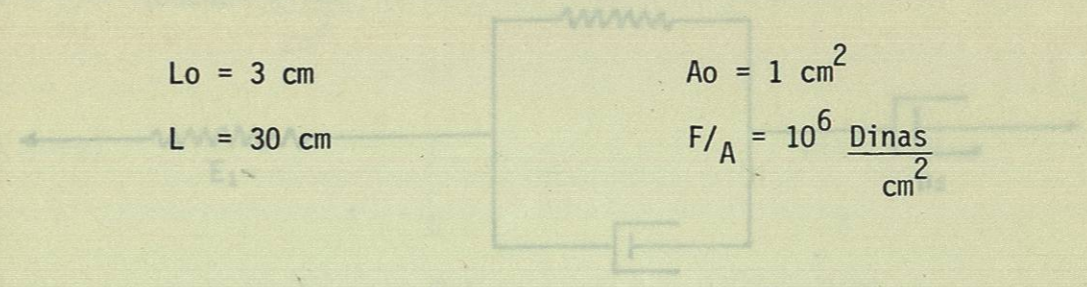


Tabla 15. Comportamiento de las variables del proceso de extensión a velocidad constante, en el modelo de Newton.

| t (seg) | L (cm) | F (gr) |
|---------|--------|--------|
| 0 | 1 | 980.24 |
| 2 | 1.44 | 284.00 |
| 10 | 2.71 | 324.12 |
| 15 | 4.48 | 214.06 |
| 20 | 7.38 | 128.44 |
| 25 | 12.18 | 78.83 |
| 30 | 20.08 | 47.82 |
| 34 | 30.00 | 32.00 |
| 0 | 1.0 | 98.05 |
| 20 | 1.22 | 78.20 |
| 60 | 1.82 | 52.20 |
| 100 | 2.71 | 32.43 |
| 200 | 7.38 | 12.90 |
| 300 | 20.08 | 4.78 |
| 334 | 30.00 | 3.2 |

Tabla 16.- Comportamiento de las variables del proceso de extensión a esfuerzo constante, en el modelo de Newton.



| t (seg) | \dot{E} (seg ⁻¹) | (poises) |
|---------------------|--------------------------------|--------------------|
| 20.72×10^7 | 1.11×10^{-8} | 9×10^{14} |
| 6.9×10^5 | 3.33×10^{-6} | 3×10^{12} |
| 6.9×10^3 | 3.33×10^{-4} | 3×10^{10} |
| 690.8 | 3.33×10^{-3} | 3×10^9 |
| 69.08 | 3.33×10^{-2} | 3×10^8 |
| 0.69 | 3.33 | 3×10^6 |

$\lambda = \frac{g_1}{1} = 0.1 \text{ seg}^{-1}$
 $\frac{1}{g_2}$

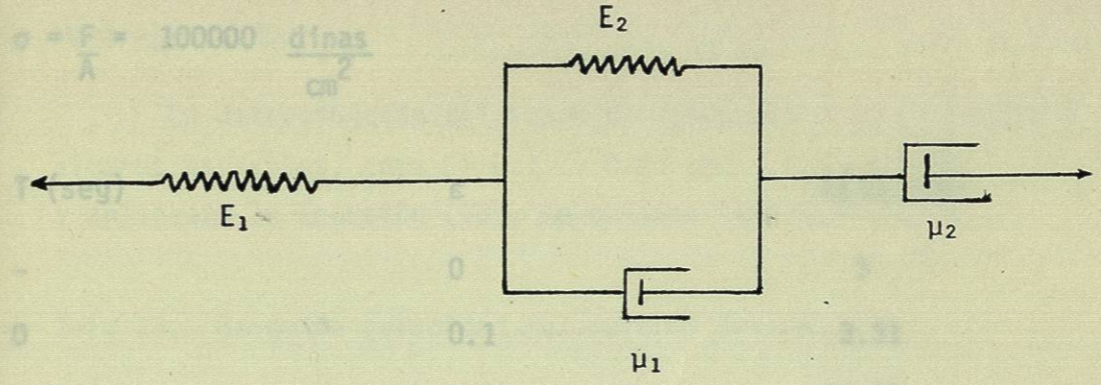
Tabla 16.- Comportamiento de las variables del proceso de extensión a esfuerzo constante, en el modelo de Newton.

