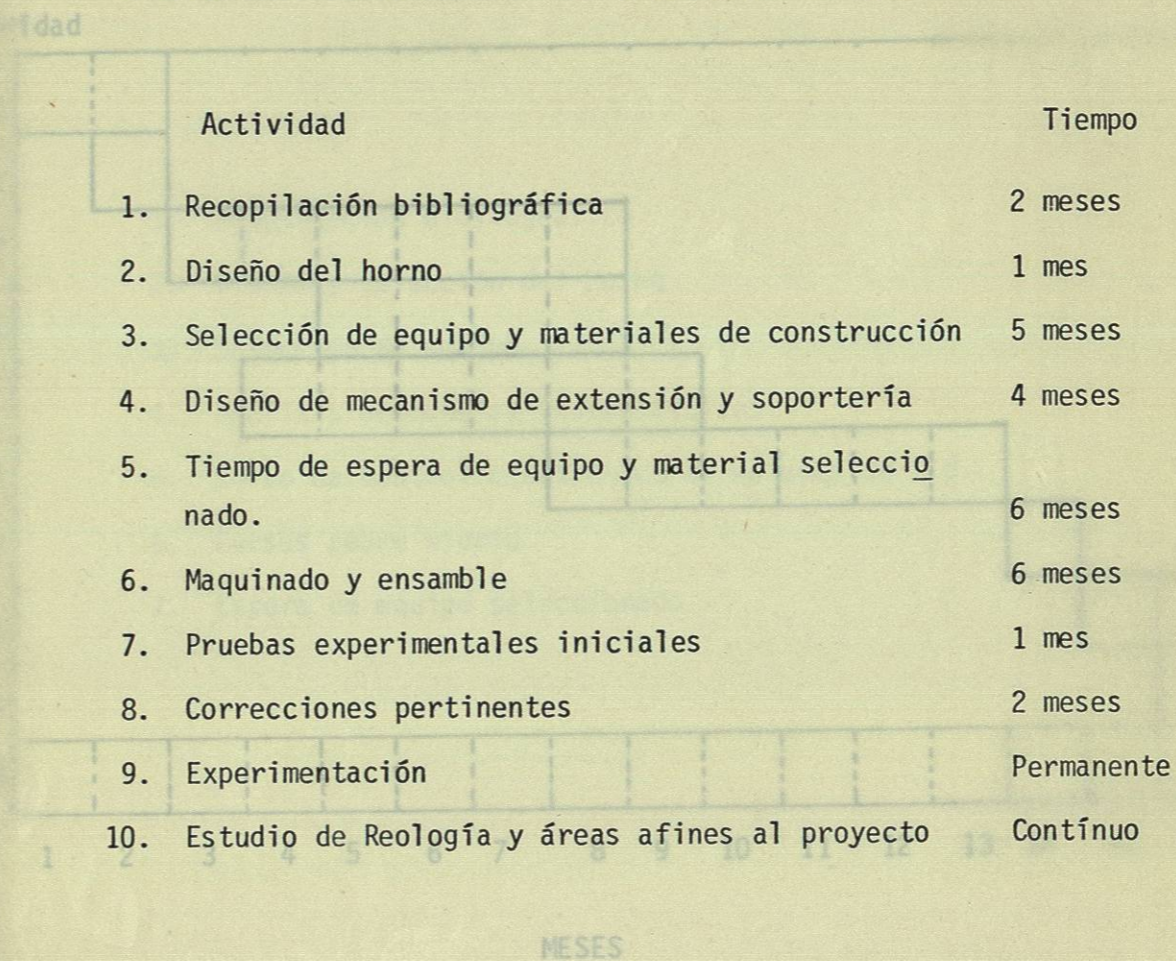


- 10. aparato de control
- 9. amplificador
- 8. control electrónico de motor
- 7. control de temperatura del transductor de fuerza
- 6. acondicionador de señal
- 5. bobinas
- 4. motor-generator, transductor
- 3. transductor de fuerza
- 2. motor
- 1. fibra de vidrio

APENDICE A. PROGRAMACION DE ACTIVIDADES.

Fig. 24. GRAFICA DE CALENDARIZACION

El primero de abril de 1980 se iniciaron los trabajos de diseño del extensiómetro para vidrio fundido, habiéndose propuesto la siguiente calendarización de actividades.



La Fig. 24 muestra la distribución de las actividades propuestas.

