

Modelo de planta propulsiva para NGI - v1.0.

November 15, 2008

1. Planta motora tipo

En este primer análisis se va a proveer de un modelo de planta propulsora, con sus curvas de par y consumo de combustible que servirán para el escalado de los motores. Los datos del motor que se proporcionará (TP2-NGI) cuyos datos principales son:

- TP2-NGI:
 - Power (shp) : 2645
 - Length (m) : 2,1336
 - Diameter (m): 0,6604
 - Height (m): 0,8382
 - Dry Weight (kg):481

Del que se proveerá la siguiente información:

- Torque en función de temperatura ambiente, altitud, velocidad y palanca de gases (porcentaje de par máximo)
- Consumo de combustible en función de de temperatura ambiente, altitud, palanca de gases máxima (estático)

Dichas curvas son:

- Maximum Torque For Normal Takeoff (STATIC) 2.
- Fuel Flow For Normal Takeoff (STATIC) .
- Maximum Torque For Maximum Continuous Power (120KCAS).
- Maximum Torque For Maximum Continuous Power (160KCAS).
- Maximum Torque For Maximum Continuous Power (200KCAS).
- Maximum Torque For Maximum Continuous Power (240KCAS).

Se asume que hay una serie de configuraciones que definen la máxima potencia disponible (usable power, *SHP*) y el porcentaje de *RPM* con respecto a las RPM maximas a la que vuela dicho régimen. Los regímenes considerados son:

donde los diferentes POWER SETTINGS del motor TP2-NGI vienen definidos por diferentes segmentos de vuelo

- Normal Takeoff se corresponde con la posición de palanca para un despegue normal, al 100 % del par disponible.

POWER SETTINGS	PROPELLER (RPM)	USABLE POWER (SHP)
Normal Takeoff	100 %	2645
Maximum Takeoff	100 %	2920
Maximum Continuous	100 %	2920
Maximum Climb	95 %	2240
Maximum Cruise 1	90 %	2132
Maximum Cruise 2	80 %	2132

Figura 1: Power Settings

- Maximum Takeoff se corresponde con el motor operando al 110,4 % del par disponible.
- Maximum continuous es la configuración que se considera como el máximo par que puede generar el motor de forma continua y se corresponde al máximo par que puede generar en el segmento de takeoff.
- Maximum climb es la configuración del motor durante el segmento de subida, que se corresponde con el 95 % de giro de las RPM lo que disminuye la potencia máxima disponible. Equivalente a que en este segmento se realiza con palanca al 95 %.
- Maximum Cruise 1 es la configuración del motor para mantener crucero tipo 1 que es de máximo alcance, equivalente al 90 % de las RPM del motor.
- Maximum Cruise 2 es la configuración del motor para mantener crucero tipo 2 que es de máxima autonomía, equivalente al 80 % de las RPM del motor.

Las curvas vienen dadas en Par (torque) donde

$$\text{power} = \text{torque} \times 2\pi \times \text{rotational speed} \cdot \frac{\text{ft} \cdot \text{lbf}}{\text{min}} \times \frac{\text{horsepower}}{33000 \cdot \frac{\text{ft} \cdot \text{lbf}}{\text{min}}} \approx \frac{\text{torque} \times \text{RPM}}{5252}$$

ya que la constante viene dada por

$$5252,113122... = \frac{33,000}{2\pi}.$$

La potencia generada por el motor es directamente proporcional al par del motor $Power \propto Torque$ y a las RPM, $Power \propto RPM$ por lo que para determinar la potencia del motor se empleará la siguiente relación:

$$P_{NEW} = \frac{P_{PS-NEW}}{P_{TP2-PS}} \cdot P_{STATIC-TP2} \cdot \%Torque_{TP2-NGI} \cdot \%RPM_{PS}$$

2. Escalado de la Planta Motora

Para poder escalar la planta motora se establece la siguiente relación

$$P_{NEW} = P_{TP2-PS} \cdot \left(\frac{P_{PS-NEW}}{P_{TP2-PS}} \right) \cdot \%Torque_{TP2-NGI} \cdot \%RPM_{PS}$$

donde

- P_{NEW} es la potencia del nuevo motor después del escalado,
- P_{PS-NEW} es la potencia disponible del nuevo motor escalado (usable power), la cual se obtiene de las necesidades del estudio de las curvas de actuaciones,
- P_{TP2-PS} es el usable power de la planta motora TP2-NGI para cada uno de los diferentes POWER SETTINGS que se corresponden con el segmento de vuelo equivalente tal como se observa en , por ejemplo para despegue con máxima RPM y palanca al 110 el máximo $P_{TP2-PS} = 2920\text{shp}$

