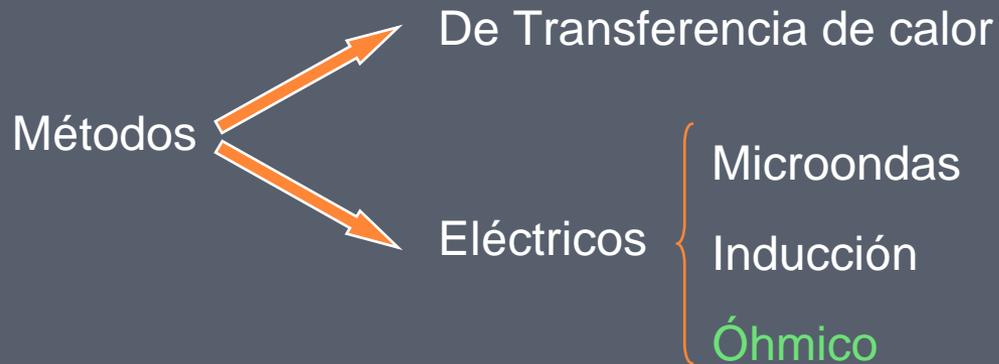
# Calentamiento Óhmico de Alimentos

Laboratorio de Control, Accionamientos, Tracción y Potencia (LABCATyP) –  
Departamento de Electrónica-  
Facultad de Ingeniería – Universidad de Buenos Aires

Jornada de Tesistas  
20 de Julio de 2011

Alumno: Manuel Francisco Díaz Ramos  
Tutor: Dr. Hernán Tacca

# Métodos de Calentamiento de Alimentos



# El Calentamiento Óhmico



Consiste en utilizar el efecto Joule para calentar alimentos.

$$P[W / m^3] = \iiint \bar{E} \cdot \bar{J} \cdot dV = \iiint \sigma \cdot \|\bar{E}\|^2$$

Capacidad Calorífica

$$Q[W] = m \cdot C \cdot \frac{\partial T}{\partial t}$$



En su forma elemental consiste en una cuba donde se coloca el alimento colocada entre dos electrodos conectados a la salida de una fuente



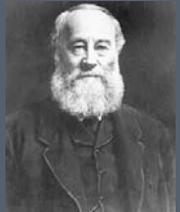
Ventajas respecto de los métodos tradicionales:

- Calentamiento volumétrico. Bajo gradiente de temperatura. Bajo sobreprocesamiento. Buena conservación de propiedades oligolépticas y nutritivas. Tiempos cortos de procesamiento. Aumento de rendimiento
- Electroporación.



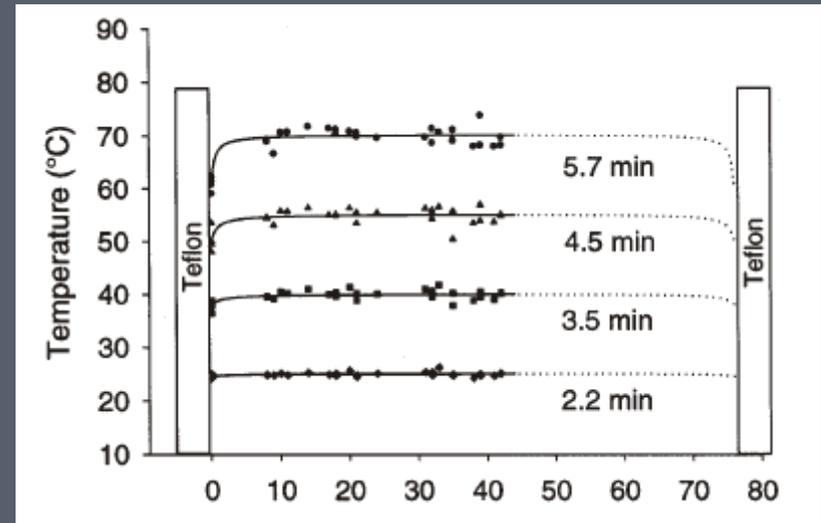
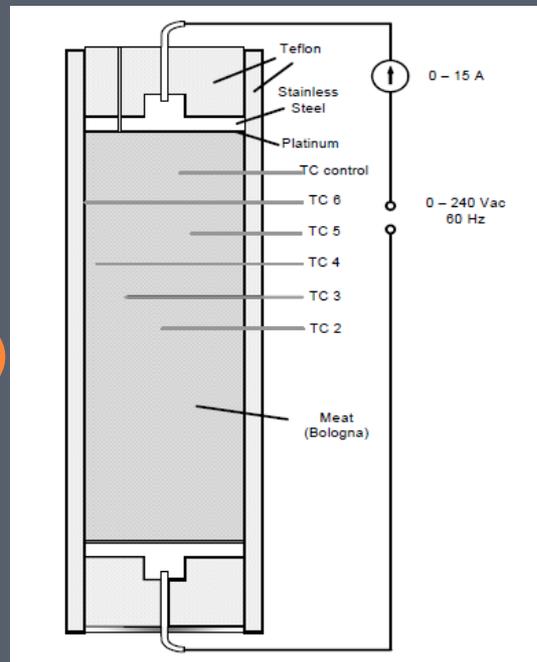
Desventajas:

Fenómeno fuertemente dependiente de la conductividad. Variable alimento a alimento y con la temperatura. Inhomogeneidad



# El Calentamiento Óhmico (Cont.)

Perfil de Temperatura en la experiencia de de Halleux – Piette – Buteau – Dostie para calentar pasta de jamón en una celda de calentamiento óhmico de teflón de 305mm de alto por 76mm de diámetro con electrodos de titanio inoxidable



Fuente: de Halleux – Piette – Buteau – Dostie; “Ohmic Cooking of processed meats: Energy evaluation and food safety considerations”; Université Laval, Faculté de Sciences de l’Agriculture et de l’Alimentation, Qubec, Canada

# Fuente para Calentamiento Óhmico

¿Cómo regular la temperatura?



Controlando la potencia media entregada

$$\langle P \rangle = \frac{V_{RMS}^2}{R}$$

¿~~DC~~ o AC?

Una fuente de continua generaría electrólisis en la cuba.

# Fuente para Calentamiento Óhmico (Cont.)

## Solución en Baja frecuencia:

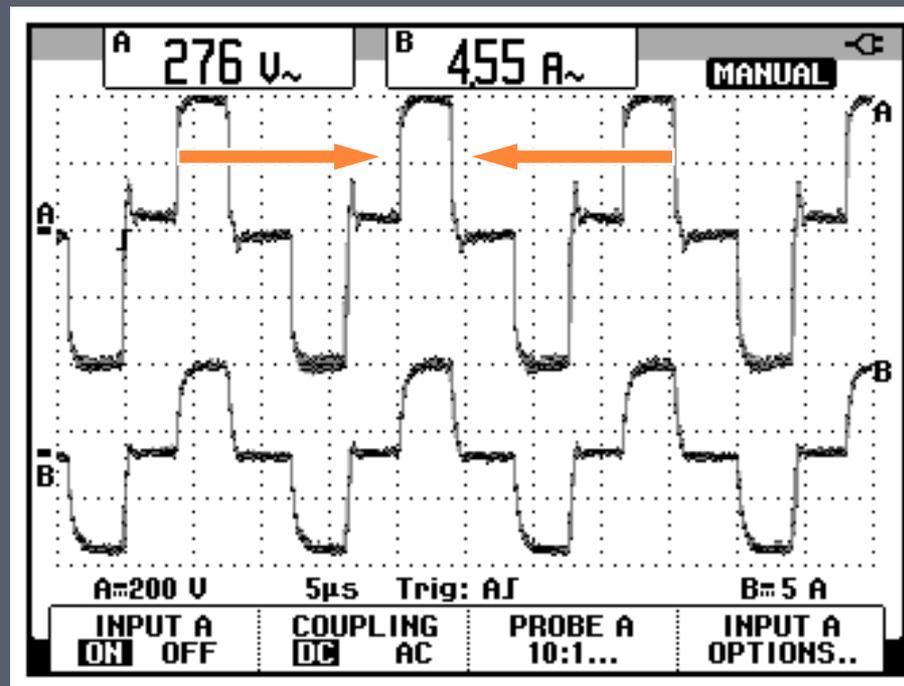
- Forma de onda senoidal.
- Frecuencia fija 50Hz.
- Circuito sencillo (Variac).
- Control de potencia media mediante control de amplitud.
- Electrodo inertes por riesgo de electrólisis.

## Solución en Alta frecuencia.

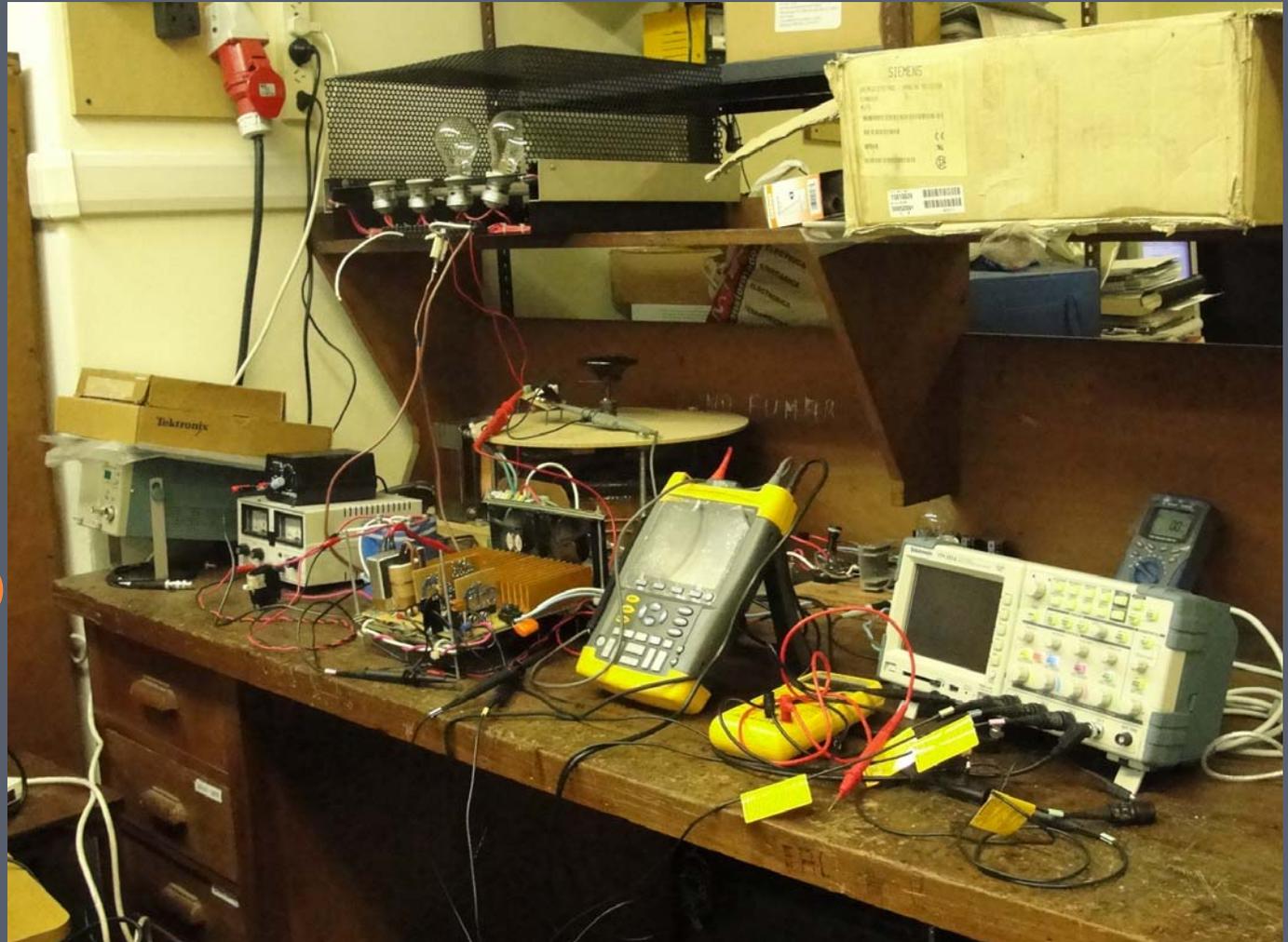
- Forma de onda cuadrada.
- Frecuencia variable.
- Circuito complicado (rectificador – Ondulador en Puente).
- Control de potencia media mediante control de amplitud o control de Duty Cycle.
- Electrodo metálicos. Menores costos que los inertes.

# Fuente para Calentamiento Óhmico (Cont.)

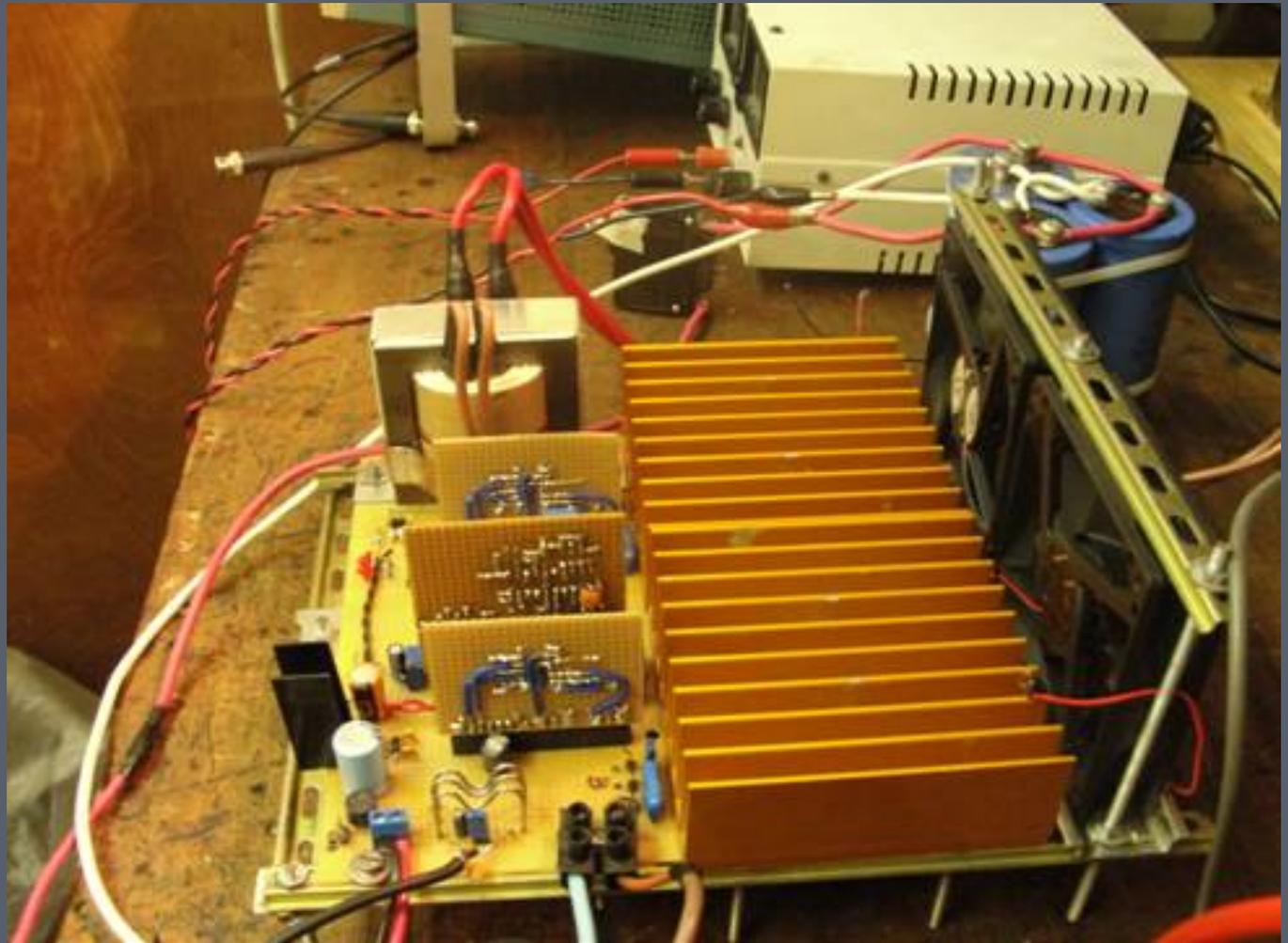
Innovación: fuente de alta frecuencia con control por desplazamiento de fase (control de Duty Cycle)