APENDICE A. PROGRAMACION DE ACTIVIDADES.

El primero de abril de 1980 se iniciaron los trabajos de diseño del extensómetro para vidrio fundido, habiéndose propuesto la siguiente calendarización de actividades.

Actividad	Tiempo
1. Recopilación bibliográfica	2 meses
2. Diseño del horno	1 mes
3. Selección de equipo y materiales de construcción	2 meses
4. Diseño de mecanismo de extensión y soportes	4 meses
5. Tiempo de espera de equipo y material seleccionado	6 meses
6. Madurado y ensamble	6 meses
7. Pruebas experimentales iniciales	1 mes
8. Correcciones pertinentes	2 meses
9. Experimentación	Permanente
10. Estudio de Reología y áreas afines al proyecto	Continuo

La Fig. 24 muestra la distribución de las actividades propuestas.

Fig. 24 GRAFICA DE CALENDARIZACION

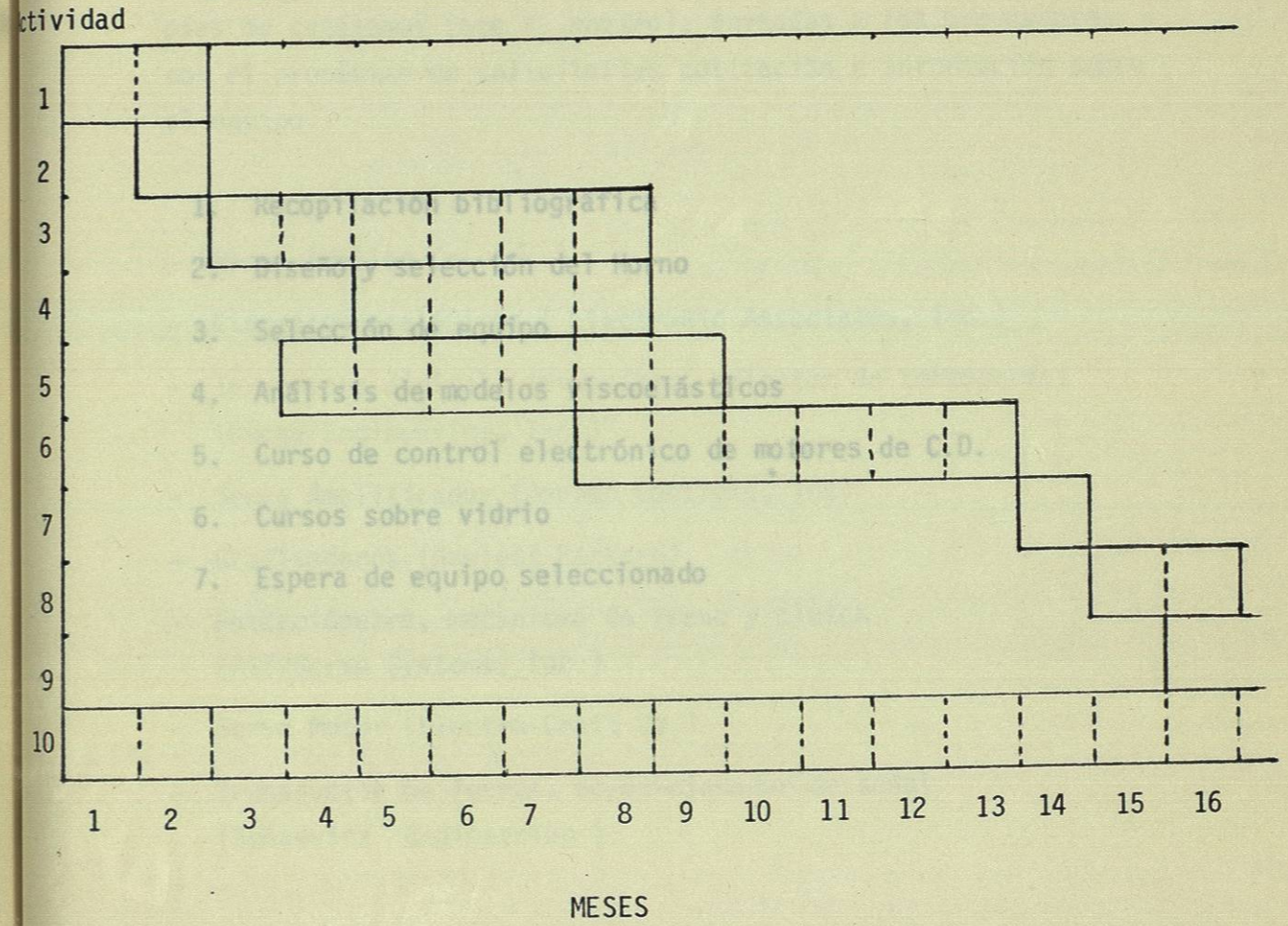
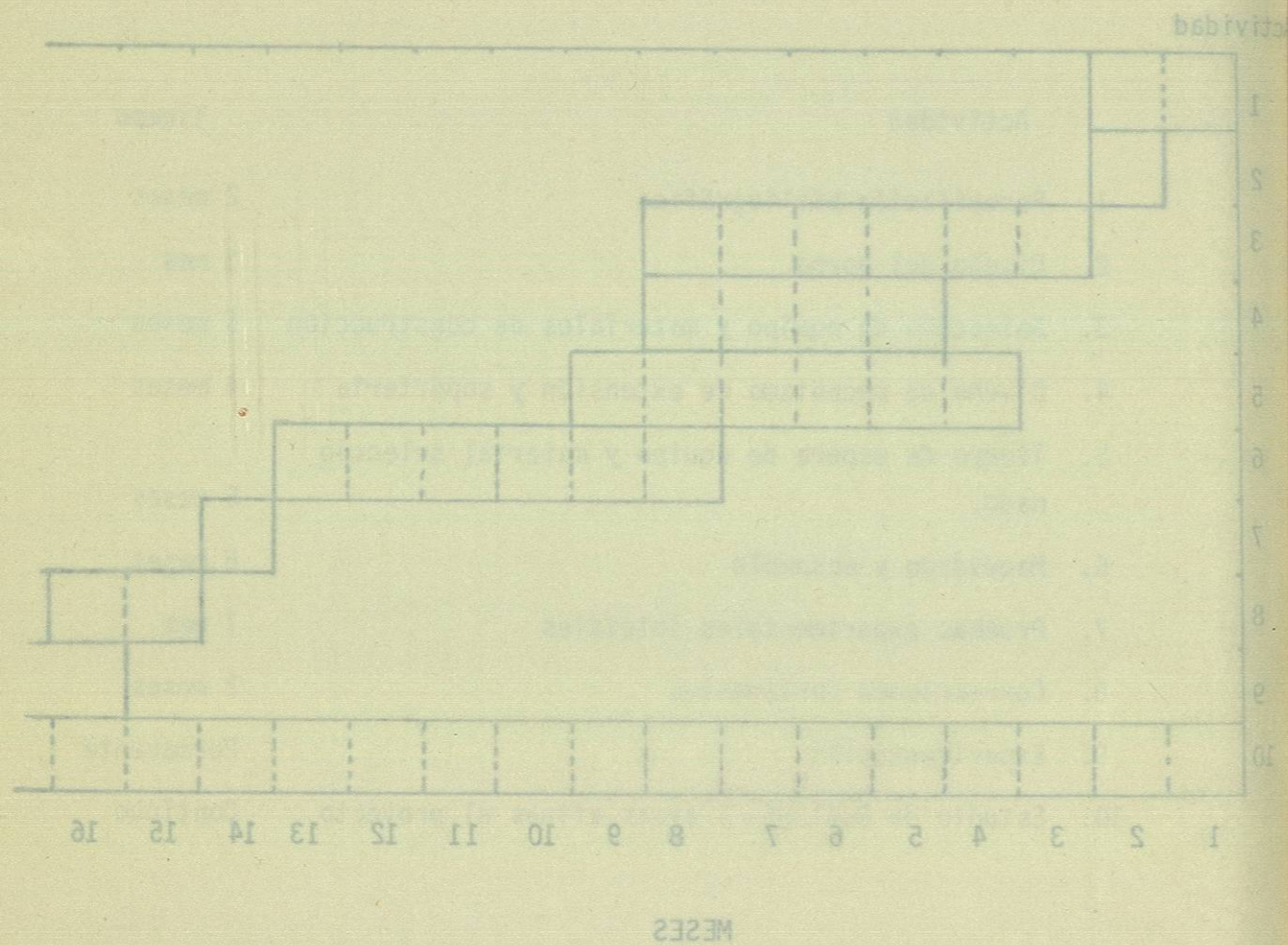


Fig. 24 GRAFICA DE CALENDARIZACION



APENDICE B. CARACTERISTICAS Y OBTENCIONES DE EQUIPO.