- $\frac{P_{PS-NEW}}{P_{TP2-PS}}$ representa el coeficiente de escalado seleccionado por el diseñador para satisfacer los requisitos del análisis de las curvas de actuaciones,
- $\%RPM_{PS}$ es el porcentaje de las RPM del motor, las cuales vienen definidas en .
- $\%Torque_{TP2-NGI}$ es el porcentaje del Par (Torque) extraído de las curvas de par para el TP2-NGI,

Por ejemplo , para un avión que necesita un escalado de $\left(\frac{P_{PS-NEW}}{P_{TP2-PS}}\right) = 1,5$, y queremos saber que potencia requerirá a 120 KCAS, a una temperatura ambiente de aproximadamente -20°C , ($253,15^{\circ}\text{K}$) nos vamos a la gráfica de Maximum Torque For Maximum Continuous Power (120KCAS) para una temperatura ambiente de -20°C , tenemos que $\%Torque_{TP2-NGI} \approx 0,40$ por lo que si asumimos que el avión está volando en su configuración de crucero 1, el usable power para esa configuración es $P_{TP2-PS} = 2132$, como es crucero 1 las están solo puestas al 90 %, por lo que $\%RPM_{PS} = 0,9$

$$P_{NEW} = P_{TP2-PS} \cdot \left(\frac{P_{PS-NEW}}{P_{TP2-PS}}\right) \cdot \%Torque_{TP2-NGI} \cdot \%RPM_{PS}$$

$$P_{NEW} = 2132 \cdot 1,5 \cdot 0,4 \cdot 0,9 = 1151,28$$

La relación del par en función de la altitud viene dada por las figuras 2-7. La primera figura, 2, representa el porcentaje del par en función de la temperatura ambiente y de la altitud.

Para determinar el par que proporciona el motor tipo para una configuración determinada se entra en el gráfico por la temperatura ambiente, se sube verticalmente hasta llegar a la curva de presión de altitud a la que se encuentra la pista de vuelo, y se mueve horizontalmente hacia la izquierda hasta que se obtiene porcentaje de par que se obtiene para dicha configuración. Si se asume que a nivel del mar (SL) la temperatura ambiente es de $288,15\text{K}$ entonces entramos por la grafica con 15°C tal como se ve en la figura 8 subimos hasta la curva de presión altimétrica, que para nivel del mar (SL) se ve que está saturada, y una vez ahí se obtiene que el par obtenido es el 100% del par para Normal Takeoff que para el motor TP2 es de

