

**6.003: Señales y sistemas – Otoño 2003**

Práctica de Informática 2

Distribución: 7 de octubre de 2003

Entrega: 6 de noviembre de 2003

---

**Preparación previa:** en la preparación para estos ejercicios, le resultará útil echar un vistazo a la discusión acerca de las funciones `fft` y `fftshift` propuesta al principio de la sección 5.1 de la página 20.

---

**Problemas para entregar:** en esta práctica realizará los ejercicios básicos y avanzados correspondientes al problema del teléfono por tonos (*touch-tone telephone*) de la sección 5.2 de las páginas 93-96 de Buck, Daniel y Singer (BDS). Incluya su código de MATLAB, con su nombre escrito en el mismo código, en todos los ejercicios. Tal como se indica en la hoja informativa, no le pedimos un informe de prácticas formal, aunque es importante que presente los resultados obtenidos de forma clara y organizada. A continuación, se citan los puntos que deben entregarse, junto con otra información más específica.

**Errores tipográficos de la práctica:** en el primer párrafo de la página 93 de BDS, se afirma que “la forma de onda en tiempo continuo se muestra en 8192 kHz”. Esto es incorrecto, y debería decir 8192 Hz, tal como se indica en la leyenda de la figura 5.1.

Para descargar el archivo de datos adecuado en MATLAB, teclee lo siguiente:

```
>> cd /mit/6.003/data  
>> load touch
```

Otra opción es obtener este archivo de datos de la página web del curso.

**Problemas básicos**

- (a) Cree diez tonos distintos tal como se indica, pero no entregue nada en este apartado. En algunas máquinas de Linux, puede ser recomendable utilizar `sound2` en lugar de `sound`. Puede obtener el archivo M del sitio web del curso, o puede añadir una ruta (*path*) en el servidor del MIT tecleando lo siguiente:

```
>> path(path, '/mit/6.003data;')
```

- (b) Entregue los diagramas de  $|D_2(e^{j\omega})|$  y  $|D_9(e^{j\omega})|$ .

- (c) Genere su número de teléfono tal como se indica, pero no entregue nada en este apartado.

### \*\*\*Problemas intermedios\*\*\*

- (d) (e) Lea estos ejercicios para entender mejor los siguientes. No obstante, **no** resuelva nada en estos apartados. Además, obtenga el archivo que se especificó anteriormente. **No** obtenga el archivo `touch.mat` del sitio MathWorks ftp. En los ejercicios avanzados, deberá escribir funciones que dividan una señal en distintos tonos y, automáticamente, determinar los dígitos.

### Problemas avanzados

- (f) Entregue una lista con los índices  $k$  y el correspondiente  $\omega_k$  que encontró más parecido a cada una de las frecuencias por tonos (*touch-tone*).
- (g) Entregue una lista con los valores de  $|D_8(e^{j\omega_k})|^2$  para cada valor de  $\omega_k$  determinado en el apartado (f).
- (h) (i) Considere estos dos apartados como un único ejercicio. Escriba la función `ttdecode` tal como se describe en el apartado (h), pero no suponga que la señal consta de 1000 muestras para cada dígito separadas por 100 muestras de silencio. En su lugar, escriba su función de forma que pueda controlar el caso más general descrito en el apartado (i) (es decir, las señales por tono y los silencios pueden tener longitudes variables). Entregue los números de teléfono que obtuvo para las señales `x1`, `x2`, `hardx1` y `hardx2`. Asegúrese de proporcionar su código de MATLAB para la función `ttdecode`, junto con el código para cualquiera de las funciones secundarias.

**Instrucciones especiales:** dado que en esta práctica se le pide que escuche diferentes señales vocales, le rogamos utilice los auriculares mientras se encuentre en los grupos públicos del servidor del MIT. Si decide trabajar en el laboratorio del quinto piso, no son necesarios los auriculares, aunque sí recomendables debido al ruido ambiental. Para obtener información acerca del uso de los auriculares en las terminales de trabajo, lea las instrucciones que se facilitan en la práctica de informática 1.

### Funciones útiles de MATLAB:

`help`: todas las funciones que se indican a continuación vienen acompañadas de páginas de ayuda en MATLAB que pueden consultarse tecleando `help <function>` desde el prompt del comando de MATLAB.

`abs`: se utiliza para hallar la magnitud de un vector. De este modo, si tiene una señal compleja llamada `X`, puede obtener la magnitud utilizando `abs(X)`.

`find`: en los apartados (h-i) tiene que dividir una señal en tonos independientes. `find` es

una función de MATLAB que puede resultarle útil para hacer esto. Dicha función devolverá los índices de un vector que cumplan una instrucción condicional dada. Por ejemplo:

```
>> index = find(abs(x1)>0);
```

Con la ayuda de esta función se hallarán los índices del vector  $x_1$  que tengan una magnitud mayor de cero. Después, puede buscar espacios grandes en los valores de este vector índice ya que los espacios indican el final de un tono y el comienzo de otro. Esta es una posible solución aceptable en esta práctica. En la práctica, esta aproximación no sería muy sólida.