

b.- Selección de equipo.

Como se puede apreciar en la Fig.23 el equipo necesario para construir un extensiómetro del cual se pueda obtener información experimental para calcular la viscosidad extensional y los parámetros de comportamiento viscoelástico del vidrio es:

- Horno
- Transductor de fuerza
- Circuitos analógicos
- Servo Motor con transmisión y Tacómetro
- Potenciómetro, mecanismo de freno y clutch
- Servo amplificador
- Graficadores
- Termómetro digital, termopares, Selector de Termopares
- Accesorios.

Horno

Las características deseadas en el horno, tomando en cuenta las temperaturas de trabajo para las determinaciones por realizar en los diferentes vidrios que hay en el mercado, (tabla 9) y los accesorios que llevaría en la parte interna con el objeto de hacer la extensión son:

- Horno tubular
- Temperatura de trabajo 200 - 1200°C
- Longitud 24"
- Longitud con perfil de temperatura plano 12" como mínimo.
- Diámetro interno 3"
- Diámetro externo ?
- Control de temperatura con error de $\pm 1^\circ\text{C}$

se obtiene lo siguiente, tabla 15,16, y del modelo mecánico de cuatro parámetros propuesto por Merle y Truchason, probado con los valores reportados por ellos se obtuvo lo siguiente, tabla 17.

- Termopares distribuidos a lo largo del horno con el propósito de detectar algún perfil de temperatura.
- Un termopar calibrado con traductor digital de temperatura localizado en el mecanismo de extensión para determinar exactamente la temperatura de la muestra.

En una primera instancia se trató de construir el horno, sin embargo en algunas visitas a posibles constructores de hornos se llegó a la conclusión que la mejor opción era comprarlo construido. Con este fin se hizo una consulta de catálogos de fabricantes, encontrándose que MELLE COMPANY, INC. tenía los hornos con mayor aproximación a lo deseado y con mejor precisión y resolución en el control de temperatura. Se anexa las características y cotización del horno y equipo de control, Anexo B.

Transductor de Fuerza.

Para determinar el rango de fuerzas, se procedió a fijar algunas variables y analizar algunos modelos.

- muestra: Cilindro de 1 a 6 cm. de longitud
Diámetro 0.2 - 1.0cm
longitud máxima después de la extensión 30 cm.
- rango de gradiente de velocidad $\dot{\epsilon} = 0.1 \rightarrow 0.01 \text{ seg}^{-1}$

Los modelos analizados fueron el de Newton utilizando la viscosidad extensional Ec. 6, y el propuesto por Merle y Truchason.

Del análisis del modelo de Newton de acuerdo con las Ecuaciones 6,7,8,

d. - Selección de equipo.

Como se puede apreciar en la Fig. 23 el equipo necesario para construir un extensómetro del cual se pueda obtener información experimental para calcular la viscosidad extensional y los parámetros de comportamiento viscoelástico del vidrio es:

- Horno
- Transductor de fuerza
- Circuitos analógicos
- Servo Motor con transmisión y Tacómetro
- Potenciometro, mecanismo de freno y clutch
- Servo amplificador
- Gráficos
- Termómetro digital, termopares, Selector de Termopares
- Accesorios.

Horno

Las características deseadas en el horno, tomando en cuenta las temperaturas de trabajo para las determinaciones por realizar en los diferentes vidrios que hay en el mercado, (tabla 9) y los accesorios que llevaría en la parte interna con el objeto de hacer la extensión son:

- Horno tubular
- Temperatura de trabajo 200 - 1200°C
- Longitud 24"
- Longitud con perfil de temperatura plano 12" como mínimo.
- Diámetro interno 3"
- Diámetro externo 5"
- Control de temperatura con error de $\pm 1^\circ\text{C}$

se obtiene lo siguiente, tabla 15,16, y del modelo mecánico de cuatro parámetros propuesto por Merle y Truchasson, probado con los valores reportados por ellos se obtuvo lo siguiente, tabla 17.

Los resultados obtenidos de estos modelos nos hizo tomar la conclusión de seleccionar un transductor de fuerza con un rango de 0 —1 Kg_f , con el propósito de hacer las primeras pruebas y variando la temperatura, trabajar en el rango antes mencionado. Una vez que se hagan las pruebas se tendrá más conocimiento del comportamiento reológico del vidrio y podremos hacer una selección mas apropiada para el rango de temperaturas que nos interesa estudiar.

El funcionamiento, características del transductor de fuerza y accesorios seleccionados se puede ver en anexo B.

0	1	960.24
5	1.64	584.09
10	2.71	354.12
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

$$D_0 = 0.2 \text{ cm} \quad \dot{\epsilon} = 0.01 \text{ seg}^{-1}$$

$$L_0 = 1 \text{ cm} \quad \eta = 3 \times 10^8$$

t (seg)	L(t) (cm)	F(t) (gr _f)
0	1.0	96.02
20	1.22	78.59
60	1.82	52.59
100	2.71	35.43
200	7.38	12.99
300	20.08	4.78
334	30.00	3.2

- Termopares distribuidos a lo largo del horno con el propósito de detectar algún perfil de temperatura.
 - Un termopar calibrado con transductor digital de temperatura localizado en el mecanismo de extensión para determinar exactamente la temperatura de la muestra.

En una primera instancia se trató de construir el horno, sin embargo en algunas vistas a posibles constructores de hornos se llegó a la conclusión que la mejor opción era comprarlo construido. Con este fin se hizo una consulta de catálogos de fabricantes, encontrándose que MELLEN COMPANY, INC. tenía los hornos con mayor aproximación a lo deseado y con mejor precisión y resolución en el control de temperatura. Se anexa las características y cotización del horno y equipo de control, Anexo B.

Transductor de fuerza.

Para determinar el rango de fuerzas, se procedió a fijar algunas varillas y analizar algunos modelos.

- muestra: Cilindro de 1 a 6 cm. de longitud

Diámetro 0.5 - 1.0 cm

Longitud máxima después de la extensión 30 cm.

- rango de gradiente de velocidad $\dot{\epsilon} = 0.1 + 0.01 \text{ seg}^{-1}$

Los modelos analizados fueron el de Newton utilizando la viscosidad extensional Ec. 6, y el propuesto por Merle y Truchasson.

Del análisis del modelo de Newton de acuerdo con las Ecuaciones 6,7,8,

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

$D_0 = 0.2 \text{ cm}$ $\dot{\epsilon} = 0.1 \text{ seg}^{-1}$
 $L_0 = 1 \text{ cm}$ $\eta = 3 \cdot 10^8 \text{ poise}$

t (seg)	L(t) (cm)	F(t) (gr _f)
0	1	960.24
5	1.64	584.09
10	2.71	354.12
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

$D_0 = 0.2 \text{ cm}$ $\dot{\epsilon} = 0.01 \text{ seg}^{-1}$
 $L_0 = 1 \text{ cm}$ $\eta = 3 \cdot 10^8$

t (seg)	L(t) (cm)	F(t) (gr _f)
0	1.0	96.02
20	1.22	78.59
60	1.82	52.59
100	2.71	35.43
200	7.38	12.99
300	20.08	4.78
334	30.00	3.2