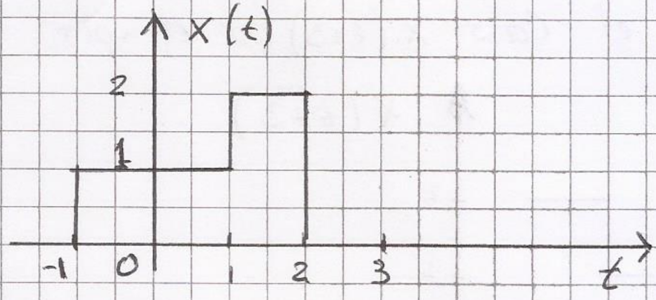
OPERACIONES DE SEÑALES DE TIEMPO CONTINUO:
TRANSFORMACIONES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE (t)

Veremos cómo a partir de una señal de tiempo continuo $x(t)$, se pueden generar otras señales, introduciendo modificaciones, que afectan la variable independiente t. Distinguimos al respecto, tres operaciones básicas, que veremos más adelante, pueden presentarse de manera combinada. Las mismas son:

1) DESPLAZAMIENTO EN EL TIEMPO: $x(t - t_0)$

El hecho de sumar (o restar) una constante (t_0), a la variable independiente t, genera una nueva señal, que mantiene la forma de la señal original, pero desplazada a la derecha o izquierda, en el eje de t.

Para ver las operaciones, trabajaremos siempre sobre la siguiente señal $x(t)$:



Distinguiendo algunos valores de la señal tenemos:

$x(-1) = 0$ 1   (Discontinuidad donde pasa de 0 a 1)

$x(0) = 1$

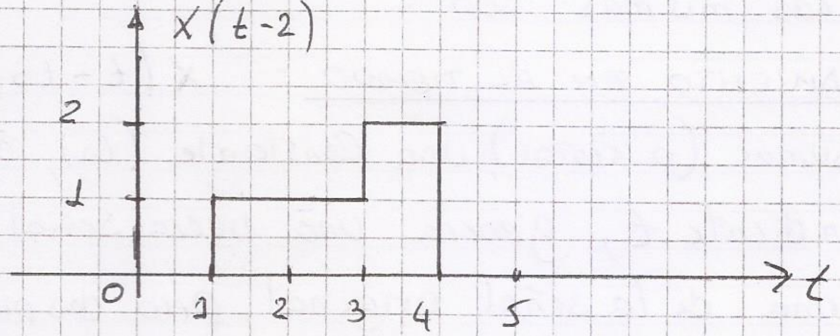
$x(1) = 1$ 2

$x(2) = 2$ 0

Veremos cómo quedan algunos valores para la señal $x(t-2)$

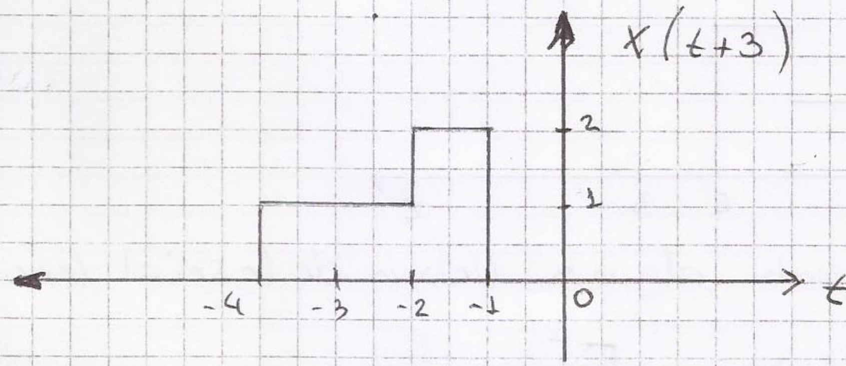
t	$t-2$	$x(t-2)$
0	-2	$x(-2) = 0$
1	-1	$x(-1) = 0$
2	0	$x(0) = 1$
3	1	$x(1) = 1$
4	2	$x(2) = 2$

Luego el gráfico de $x(t-2)$ es:



lo que demuestra cómo la señal se desplaza dos unidades de tiempo ($t_0 = 2$) a la derecha.