$\sigma = F/A = 10^8 \text{ Dinas/cm}^2$ $A_0 = 1 \text{ cm}^2$

$L_0 = 3 \text{ cm}$ $L = 30 \text{ cm}$

| t (seg) | E (seg ⁻¹) | (potres) |
|---------|-------------------------|------------------------|
| 0.0 | 1.11 x 10 ⁻⁸ | 0.1 x 10 ¹⁴ |
| 0.2 | 3.33 x 10 ⁻⁸ | 3 x 10 ¹³ |
| 0.4 | 3.33 x 10 ⁻⁴ | 3 x 10 ¹⁰ |
| 0.6 | 3.33 x 10 ⁻³ | 3 x 10 ⁹ |
| 0.8 | 3.33 x 10 ⁻² | 3 x 10 ⁸ |
| 1.0 | 3.33 | 3 x 10 ⁶ |

Tabla 17.- Análisis del modelo de Merle y Truchasson.



$$\epsilon = \frac{\sigma_0 t}{q_1} + \frac{\sigma_0 (p_1 q_1 - q_2)}{q_1^2} (1 - e^{-\lambda t}) + \frac{\sigma_0 p_2}{q_2} e^{-\lambda t}$$

$$q_1 = \mu_2 = 16000 \frac{\text{gr}}{\text{cm seg}}$$

$$T = 764^\circ\text{C}$$

$$E_1 = 10^6 \frac{\text{gr}}{\text{cm seg}^2}$$

$$q_2 = \frac{\mu_2 \mu_1}{E_2} = 1.6 \times 10^5 \frac{\text{gr}}{\text{cm}}$$

$$E_2 = 10^6 \frac{\text{gr}}{\text{cm seg}^2}$$

$$p_2 = \frac{\mu_1 \mu_2}{E_1 E_2} = 0.16 \text{ seg}^2$$

$$\mu_1 = 10^7 \frac{\text{gr}}{\text{cm seg}}$$

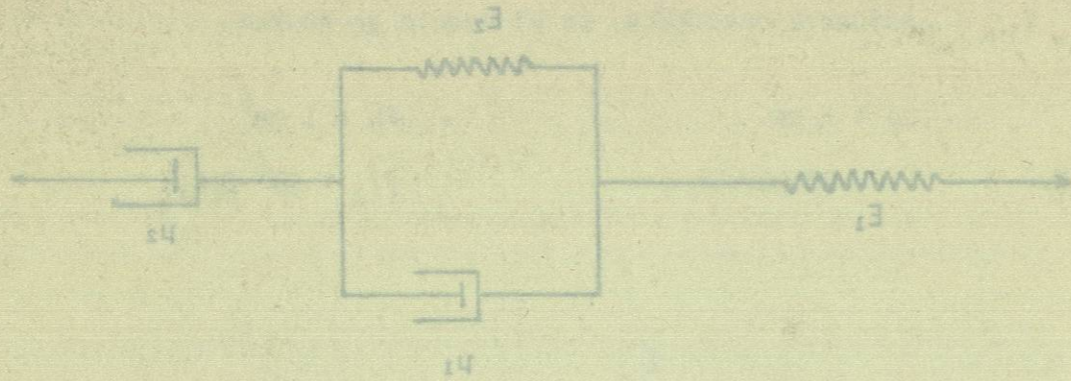
$$\mu_2 = 16000 \frac{\text{gr}}{\text{cm seg}}$$

$$p_1 = \frac{\mu_2 E_2 + E_1 \mu_2 + \mu_1 E_1}{E_1 E_2} = 10.032 \text{ seg}$$

$$L_0 = 3 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{q_1}{q_2} = 0.1 \text{ seg}^{-1}$$