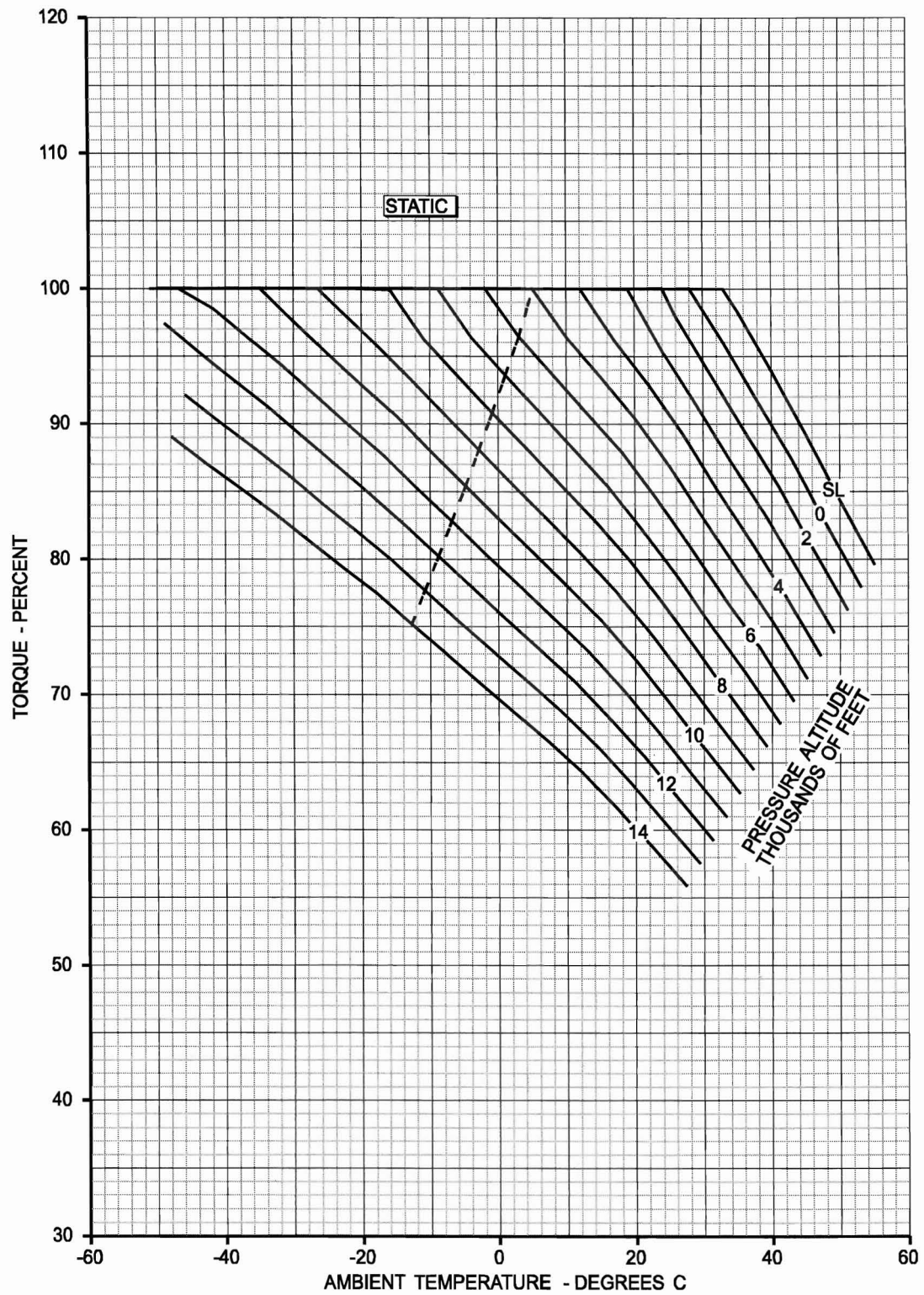


Figure 2: MAX.TORQUE.FOR.NORMAL.TAKEOFF.(STATIC)

