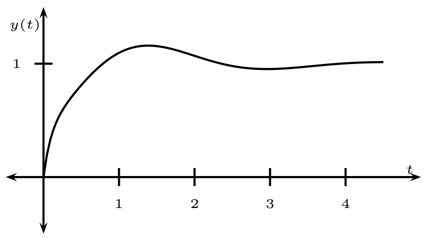
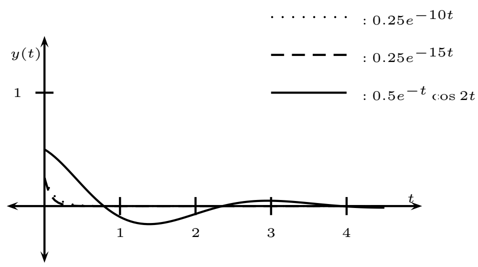
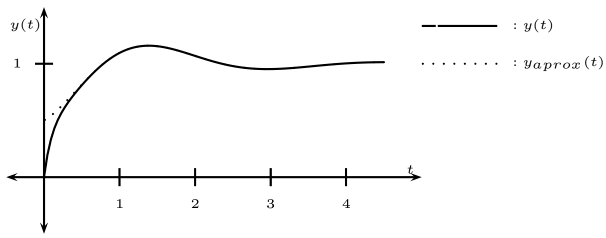



(a) respuesta exacta




(b) componentes de la respuesta natural




(c) respuesta exacta y aproximada

FIGURA 4.29: Sistema continuo de orden 4 con polos dominantes

## 4.6. Polos dominantes

Supongamos ahora un sistema continuo de orden superior a 2, como por ejemplo uno cuya función de transferencia sea

$$F(s) = \frac{6.75s^3 + 102.5s^2 + 318.75s + 750}{(s+10)(s+15)(s^2+2s+5)}$$

Al estimular ese sistema con un escalón unitario la respuesta será

$$Y(s) = F(s)\frac{1}{s} = \frac{6.75s^3 + 102.5s^2 + 318.75s + 750}{s(s+10)(s+15)(s^2+2s+5)}$$

$$Y(s) = \frac{1}{s} - \frac{0.25}{(s+10)} - \frac{0.25}{(s+15)} - -\frac{0.5(s+1)}{(s^2+2s+5)}$$

$$y(t) = \left(1 - 0.25e^{-10t} - 0.25e^{-15t} - 0.5e^{-t}\cos 2t\right)\mu(t) \tag{4.13}$$

La figura 4.29(a) muestra la gráfica de $y(t)$, mientras que la figura 4.29(b) muestra por separado los tres componentes de la respuesta natural, $-0.25e^{-10t}$, $-0.25e^{-15t}$ y $-0.5e^{-t}\cos 2t$.

En la figura 4.29(b) se observa que el aporte a la respuesta natural debido a los polos $p_1 = -10$ y $p_2 = -15$ es considerablemente más pequeño que el debido a los polos $p_{3,4} = -1 \pm j2$. Lo anterior se debe a que los aportes de $p_1$ y $p_2$ decaen mucho más rápidamente que el aporte de $p_{3,4}$, ya que $e^{-10t}$ y $e^{-15t}$ decaen más rápidamente que $e^{-t}$.

Se dice entonces que los polos $p_{3,4}$ *dominan* el comportamiento del sistema, o simplemente que son los *polos dominantes*. La figura 4.29(c) compara la respuesta exacta $y(t)$ calculada según (4.13) y una respuesta aproximada $y_{aprox}(t)$ que se obtendría eliminando de $y(t)$ los aportes de los polos $p_1$ y $p_2$, es decir:

$$y(t) = \left(1 - 0.5e^{-t}\cos 2t\right)\mu(t)$$

Se observa cómo el aporte de los polos $p_1$ y $p_2$ sólo es significativo al comienzo de la respuesta, cuando la componente de la respuesta natural asociada a ellos aún no ha decaido, pero este aporte se desvanece rápidamente, y la respuesta aproximada resulta ser prácticamente la misma respuesta exacta.

En conclusión, se dice que un sistema continuo estable tiene (1 o 2) *polos dominantes* si la parte real de dichos polos es suficientemente mayor (está más hacia la derecha, en el semiplano izquierdo) que la de los demás polos del sistema, como para que el aporte de éstos últimos se desvanezca mucho antes de que haya desaparecido el aporte debido a los polos dominantes.

En estos casos, las regiones de diseño, que fueron desarrolladas para sistemas de segundo orden, pueden ser una herramienta muy útil para analizar el sistema, aunque éste sea de un orden superior.

Algo análogo sucede con los sistemas discretos, sólo que aqui el tiempo de decaimiento no depende de la parte real de los polos, sino de su distancia al origen.

En conclusión, se dice que un sistema discreto estable tiene (1 o 2) *polos dominantes* si la magnitud de dichos polos es suficientemente mayor (está más lejos del origen, dentro del círculo unitario) que la de los demás polos del sistema, como para que el aporte de éstos últimos se desvanezca mucho antes de que haya desaparecido el aporte debido a los polos dominantes.