Tabla IX - Análisis del modelo de Merle y Truchasson



$$E_1 \frac{d^2 x}{dt^2} + E_2 \frac{dx}{dt} + h_1 x = h_2 \frac{dx}{dt} + h_3 x$$

$$E_1 \frac{d^2 x}{dt^2} + (E_2 - h_2) \frac{dx}{dt} + (h_1 - h_3) x = 0$$

$$E_1 \frac{d^2 x}{dt^2} + 10^6 \frac{dx}{dt} + 10^7 x = 10000 \frac{dx}{dt} + 3x$$

$$E_1 \frac{d^2 x}{dt^2} + 999000 \frac{dx}{dt} + 9997x = 0$$

$$p^2 + 9990 \frac{p}{10^6} + 9997 \frac{1}{10^6} = 0$$

$$p^2 + 9.99 \frac{p}{10^6} + 9.997 \frac{1}{10^6} = 0$$

$$p^2 + 9.99 \frac{p}{10^6} + 9.997 \frac{1}{10^6} = 0$$

$$p = \frac{-9.99 \pm \sqrt{9.99^2 - 4 \cdot 9.997}}{2} \cdot 10^6$$

$$p = \frac{-9.99 \pm \sqrt{99.8001 - 39.988}}{2} \cdot 10^6$$

$$p = \frac{-9.99 \pm \sqrt{59.8121}}{2} \cdot 10^6$$

$$p = \frac{-9.99 \pm 7.7338}{2} \cdot 10^6$$

$$p_1 = -1.1281 \cdot 10^6 \text{ seg}^{-1}$$

$$p_2 = -3.6719 \cdot 10^6 \text{ seg}^{-1}$$

$$x(t) = A e^{p_1 t} + B e^{p_2 t}$$

$$x(0) = 0 \Rightarrow A + B = 0$$

$$\dot{x}(0) = 10000 \Rightarrow A p_1 + B p_2 = 10000$$

$$A = \frac{10000}{p_1 - p_2} = \frac{10000}{-1.1281 \cdot 10^6 - (-3.6719 \cdot 10^6)} = \frac{10000}{2.5438 \cdot 10^6} = 3.931 \cdot 10^{-6}$$

$$B = -3.931 \cdot 10^{-6}$$

$$x(t) = 3.931 \cdot 10^{-6} (e^{-1.1281 \cdot 10^6 t} - e^{-3.6719 \cdot 10^6 t})$$

Continuación

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{100000 \text{ dinas}}{\text{cm}^2}$$

La determinación del rango de velocidades se hizo fijando algunas variables, como $\epsilon = 0.1$ 0.01 seg^{-1} , y $L = 30 \text{ cm}$, y aplicando la ecuación (38), se obtiene lo siguiente:

| T (seg) | ϵ | L(t), (cm) |
|---------|------------------------------------|--|
| - | 0 | 3 |
| 0 | 0.1 | 3.31 |
| 0.2 | $\epsilon = 0.1 \text{ seg}^{-1}$ | $V_{\text{máx}} = 27.55 \text{ rpm}$ 11.59 |
| 0.4 | | $V_{\text{mín}} = 0.7519 \text{ rpm}$ 40.39 |
| 0.6 | | 141.79 |
| 0.8 | $\epsilon = 0.01 \text{ seg}^{-1}$ | $V_{\text{máx}} = 2.25 \text{ rpm}$ 495.81 |
| 1.0 | | $V_{\text{mín}} = 0.0751$ 1733.87 |

Torque 65 m lb.

Las características del motor seleccionado se pueden ver en Anexo B.