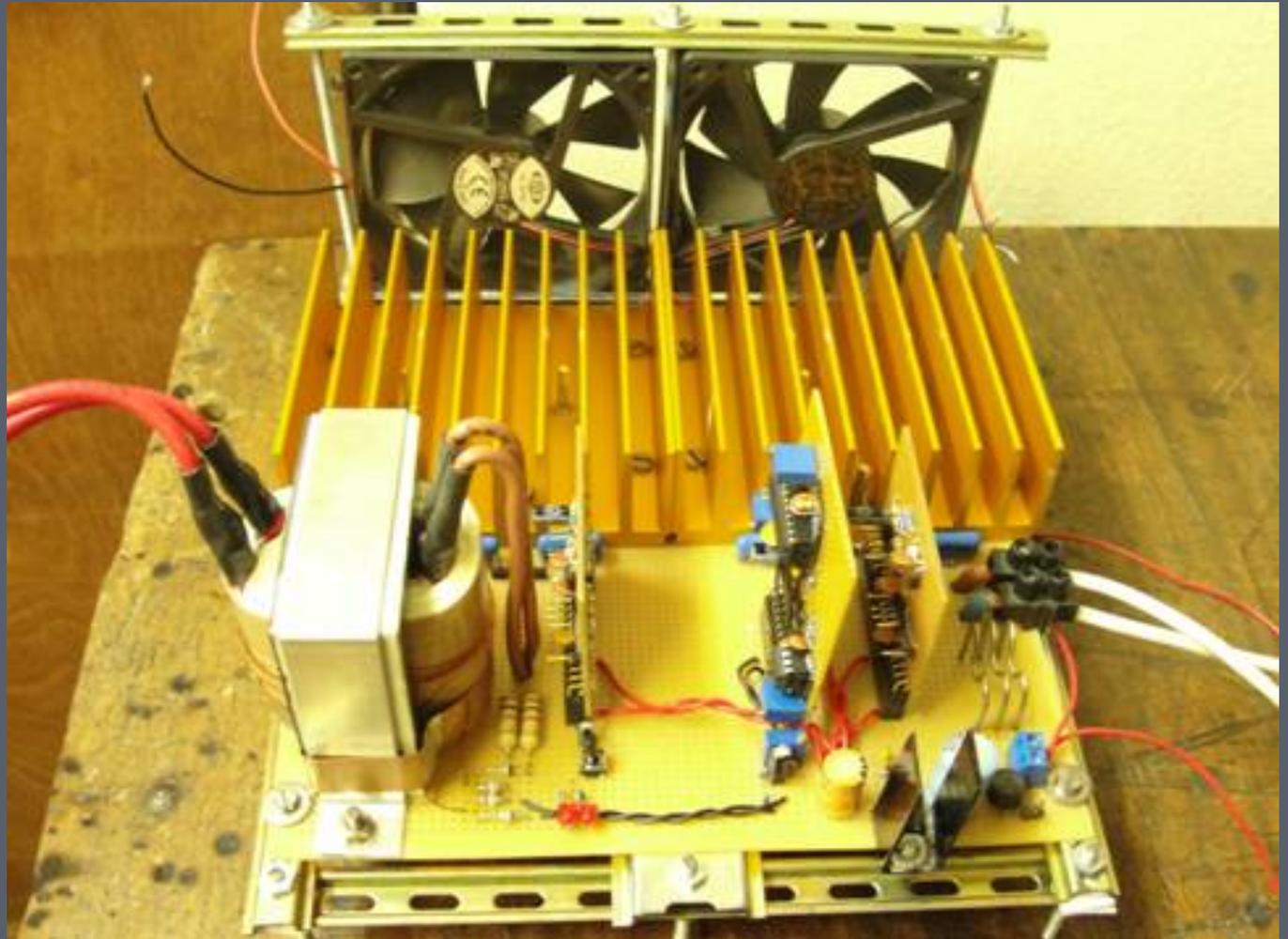
# Trabajando en el LABCATyP



# Trabajando en el LABCATyP (Cont.)



# Trabajando en el LABCATyP (Cont.)



# Formas de Onda