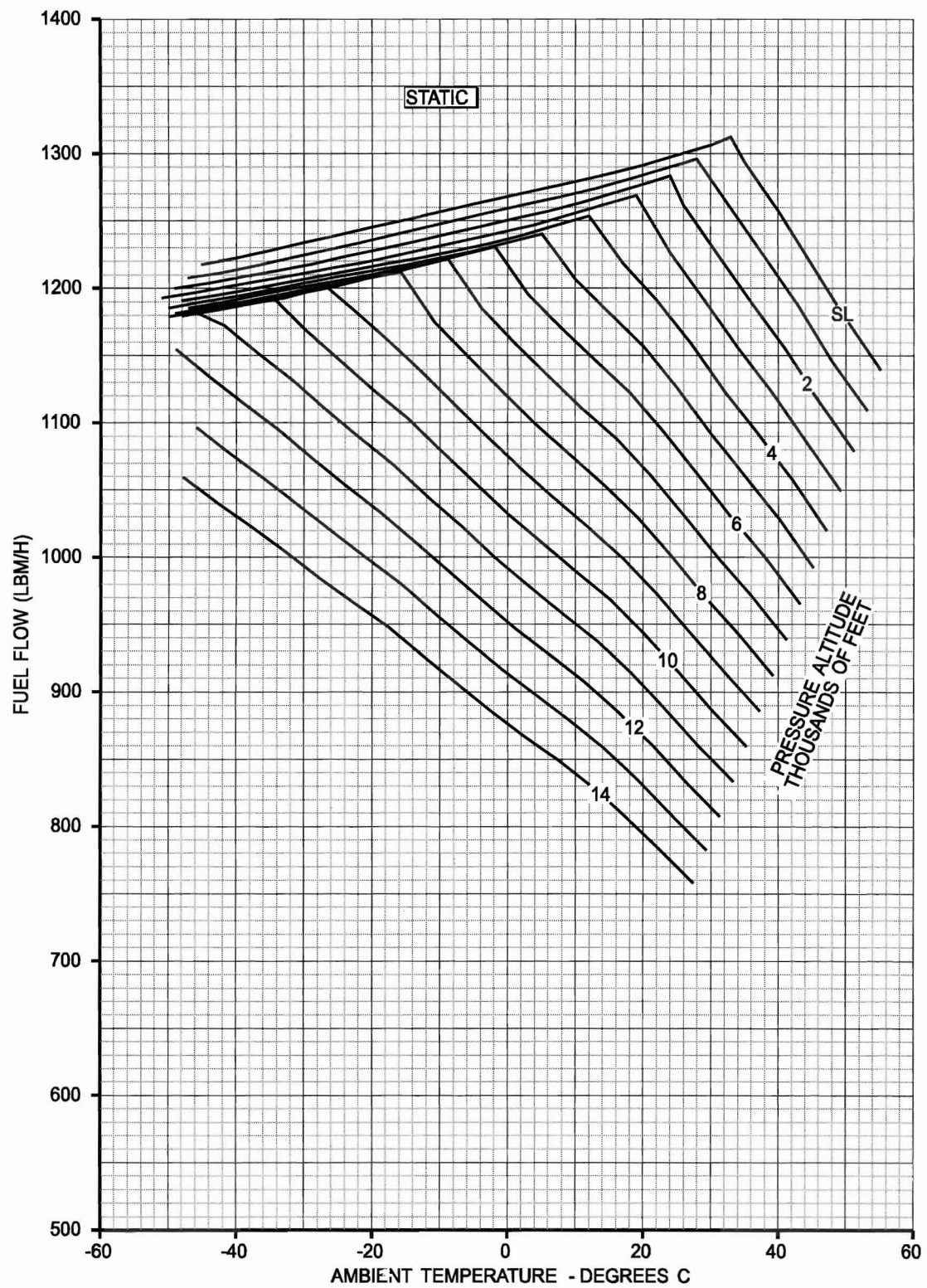


Figure 3: FUEL.FLOW.FOR.NORMAL.TAKEOFF.(STATIC)