Actividades desarrolladas en el proyecto de diseño y construcción de un extensiómetro para vidrio fundido, iniciado el primer día de abril de 1980.

Las características son resumidas en las cartas y copias de catálogos (que se anexan), enviadas a los proveedores con el propósito de solicitarles cotización e información sobre el equipo.

1. Recopilación bibliográfica
 2. Diseño y selección del Horno
 3. Selección de equipo (Electronic Associates, Inc.)
 4. Análisis de modelos viscoelásticos
 5. Curso de control electrónico de motores de C.D.
 6. Cursos sobre vidrio
 7. Espera de equipo seleccionado
- Potenciómetro, mecanismo de freno y clutch (AST/Servo Systems, Inc.)
 - Servo Motor (Electro-Craft Co.)
 - Transductor de fuerza, acondicionador de señal (Schaevitz Engineering).

Actividades desarrolladas en el proyecto de diseño y construcción de un extensómetro para vidrio fundido, iniciado el primer día de abril de 1980.

1. Recopilación bibliográfica
2. Diseño y selección del horno
3. Selección de equipo
4. Análisis de modelos viscoelásticos
5. Curso de control electrónico de motores de C.D.
6. Cursos sobre vidrio
7. Especificación de equipo seleccionado

APENDICE C. MODELOS PARA FLUIDOS NO NEWTONIANOS.

a) Modelo de Bingham.

APENDICE B. CARACTERISTICAS Y COTIZACIONES DE EQUIPO.

Esta sustancia que se comporta de acuerdo al siguiente modelo de dos parámetros, se denomina "plástico de Bingham".

A continuación se presenta una lista del equipo seleccionado cuyas características son resumidas en las cartas y copias de catálogos (que se anexan), enviadas a los proveedores con el propósito de solicitarles cotización e información sobre el equipo.

- Horno (Mellen Co. Inc.)
- Circuitos analógicos (Electronic Associates, Inc.)
- Termómetro digital, termopares, selector de termopares, (Omega Engineering, Inc.)
- Servo Amplificador (Jordan Controls, Inc)
- Graficadores (Hewlett Packard)
- Potenciómetro, mecanismo de freno y clutch (AST/Servo Systems, Inc.)
- Servo Motor (Electro-Craft Co.)
- Transductor de fuerza, acondicionador de señal (Schaevitz Engineering).

c) Modelo de Eyring

$$\tau_{yx} = A \operatorname{arc} \operatorname{sen} h \left(- \frac{1}{B} \frac{dv_x}{dy} \right) \quad (52)$$

Este modelo de dos parámetros deriva de la teoría cinética de los líquidos, de Eyring, y predice el comportamiento pseudoplástico para valores finitos de τ_{yx} y tiende asintóticamente a la ley de viscosidad de Newton cuando τ_{yx} tiende a cero, siendo en este caso $\mu = A/B$.

APENDICE C. MODELOS PARA FLUIDOS NO NEWTONIANOS.

d. - Modelo de Ellis
a) Modelo de Bingham.

Toda sustancia que se comporta de acuerdo con el siguiente modelo de dos parámetros, se denomina "plástico de Bingham".

$$\tau_{yx} = -\mu_0 \frac{dv_x}{dy} + \tau_0 \quad \text{Si } |\tau_{yx}| > \tau_0 \quad (49)$$

$$\tau_{yx} = 0 \quad \text{Si } |\tau_{yx}| < \tau_0 \quad (50)$$

Esta sustancia permanece rígida mientras el esfuerzo cortante es menor de un determinado valor τ_0 , por encima del cual se comporta de forma semejante a un fluido newtoniano.

b) Modelo de Ostwald-de Waele

$$\frac{dv_x}{dy} = \left(\frac{\tau_{yx}}{m} \right)^{\frac{1}{n-1}} \frac{dv_x}{dy} \quad (51)$$