Conociendo esto, no es necesario realizar una tabla para resolver estos ejercicios; así el caso $x(t+3)$ por ejemplo quedaría:



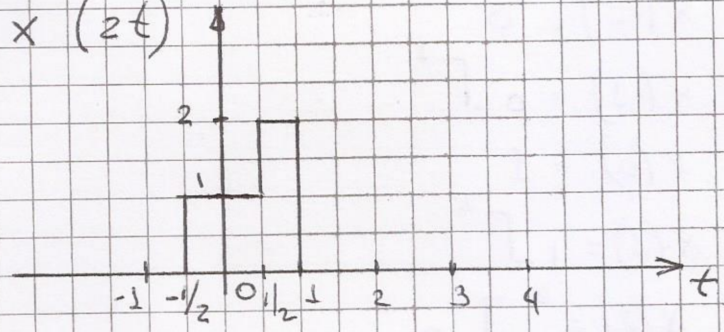
2) ESCALAMIENTO : $x(a.t)$

Veremos que al multiplicar la variable independiente t, por una constante (a), se produce un ensanchamiento o un acortamiento en la forma de la señal, dependiendo si el valor de la constante es mayor o menor a 1.

Siguiendo con el mismo ejemplo, veamos algunos puntos para la señal $x(2t)$:

t	$2t$	$x(2t)$
-1	-2	$x(-2) = 0$
$-1/2$	-1	$x(-1) = 0 \ulcorner 1$
0	0	$x(0) = 1$
$1/2$	1	$x(1) = 1 \ulcorner 2$
1	2	$x(2) = 2 \llcorner 0$

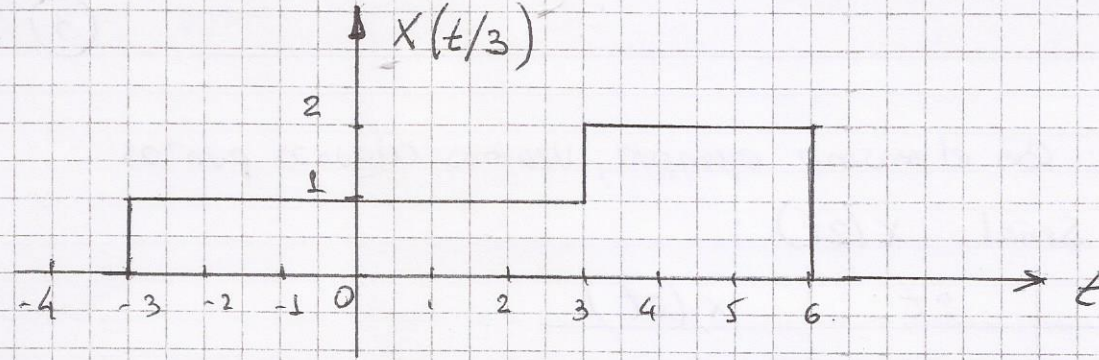
gráficamente tenemos:



Como se puede observar, los intervalos de tiempo, para los que la señal posee distintos valores, se han reducido a la mitad.

NOTA: En la práctica, esta reducción en los intervalos de tiempo, debe realizarse siempre partiendo del origen ($t=0$), por lado hacia la derecha (valores positivos de t) y por otro a la izquierda (valores negativos de t).