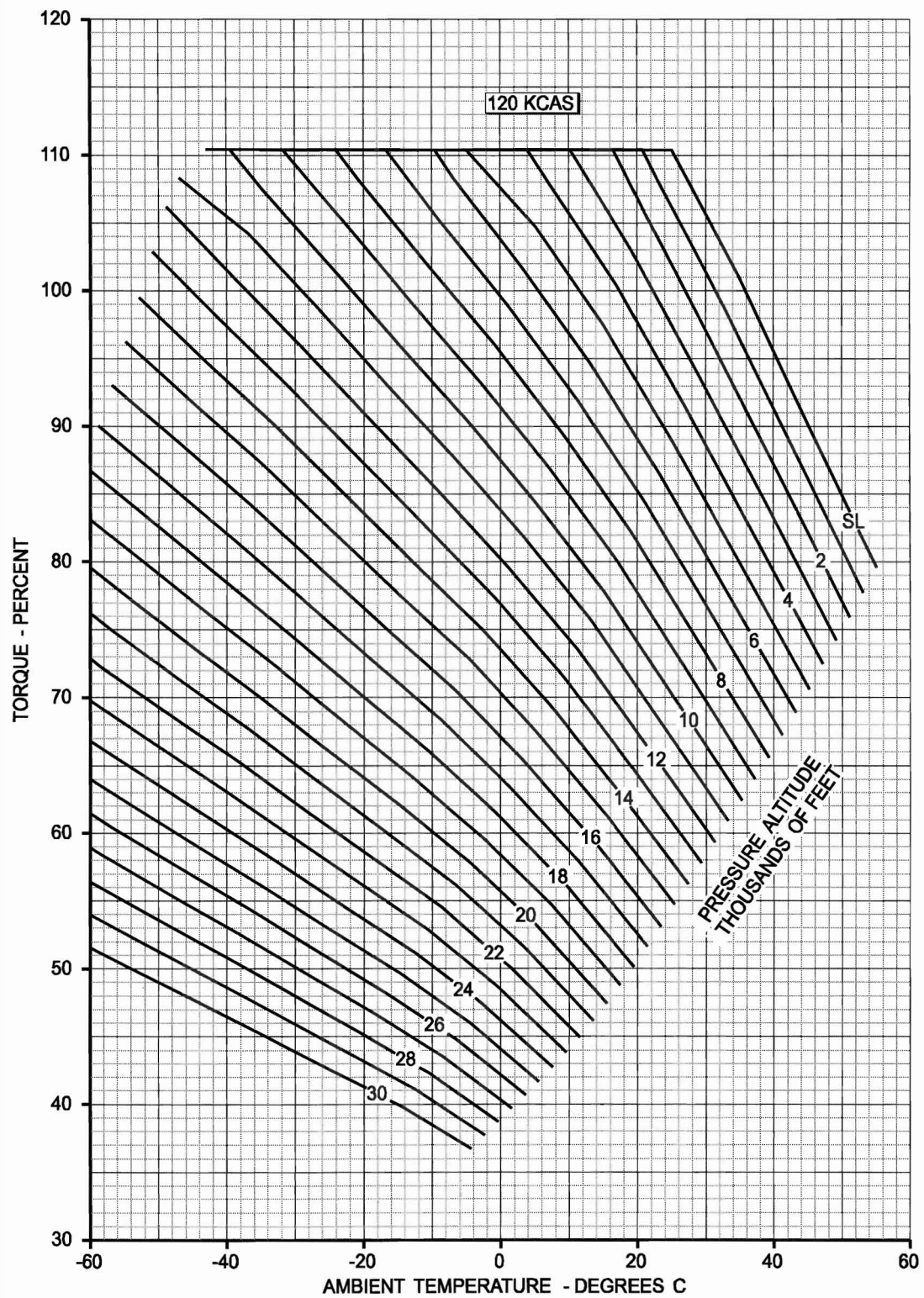


Figure 4: MAX.TORQUE.FOR.MAX.CONTINUOUS.POWER.(120KCAS)

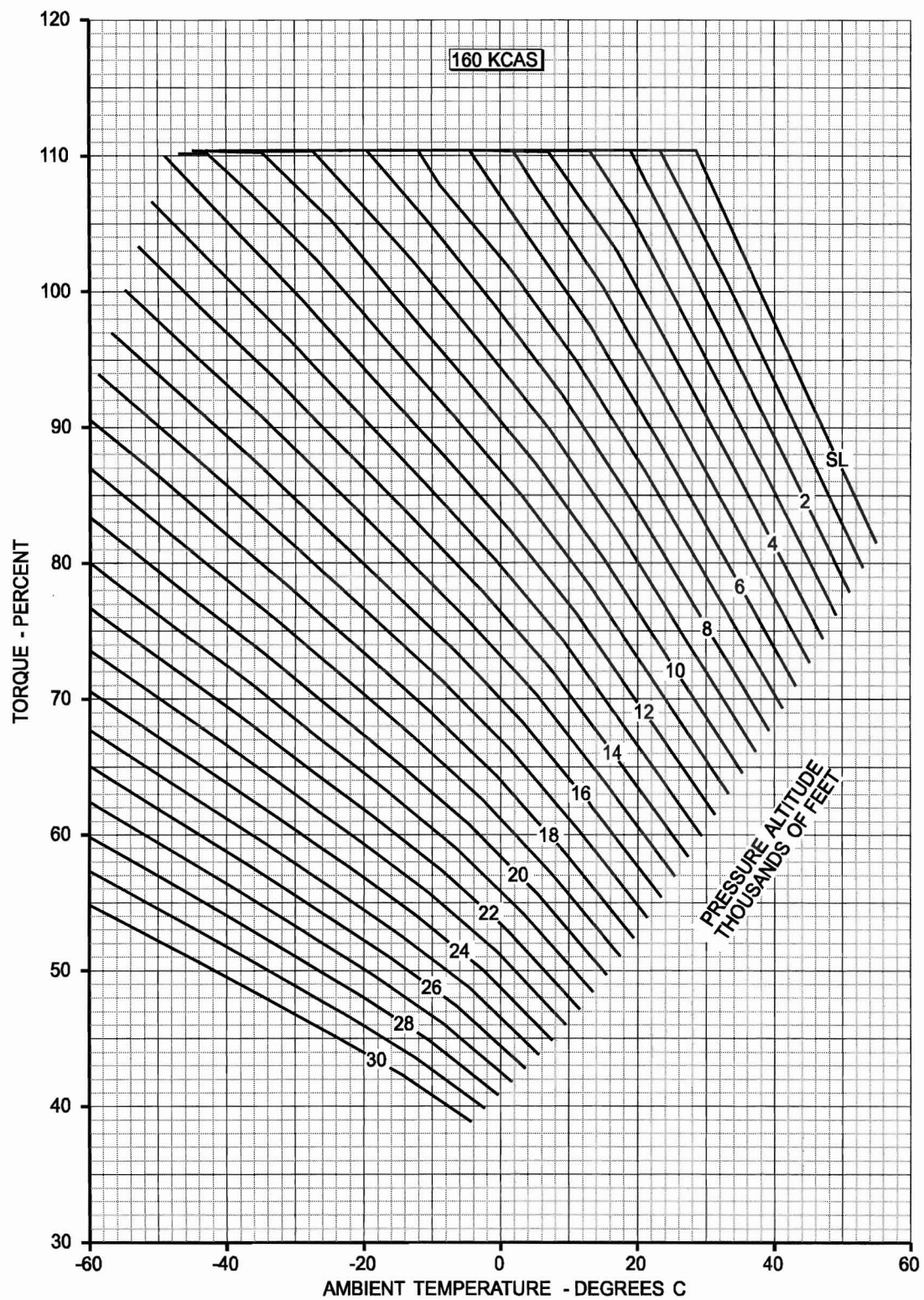


Figure 5: MAX.TORQUE.FOR.MAX.CONTINUOUS.POWER.(160KCAS)

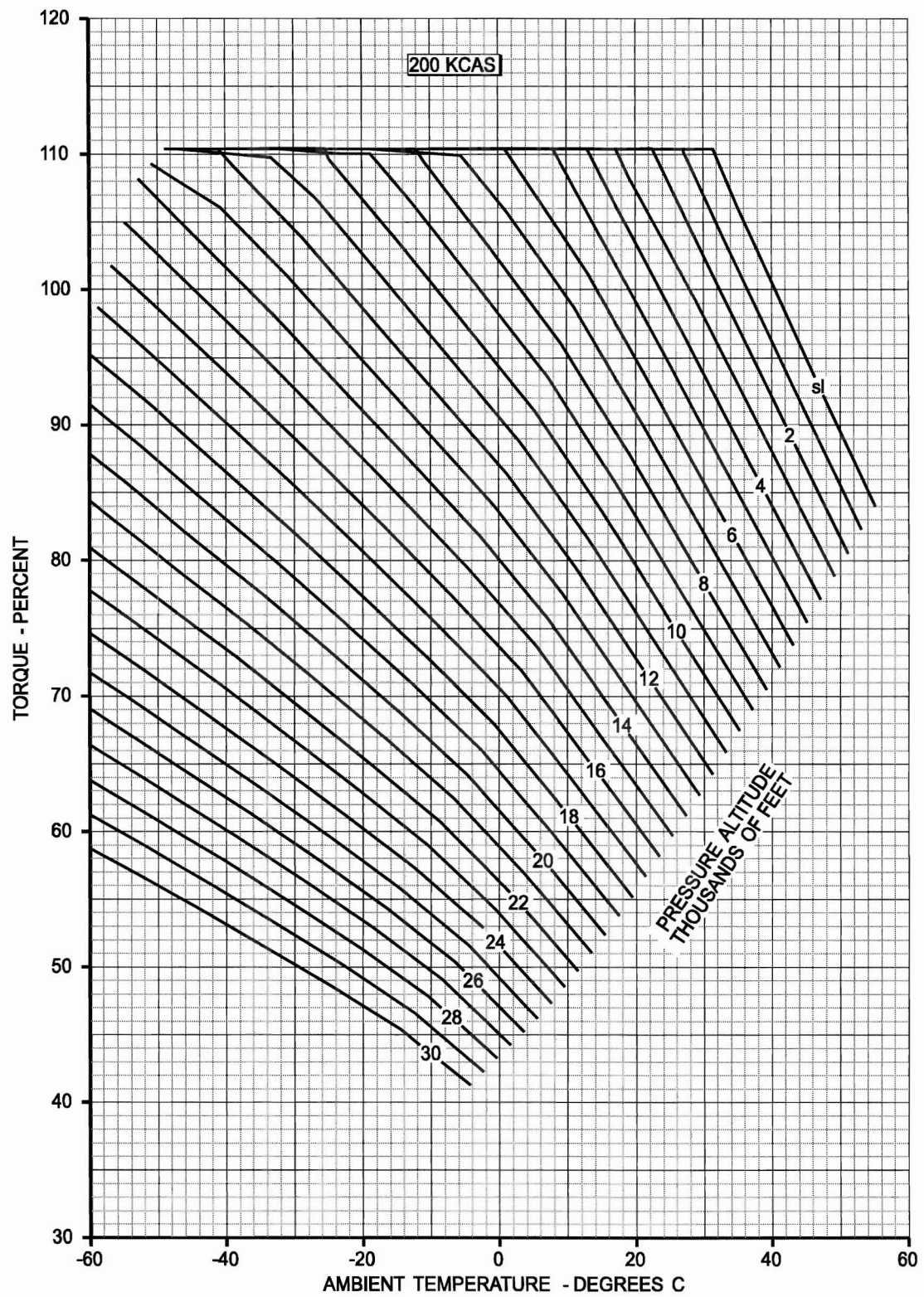


Figure 6: MAX.TORQUE.FOR.MAX.CONTINUOUS.POWER.(200KCAS)

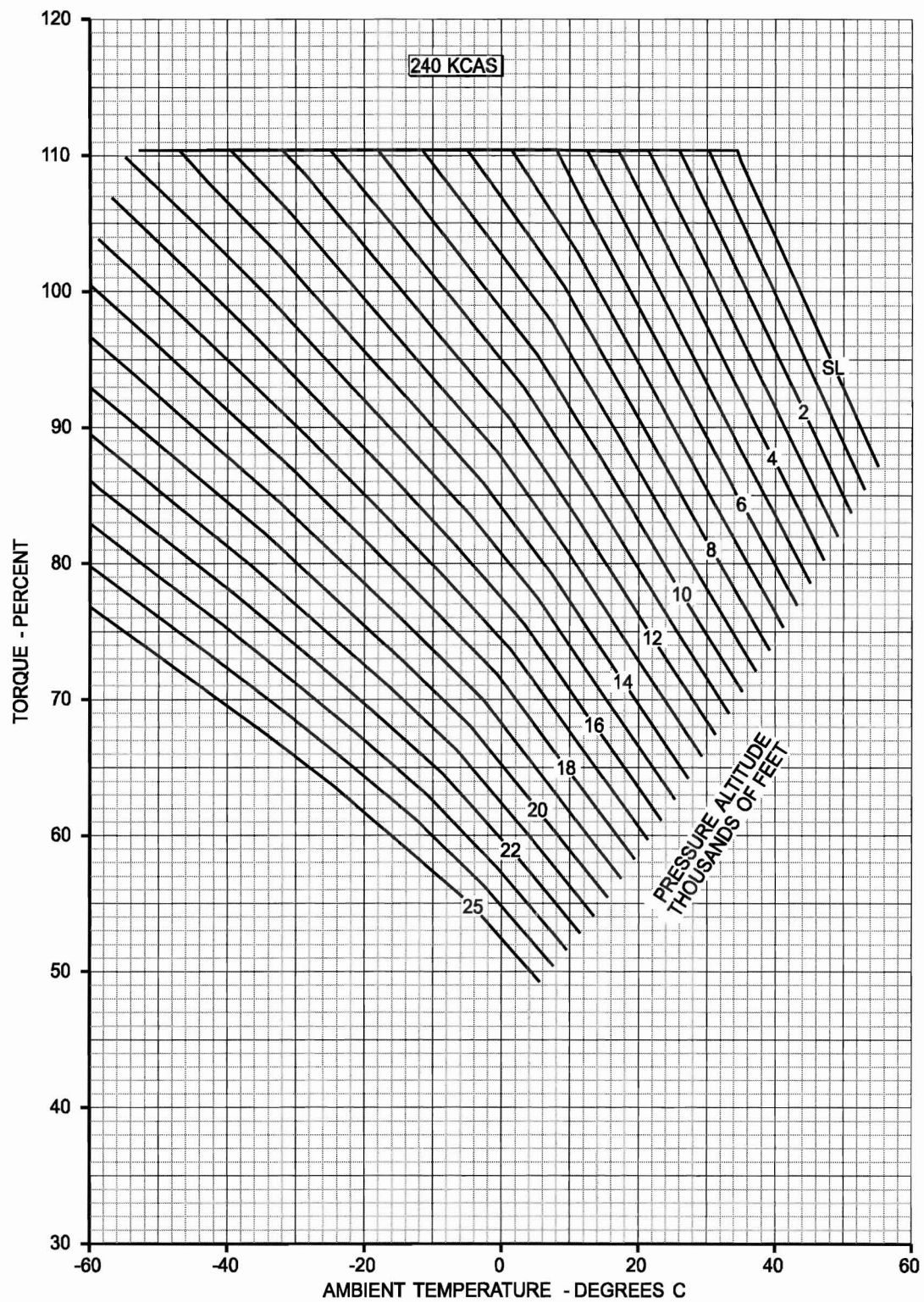


Figure 7: MAX.TORQUE.FOR.MAX.CONTINUOUS.POWER.(240KCAS)

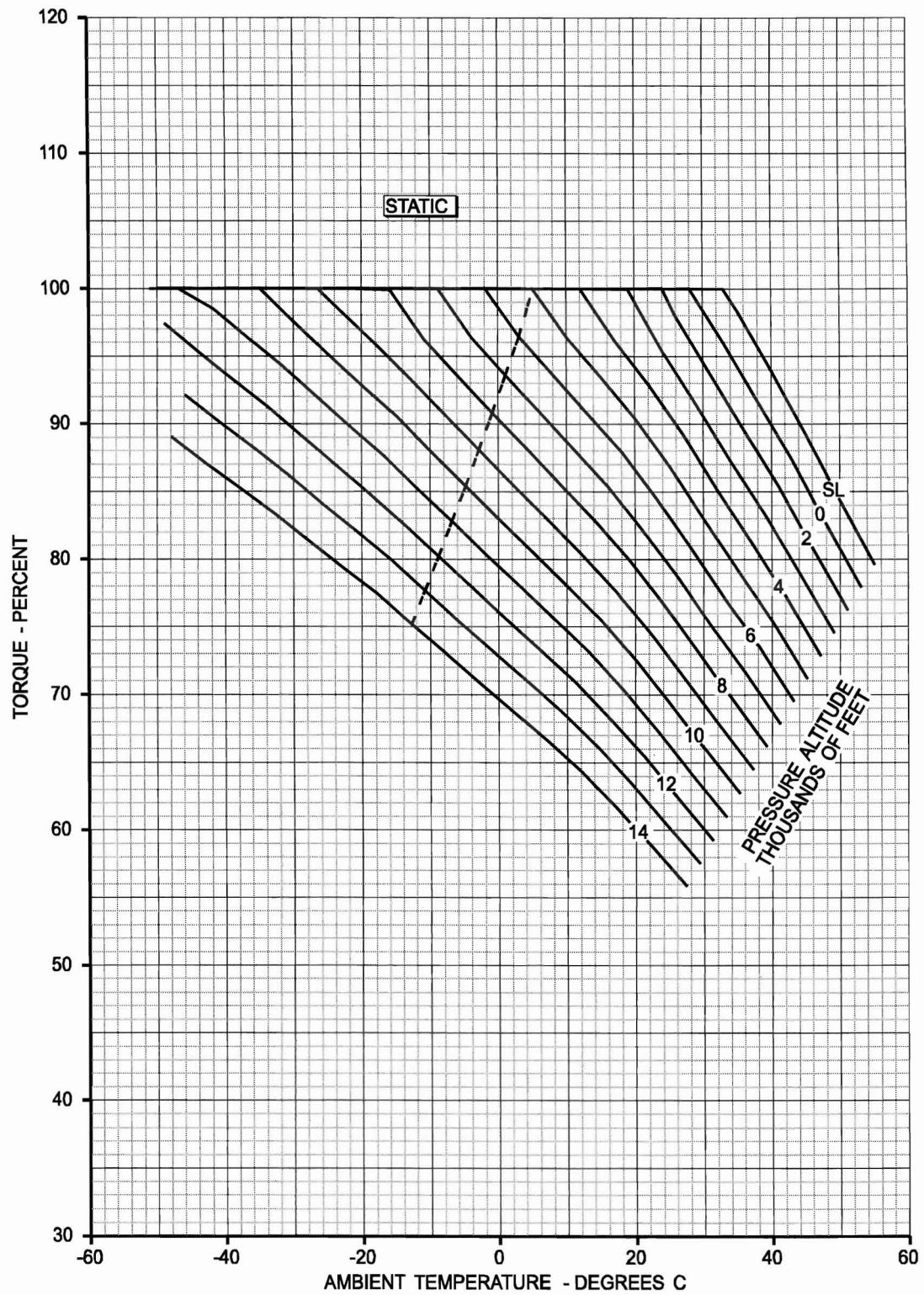


Figure 8: MAX.TORQUE.FOR.NORMAL.TAKEOFF.(STATIC)