Esta ecuación de dos parámetros se conoce también con el nombre de "Ley de Potencia". Para $n=1$ se transforma en la ley de viscosidad de Newton, siendo $m=\mu$; por consiguiente, la desviación del valor de n con respecto a la unidad es una medida del grado de desviación del comportamiento Newtoniano. Cuando n es menor que uno el comportamiento es "pseudoplástico", mientras que para valores superiores a la unidad es "dilatante".

c) Modelo de Eyring

$$\tau_{yx} = A \operatorname{arc} \operatorname{sen} h \left(-\frac{1}{B} \frac{dv_x}{dy} \right) \quad (52)$$

Este modelo de dos parámetros deriva de la teoría cinética de los líquidos, de Eyring, y predice el comportamiento pseudoplástico para valores finitos de τ_{yx} y tiende asintóticamente a la ley de viscosidad de Newton cuando τ_{yx} tiende a cero, siendo en este caso $\mu = A/B$.

a) Modelo de Bingham.

Toda sustancia que se comporta de acuerdo con el siguiente modelo de dos parámetros, se denomina "plástico de Bingham".

$$\tau_{yx} = \tau_0 + \frac{xvb}{yb} \quad \text{si } |\tau_{yx}| > \tau_0 \quad (49)$$

$$\tau_{yx} = 0 \quad \text{si } |\tau_{yx}| < \tau_0 \quad (50)$$

Esta sustancia permanece rígida mientras el esfuerzo cortante es menor de un determinado valor, por encima del cual se comporta de forma semejante a un fluido newtoniano.

b) Modelo de Ostwald-de Waele

$$\tau_{yx} = m \left| \frac{dvx}{dy} \right|^{n-1} \frac{dvx}{dy} \quad (51)$$

Esta ecuación de dos parámetros se conoce también con el nombre de "Ley de potencia". Para $n=1$ se transforma en la ley de viscosidad de Newton, siendo $m=\mu$; por consiguiente, la desviación del valor de n con respecto a la unidad es una medida del grado de desviación del comportamiento Newtoniano. Cuando n es menor que uno el comportamiento es "pseudoplástico", mientras que para valores superiores a la unidad es "dilatante".

c) Modelo de Eyring

$$\tau_{yx} = A \operatorname{sen} h \left(- \frac{1}{B} \frac{dvx}{dy} \right) \quad (52)$$

Este modelo de dos parámetros deriva de la teoría cinética de los fluidos, de Eyring, y predice el comportamiento pseudoplástico para valores finitos de τ_{yx} y tiende asintóticamente a la ley de viscosidad de Newton cuando τ_{yx} tiende a cero, siendo en este caso $\mu = A/B$.

d.- Modelo de Ellis

$$-\frac{dvx}{dy} = (\phi_0 + \phi_1 |\tau_{yx}|^{\alpha-1}) \tau_{yx} \quad (53)$$

Este modelo consta de tres parámetros positivos ajustables: ϕ_0, ϕ_1, α . Si se toma para α un valor mayor que la unidad, el modelo tiende hacia la ley de Newton para valores bajos de τ_{yx} mientras que si se elige para α un valor menor que la unidad, la ley de Newton se establece para valores elevados de τ_{yx} . El modelo presenta gran flexibilidad, y en él están comprendidas, como casos particulares, tanto la ley de Newton, (para $\phi_1 = 0$), como la ley de la potencia (para $\phi_0 = 0$).

e.- Modelo Reiner - Philippoff

$$-\frac{dvx}{dy} = \left(\frac{1}{\mu_\infty + \frac{\mu_0 - \mu_\infty}{1 + (\tau_{yx}/\tau_s)^2}} \right) \tau_{yx} \quad (54)$$

Este modelo tiene tres parámetros positivos ajustables: $\mu_0, \mu_\infty, \tau_s$. Teniendo en cuenta que frecuentemente se ha observado que el comportamiento newtoniano se presenta, tanto para valores muy bajos como muy elevados del gradiente de velocidad, este modelo se ha planteado con el fin de que se transforme en estos dos casos límite en la ley de Newton de la viscosidad, haciéndose $\mu = \mu_0$ y $\mu = \mu_\infty$ respectivamente. Los puntos de inflexión de la curva de τ_{yx} vs dvx/dy corresponden a valores de $\tau_{yx} = \pm \tau_s \sqrt{3\mu_0/\mu_\infty}$.

10. Bird, R.B., "Fenómenos de Transporte", Ed. Reverté, 1973.
11. St. Trouton, Proc. Roy. Soc., 427 (1906), 426.