Continuación

$\sigma = \frac{F}{A} = 100000 \frac{\text{dinas}}{\text{cm}^2}$

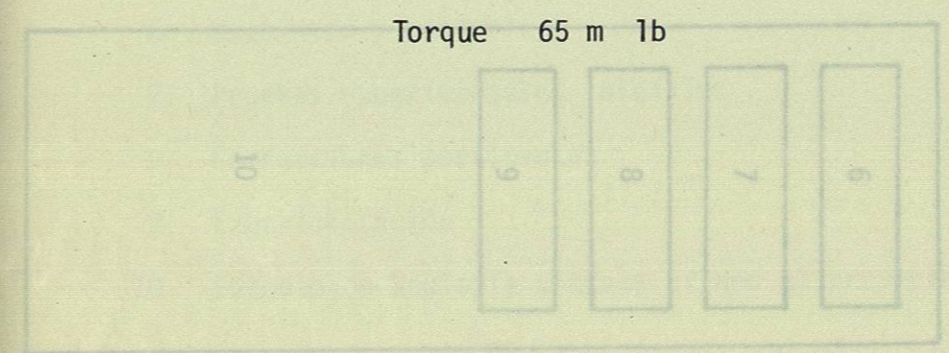
| $L(t), (cm)$ | ϵ | $T (seg)$ |
|--------------|------------|-----------|
| 3 | 0 | - |
| 18.31 | 0.1 | 0 |
| 32.11 | 1.32 | 0.5 |
| 40.32 | 5.60 | 1.0 |
| 57.141 | 3.82 | 3.0 |
| 118.281 | 2.10 | 8.0 |
| 173.381 | 28.2 | 1.0 |

Motor-Generador

La determinación del rango de velocidades se hizo fijando algunas variables, como $\dot{\epsilon} = 0.1 \text{ } 0.01 \text{ seg}^{-1}$, y $L_0 = \frac{1}{2} \text{ cm}$, $L=30 \text{ cm}$, y aplicando la Ecuación (38), se obtiene lo siguiente.

Tala 18, Rango de velocidad del motor y Torque.

| | |
|--|---------------------------------------|
| $\dot{\epsilon} = 0.1 \text{ seg}^{-1}$ | $V_{\text{máx}} = 27.55 \text{ rpm}$ |
| | $V_{\text{mín}} = 0.7519 \text{ rpm}$ |
| $\dot{\epsilon} = 0.01 \text{ seg}^{-1}$ | $V_{\text{máx}} = 2.25 \text{ rpm}$ |
| | $V_{\text{mín}} = 0.0751 \text{ rpm}$ |



Las características del motor seleccionado se pueden ver en Anexo B.

- 1 fibra de vidrio
- 2 horno
- 3 transductor de fuerza
- 4 motor-generador, transmisión.
- 5 poleas
- 6 acondicionador de señal del transductor de fuerza
- 7 control de temperatura del horno
- 8 control electrónico de velocidad del motor
- 9 graficador
- 10 gabinete de control

Motor-Generador

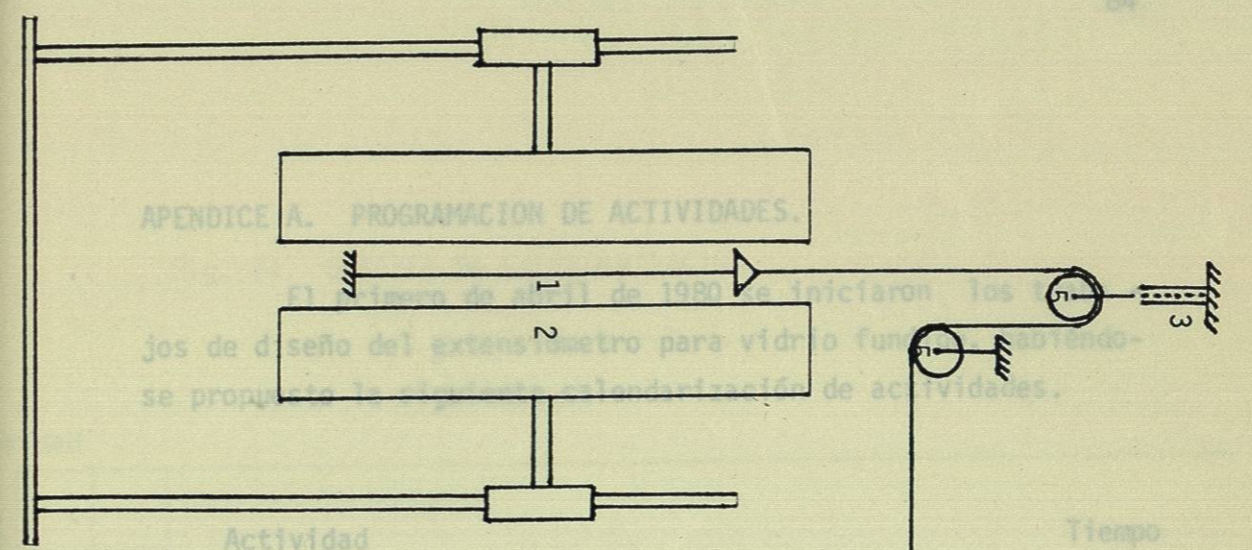
La determinación del rango de velocidades se hizo fijando algunas variables, como $\dot{\epsilon} = 0.1$ a 0.01 seg^{-1} , $L = 1 \text{ cm}$, $r = 30 \text{ cm}$, y aplicando la Ecuación (38), se obtiene lo siguiente.

Tala 18, Rango de velocidad del motor y Torque.

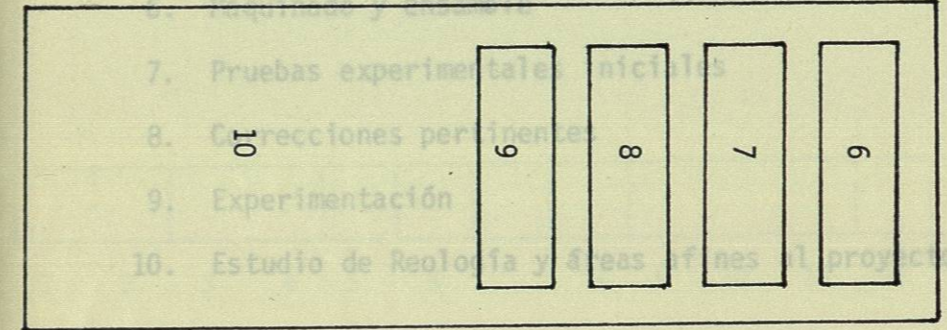
| Velocidad (rpm) | Acceleración (seg^{-1}) | Torque (m lb) |
|---------------------------|------------------------------------|---------------|
| $V_{\text{máx}} = 27.25$ | $\dot{\epsilon} = 0.1$ | 65 |
| $V_{\text{mín}} = 0.7519$ | | |
| $V_{\text{máx}} = 2.25$ | $\dot{\epsilon} = 0.01$ | 65 |
| $V_{\text{mín}} = 0.0751$ | | |

Las características del motor seleccionados se pueden ver en Anexo B.

APENDICE A. PROGRAMACION DE ACTIVIDADES.



| Actividad | Tiempo |
|--|------------|
| 1. Recopilación bibliográfica | 2 meses |
| 2. Diseño del horno | 1 mes |
| 3. Selección de equipo y materiales de construcción | 5 meses |
| 4. Diseño de mecanismo de extensión y soporte | 4 meses |
| 5. Tiempo de espera de equipo y material seleccionado. | 6 meses |
| 6. Instalación 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 |



- 1 fibra de vidrio
- 2 horno
- 3 transductor de fuerza
- 4 motor-generador, trans misión.
- 5 poleas
- 6 acondicionador de señal del transductor de fuerza
- 7 control de temperatura del horno
- 8 control electrónico de velocidad del motor
- 9 graficador
- 10 gabinete de control

La Fig. 24 muestra la programación de actividades.