Siguiendo con esta conclusión, resolveremos los ejercicios, sin realizar tablas, por ejemplo, para $x(t/3)$, se debe ensanchar la señal, llevando al triple los intervalos de tiempo en que la señal original $x(t)$ cambia sus valores. Gráficamente sería:



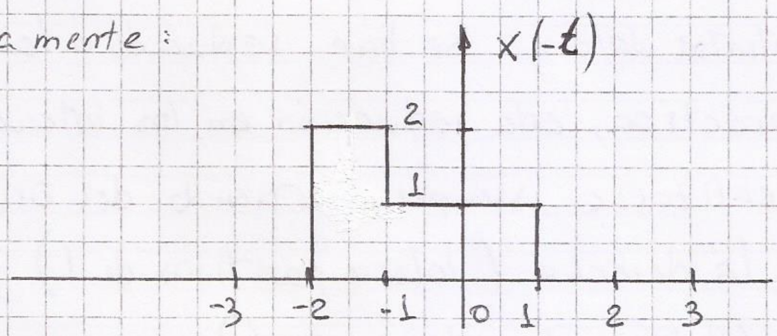
3) REFLEXIÓN : $X(-t)$

Se denomina reflexión de una señal, al introducir un cambio de signo en la variable independiente t.

Para visualizar el efecto de esta operación, veamos algunos puntos, sobre el ejemplo que venimos tratando:

t	$-t$	$x(-t)$
2	-2	$x(-2) = 0$
1	-1	$x(-1) = 0$ 1
0	0	$x(0) = 1$
-1	1	$x(1) = 1$ 2
-2	2	$x(2) = 2$ 0

Gráficamente:



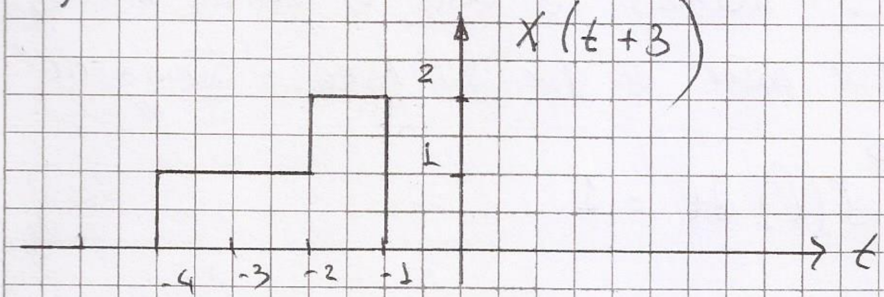
Donde vemos que en la reflexión, la señal tiene una rotación alrededor del eje y.

Como anticipamos, estas operaciones pueden presentarse de manera combinada. Una forma de trabajar en este caso, es realizar las operaciones de una a la vez, y si seguimos el orden en el cual fueron presentadas no tendremos ninguna dificultad en llegar al resultado (Desplaz. - Escalam. - Reflexión). Este orden puede cambiarse, pero se deberán tener algunas consideraciones que podrán discutirse en cada curso.

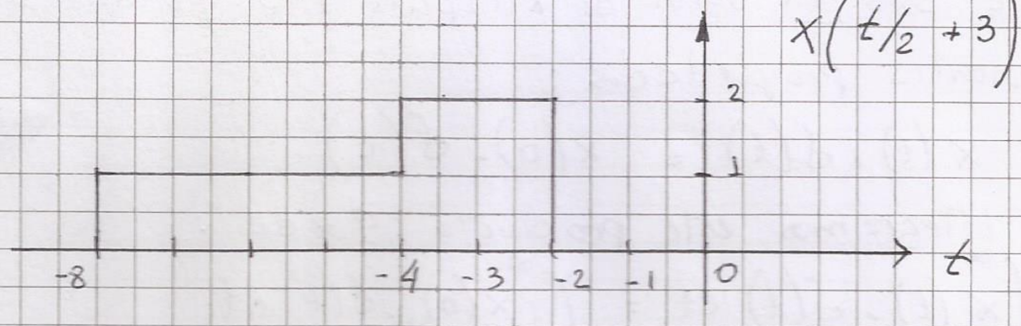
Siguiendo la idea anterior, resolvamos $x(-t/2+3)$

Donde se presentan las 3 operaciones simultáneamente.

1) Desplazamiento en el tiempo:



2) Escalamiento:



3) Reflexión: