

# Práctica 4:

## Gestor de correo *fdimail*

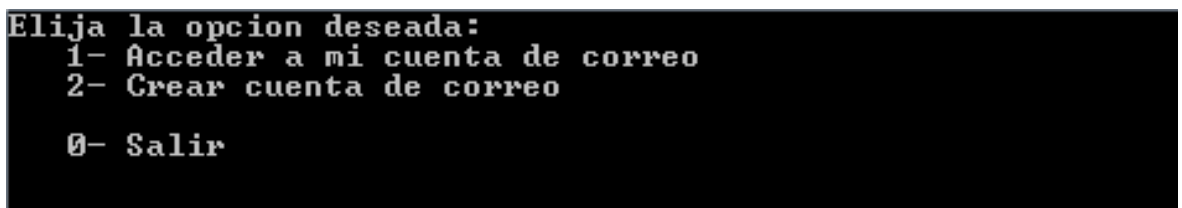
Fecha de entrega: 10 de mayo de 2015

Una startup española quiere desarrollar un gestor de correo electrónico que pueda rivalizar con los que se usan actualmente en el mercado, y ha decidido contar con los alumnos de Fundamentos de Programación de la UCM para que lo implementen. El prototipo será un gestor de correo local en modo consola, que permita a nuevos usuarios registrarse, y a los usuarios ya registrados enviar y recibir correos de manera sencilla.

## 1. Descripción de la práctica

### 1.1. Registro e inicio de sesión

La pantalla principal del sistema (Figura 1) permite acceder a una cuenta de correo ya existente o crear una cuenta de correo nueva. En ambos casos se pide nombre de usuario y contraseña.



```
Elija la opcion deseada:  
1- Acceder a mi cuenta de correo  
2- Crear cuenta de correo  
  
0- Salir
```

Figura 1. Pantalla de inicio

Cuando se elige la opción **acceder a mi cuenta de correo**, se comprueba que el usuario existe en la base de usuarios del sistema y que la contraseña es correcta. Si una de estas dos condiciones no se cumple, se muestra un error y se vuelve a la pantalla de inicio.

Cuando se elige la opción **crear cuenta de correo**, se comprueba si el usuario que se quiere crear ya existe en la base de usuarios del sistema. Si el nuevo usuario ya existe se mostrará un error y se volverá al menú principal.

Si no ha habido error, y el usuario ha podido acceder a su cuenta o crear una cuenta nueva, se muestra la pantalla principal del gestor de correo (Figura 2).

## 1.2. Gestor de correo

La pantalla principal del gestor de correo muestra la bandeja de entrada o de salida correspondiente al usuario registrado en la aplicación (Figura 2).

```

Correo de ginebra@fdimail.com
-----Bandeja de entrada-----
L N      EMISOR              ASUNTO                      FECHA
-----
* 1 - lancelot@fdimail.com  Besos y abrazos            2015/3/23
* 2 - arturo@fdimail.com    ¡Mesa en oferta!           2015/3/23
  3 - arturo@fdimail.com    Petición a Lancelot        2015/3/23
-----
Elija una opcion:
1- Leer correo
2- Enviar correo
3- Borrar correo
4- Ver bandeja de salida
5- Lectura rapida de correos sin leer
0- Cerrar sesion
-----
Introduzca una opcion:

```

Figura 2. Pantalla principal del gestor de correo

La lista de correos recibidos o enviados se muestra numerada y en orden inverso de llegada (de más a menos reciente). Los correos no leídos se marcan con un asterisco. Se dispone además de un menú que permite realizar las siguientes operaciones:

- **Leer correo:** Solicita al usuario el número del correo a mostrar, comprueba si el número es correcto, y si no ha habido error, muestra en una nueva pantalla el correo junto con las opciones que se pueden realizar sobre él (ver sección 1.3).
- **Enviar correo:** Permite al usuario escribir y enviar un nuevo correo. Se solicitarán los datos del nuevo correo: destinatario (sólo uno), asunto (una línea) y cuerpo (varias líneas). El resto de datos del correo (identificador, emisor y fecha) se calcularán automáticamente (ver detalles de implementación en la sección 2.1).

Si no se ha podido enviar el correo al destinatario (porque no existe o porque sus listas están llenas), se mostrará un mensaje de error.

Si un correo se ha enviado con éxito al destinatario, dicho envío quedará reflejado en dos sitios: la bandeja de salida del emisor y la bandeja de entrada del destinatario.

- **Borrar correo:** Solicita un número de correo al usuario y lo borra de la bandeja de correos que se está mostrando.
- **Ver bandeja de salida:** Cambia la vista para mostrar la bandeja de salida. La bandeja de salida se muestra exactamente igual que la de entrada, con dos excepciones: los correos que muestra son los enviados por el usuario y

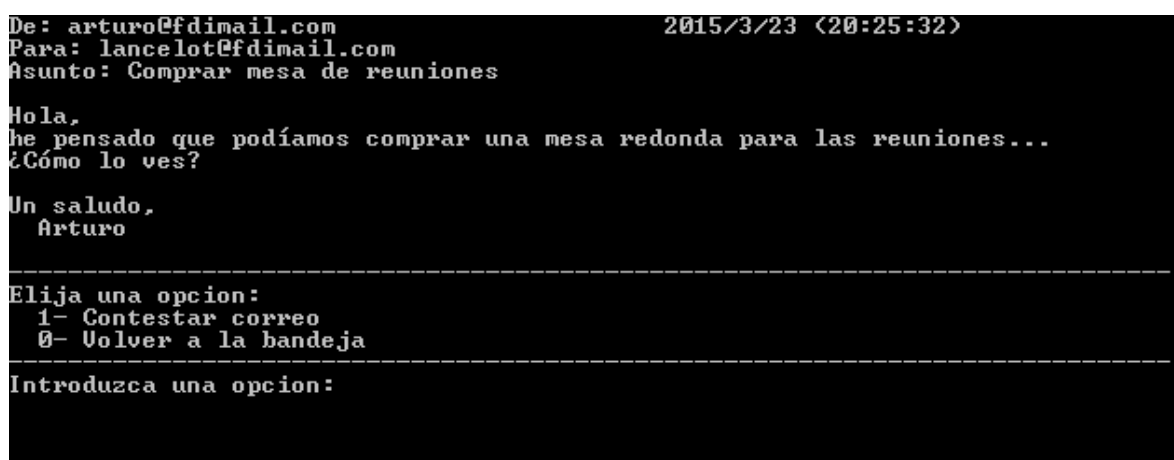
en lugar de mostrar la opción “Ver bandeja de salida” mostrará la opción “**Ver bandeja de entrada**”, que nos permite volver a la bandeja de entrada.

- **Lectura rápida de correos sin leer:** Mostrará todos los correos sin leer de la bandeja correspondiente ordenados en primer lugar por asunto y después por fecha.

! Para ordenar por asunto debes ignorar los “Re:” de los correos que sean una respuesta.

### 1.3. Lectura de correo

Cuando el usuario elige la opción **Leer correo** el correo elegido se muestra en una nueva pantalla (ver Figura 3):



```
De: arturo@fdimail.com                2015/3/23 <20:25:32>
Para: lancelet@fdimail.com
Asunto: Comprar mesa de reuniones

Hola,
he pensado que podíamos comprar una mesa redonda para las reuniones...
¿Cómo lo ves?

Un saludo,
Arturo

-----
Elija una opcion:
  1- Contestar correo
  0- Volver a la bandeja
-----
Introduzca una opcion:
```

Figura 3. Pantalla de lectura de correo

Además del correo se muestra un menú que incluye las siguientes opciones:

- **Contestar correo:** Generará un nuevo correo como contestación del correo original que se está mostrando. Los datos del nuevo correo contestación se rellenarán de la siguiente manera:
  - El **emisor** será el usuario actual.
  - El **receptor** será el emisor del correo original.
    - ! No se permite añadir nuevos destinatarios a la contestación de un correo.
  - El **asunto** será el mismo añadiendo al principio la cadena “Re: “.
  - El **cuerpo** del correo se pedirá al usuario (varias líneas), y a lo escrito por el usuario se le añadirá al final todo el contenido del correo original (incluyendo los datos de emisor, destinatario, fecha de envío y asunto).
  - **Identificador y fecha** se calcularán automáticamente (ver detalles en la sección 2.1).

Cuando se contesta a un correo, éste se envía al destinatario como un correo normal, y se guarda una copia del mismo en la bandeja de salida del usuario que lo ha contestado. Igual que al enviar un correo nuevo, si no se puede realizar la entrega se mostrará un mensaje de error.

- **Volver a la bandeja:** Se volverá a la bandeja de correos (de entrada o salida) en la que se estaba antes de ejecutar la opción de leer un correo.

## 2. Detalles de implementación

gestor

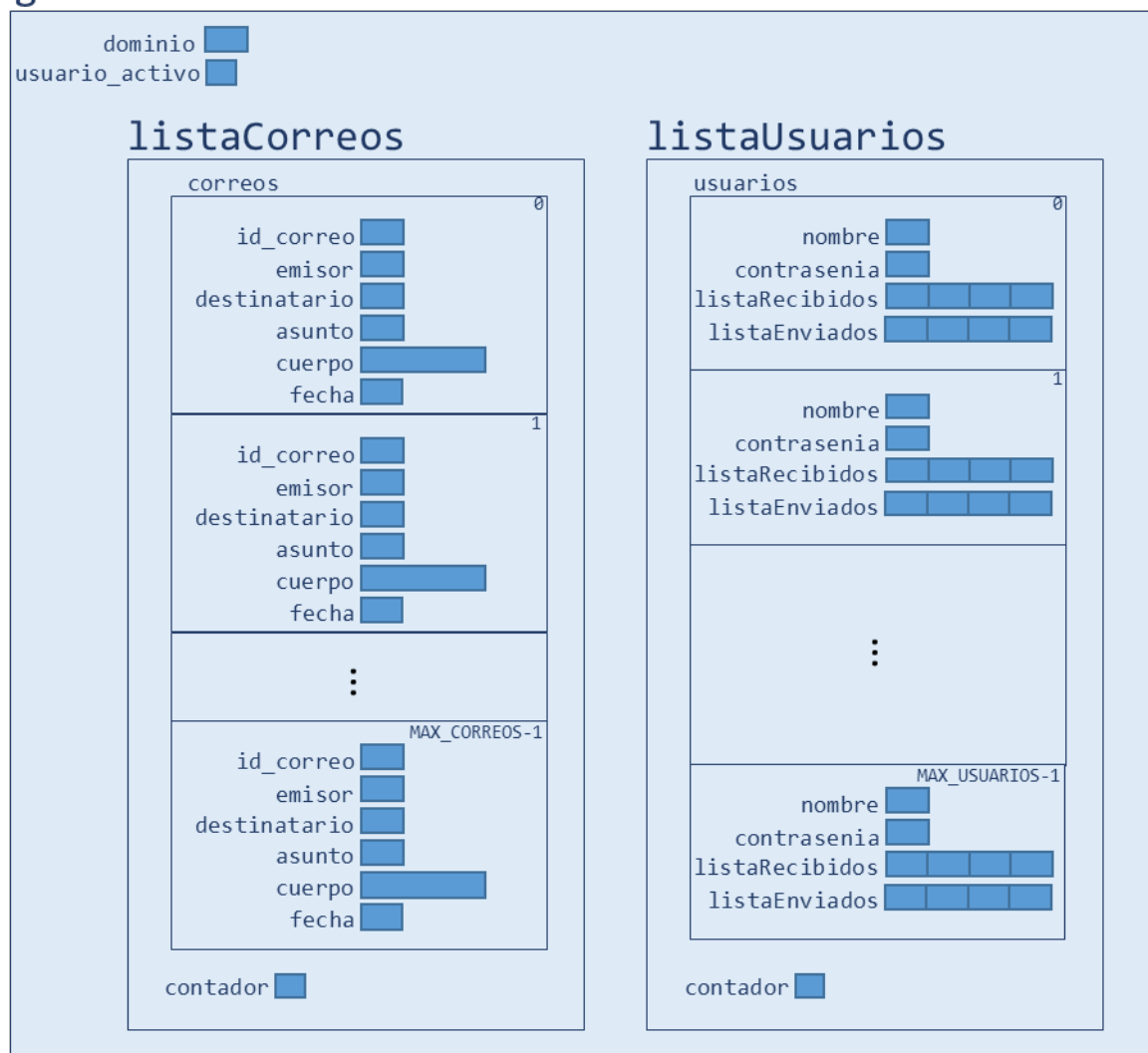


Figura 4. Variable gestor de tipo tGestor

La aplicación requiere implementar un tipo de datos `tGestor` que representará el gestor de correos y que implementará todas las funcionalidades de nuestra aplicación. El tipo de datos `tGestor` tendrá, entre otros campos, la lista de correos (tipo `tListaCorreos`) y la lista de usuarios (`tListaUsuarios`). Como es natural,

esto supone que tenemos que implementar también los tipos `tCorreo` y `tUsuario`. La Figura 4 muestra una variable gestor de tipo `tGestor` para hacernos una idea.

Es importante tener en cuenta que el gestor almacena una copia de cada correo en la lista de correos mientras que un usuario **NO** almacena los correos recibidos y enviados, sino que tanto su bandeja de entrada como su bandeja de salida serán una lista de registros que contendrán, entre otras cosas, un identificador que permitirá localizar el correo en la lista de correos del gestor. La Figura 5 muestra un ejemplo de un usuario con sus campos `listaRecibidos` y `listaEnviados`, ambos campos serán de tipo `tListaRegistros` y requerirán definir un tipo de datos `tRegistro`.

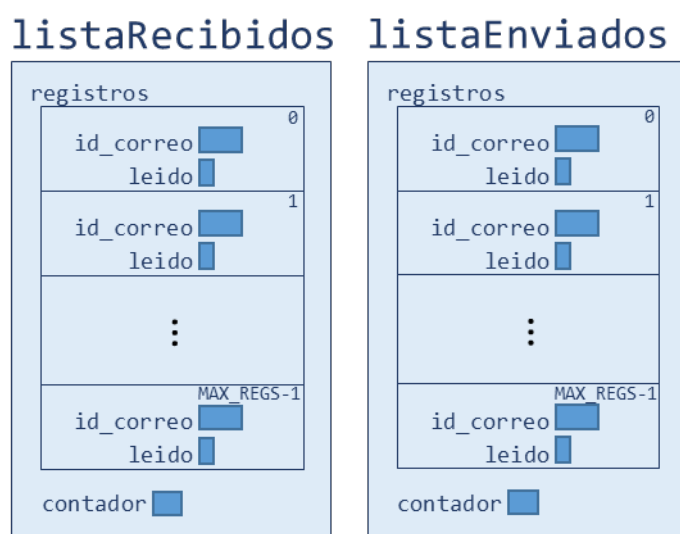


Figura 5. Los campos `listaRecibidos` y `listaEnviados` de tipo `tListaRegistros`

Por ejemplo, supongamos que el usuario “arturo” ha enviado un correo al usuario “lancelot”. La Figura 6 representa la información relevante del estado del gestor en este ejemplo. El identificador de correo “arturo@fdimail.ucm.es\_314159” aparece en la lista de enviados de “arturo” y en la de recibidos de “lancelot”. Sin embargo, el correo propiamente dicho sólo se encuentra una vez en la lista de correos del gestor.

## 2.1. Módulos y tipos de datos

Se deben definir al menos los siguientes módulos y tipos de datos:

### Módulo Correo

Declara un tipo de datos `tCorreo` para guardar la información de un correo: emisor (`string`), destinatario (`string`), asunto (`string`), cuerpo (`string`), fecha (`tFecha`) y un identificador único (`string`).

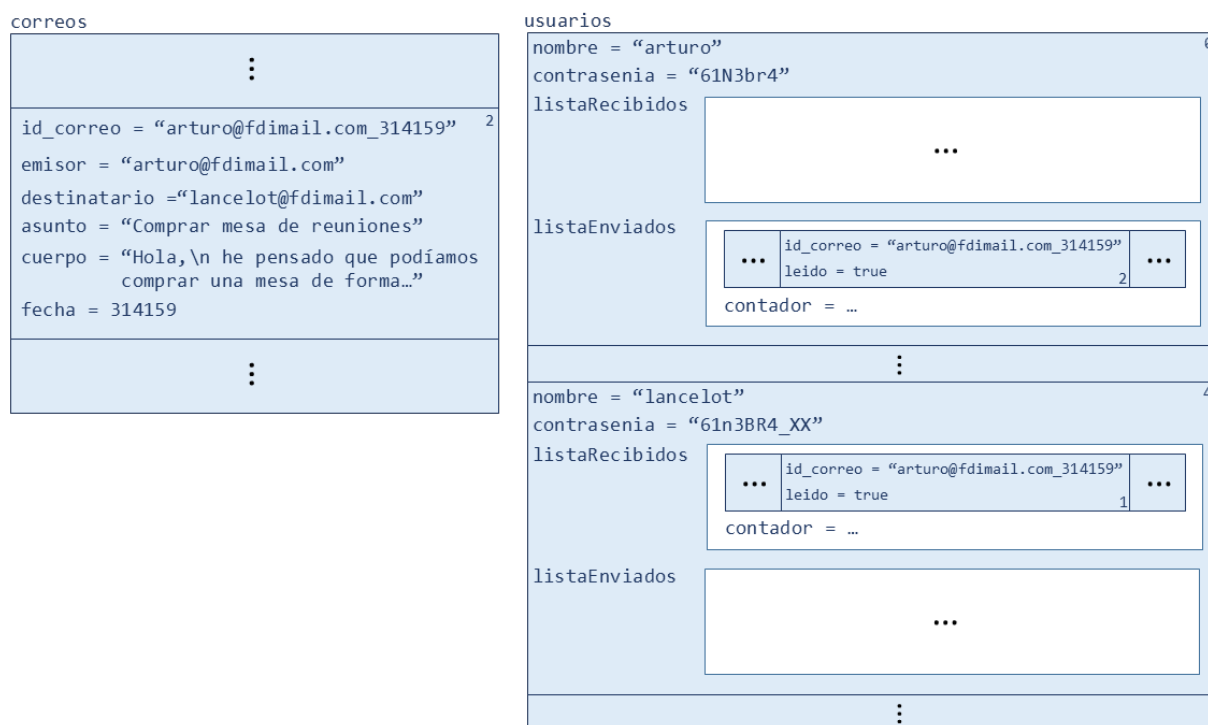


Figura 6. Ejemplo del estado del gestor en un determinado momento

Para que el identificador sea único, se compone de la concatenación del emisor y la fecha (p.e. [pepe@fdimail.com 143456443](#)).

Las fechas se representarán en el formato UNIX, es decir, como un entero con el número de segundos transcurridos desde el 1 de enero de 1970. Debes por tanto declarar el tipo `tFecha` mediante:

```
typedef time_t tFecha;
```

En la función de creación de un correo nuevo se obtendrá la fecha actual del sistema:

```
correo.fecha = time(0); → será necesario incluir la librería ctime
```

La lectura/escritura de la fecha de/en fichero se realiza usando el operador habitual de extracción/inserción de los enteros.

Deberás definir además la siguiente función para mostrar la fecha en formato Año/Mes/Día, Hora/Mins/Segs:

```

string mostrarFecha(tFecha fecha){
    stringstream resultado;
    tm ltm;
    localtime_s(&ltm, &fecha);
    resultado << 1900 + ltm.tm_year << "/" << 1 + ltm.tm_mon << "/" << ltm.tm_mday;
    resultado << "(" << ltm.tm_hour << ":" << ltm.tm_min << ":" << ltm.tm_sec << ")";
    return resultado.str();
}

```

Define al menos los siguientes subprogramas:

- `void correoNuevo(tCorreo &correo, string emisor):` Recibe un identificador de emisor y devuelve un correo con todos sus datos rellenos según se ha explicado en la sección 1.3.
- `void correoContestacion(const tCorreo &correoOriginal, tCorreo &correo, string emisor):` Recibe un identificador de emisor y el correo original que se va a contestar, y devuelve un correo con todos sus datos rellenos según se ha explicado en la sección 1.3.
- `string aCadena(const tCorreo &correo):` Devuelve un `string` con el contenido completo del correo para poderlo mostrar por consola.
- `string obtenerCabecera(const tCorreo &correo):` Devuelve un `string` con la cabecera del correo: emisor, asunto y fecha sin hora.
- `bool cargar(tCorreo &correo, ifstream& archivo):` Dado un flujo de archivo de entrada (ya abierto), lee los datos que corresponden a un correo y lo devuelve. Devuelve `false` si el correo cargado no es válido.
- `void guardar(const tCorreo &correo, ofstream& archivo):` Dado un flujo de archivo de salida (ya abierto), escribe en el flujo los datos que corresponden a un correo.

## Módulo ListaCorreos

Declara un tipo de datos `tListaCorreos` para gestionar una lista de correos de tamaño variable **ordenada por el identificador de correo**.

Define al menos subprogramas para:

- `void inicializar(tListaCorreos &correos):` Inicializa la lista.
- `bool cargar(tListaCorreos &correos, string dominio):` Carga la lista de correos desde el fichero con nombre `<NombreDominio>_correos.txt`.
- `void guardar(const tListaCorreos &correos, string dominio):` Guarda la lista de correos en el fichero de correos de nombre `<NombreDominio>_correos.txt`.
- `bool insertar(tListaCorreos &correos, const tCorreo &correo):` Dado un correo, si hay espacio en la lista, lo coloca en la posición de la lista que le corresponda de acuerdo con su identificador y devuelve `true`. Si no lo ha podido colocar devuelve `false`.
- `bool buscar(const tListaCorreos &correos, string id, int &pos):` Dado un identificador de correo y la lista, devuelve, si dicho identificador existe

en la lista, su posición y el valor `true`, y si no existe en la lista, la posición que le correspondería y el valor `false`.

- `void ordenar_AF(tListaCorreos &correos)`: Dada una lista de correos la devuelve ordenada por asunto y fecha.
  - ! Como es una clave de ordenación doble, habrá que redefinir el operador de comparación en el módulo que corresponda.

## Módulo ListaRegistros

Declara dos tipos de datos `tRegistro` y `tListaRegistros` para gestionar los registros y las listas de registros. El tipo `tRegistro` debe tener los siguientes campos: un identificador **único** (string) que coincide con el identificador del `tCorreo` y un booleano que indica si el correo ha sido leído o no por el propietario del registro. El tipo `tRegistro` es tan sencillo que no tiene operaciones asociadas.

La lista `tListaRegistros` será una lista de tamaño variable de registros. Esta lista no tiene ningún orden especial, según van llegando los registros se colocan al final de la lista.

Define al menos los siguientes subprogramas:

- `void inicializar(tListaRegCorreo &listaReg)`: Inicializa la lista.
- `void cargar(tListaRegCorreo &listaReg, ifstream& archivo)`: Dado un flujo de archivo de entrada (ya abierto), lee los datos que corresponden a una lista de registros y la devuelve.
- `void guardar(const tListaRegCorreo &listaReg, ofstream& archivo)`: Dado un flujo de archivo de salida (ya abierto), guarda los datos de la lista de registro.
- `bool insertar(tListaRegCorreo &listaReg, tRegCorreo registro)`: Dado un registro lo inserta al final de la lista. Si la lista está llena devuelve `false`, en otro caso devuelve `true`.
- `bool borrar(tListaRegCorreo &listaReg, string id)`: Dado un identificador de correo, busca el registro correspondiente y si lo encuentra lo elimina de la lista (¡sin dejar huecos!). Si no lo encuentra, devuelve `false`, en otro caso devuelve `true`.
- `bool correoLeido(tListaRegCorreo &listaReg, string id)`: Dado un identificador de correo, busca el correspondiente registro y pone el indicador de leído a `true`. La operación devuelve un booleano indicando si se encontró o no el registro.



- `int buscar(const tListaRegCorreo &listaReg, string id)`: Dado un identificador de correo y la lista, devuelve, si dicho identificador existe en la lista, su posición, y si no existe devuelve -1.

## Módulo Usuario

Declara un tipo de datos `tUsuario` para guardar la información de un correo: identificador<sup>1</sup> (`string`), contraseña (`string`), lista de registros de mensajes recibidos (`tListaRegistros`), lista de registros de mensajes enviados (`tListaRegistros`).

Define, al menos, los siguientes subprogramas:

- `bool cargar(tUsuario& usuario, ifstream& archivo)`: Dado un flujo de archivo (ya abierto), carga un usuario de fichero.
- `void guardar(const tUsuario& usuario, ofstream& archivo)`: Dado un flujo de archivo (ya abierto), guarda un usuario en fichero.
- `void inicializar(tUsuario& usuario, string id, string contrasenia)`: Recibe un identificador de usuario y una contraseña y se los asigna al usuario.
- `bool validarContrasenia(const tUsuario &usuario, string contrasenia)`: Recibe una contraseña y un usuario y devuelve si la contraseña es correcta o no.

## Módulo ListaUsuarios

Declara un tipo de datos `tListaUsuarios` para gestionar la lista de usuarios. La lista será de tamaño variable y debe estar **ordenada por el identificador del usuario**.

Los subprogramas básicos que debe tener esta lista son los siguientes:

- `void inicializar(tListaUsuarios &usuarios)`: Inicializa la lista.
- `bool cargar(tListaUsuarios& usuarios, string dominio)`: Carga la lista de usuarios desde el fichero de usuarios de nombre `<NombreDominio>_usuarios.txt`.
- `void guardar(const tListaUsuarios& usuarios, string dominio)`: Guarda la lista de usuarios en el fichero de usuarios de nombre `<NombreDominio>_usuarios.txt`.

---

<sup>1</sup> Debe ser único en el gestor, es decir, en la lista de usuarios del gestor.

- `bool aniadir(tListaUsuarios& usuarios, const tUsuario& usuario):` Añade un usuario en la posición de la lista que le corresponde, si hay sitio para ello. Además devuelve un booleano indicando si la operación tuvo éxito o no.
- `bool buscarUsuario(const tListaUsuarios& usuarios, string id, int& posicion):` Dado un identificador de usuario y una lista, devuelve, si dicho identificador existe en la lista, su posición y el valor `true`, y si no existe en la lista, la posición que le correspondería y el valor `false`.

## Módulo Gestor

Declara un tipo de datos `tGestor` para guardar la información de un correo: dominio del gestor de correo<sup>2</sup> (`string`), la lista de correos del sistema (`tListaCorreos`) que guarda la única copia de los correos que existirá en la aplicación, la lista de usuarios del sistema (`tListaUsuarios`) y el índice del usuario activo en el sistema (`int`).

El índice del usuario activo en el sistema nos indica la posición en la lista de usuarios que ocupa el usuario que se encuentra registrado en el sistema. Si no hay ningún usuario registrado (o el usuario ha cerrado sesión) valdrá `-1`.

El módulo gestor debe definir, al menos, los siguientes subprogramas:

- `bool arrancar(tGestor& gestor, string dominio):` Inicializa el gestor e intenta arrancarlo cargando la información del dominio que se le pasa como parámetro. Para ello inicializará y cargará la lista de usuarios y de correos de dicho dominio. Si tiene éxito en todas las operaciones devuelve `true` y si algo falla devuelve `false`.
- `void apagar(const tGestor &gestor):` Esta operación apaga el gestor y guarda para ello las listas de usuarios y de correos del dominio que se encontrase activo en ese momento.
- `bool crearCuenta(tGestor &gestor):` Lee los datos de usuario necesarios para crear una cuenta (id y contraseña) y si el id de usuario no existe y hay espacio en la lista de usuarios, crea la cuenta del usuario y registra al nuevo usuario como usuario activo en el gestor. Devuelve un booleano indicando si la operación tuvo éxito.
- `bool iniciarSesion(tGestor &gestor):` Lee los datos de usuario necesarios para validar la cuenta (id y contraseña) y si el usuario existe y la

---

<sup>2</sup> Se trata de un identificador como por ejemplo "fdimail.com". Nos indica la lista de correos y de usuarios que debemos cargar.

contraseña coincide, registra al usuario como usuario activo. Devuelve un booleano indicando si la operación tuvo éxito.

- `void leerCorreo(tGestor& gestor, tListaRegCorreo& listaReg):` Solicita el correo que el usuario quiere leer (será el número con el que el correo es mostrado por pantalla en la bandeja correspondiente), valida que existe y si es así, lo marca como correo leído. A continuación, busca el correo en la lista de correos y si lo encuentra lo muestra en la pantalla de lectura del correo (Fig. 3).
- `void enviarCorreo(tGestor& gestor, const tCorreo &correo):` El correo recibido como parámetro es insertado en la lista de correos. Si ha habido éxito, entonces se inserta el registro correspondiente en la lista de registros enviados del emisor y se intenta insertar igualmente un registro de dicho correo en la lista de registros recibidos del destinatario del correo. Si el destinatario no existe o si su bandeja de entrada está llena, entonces se mostrará un mensaje de error.
- `void borrarCorreo(tGestor& gestor, tListaRegCorreo& listaReg):` Solicita el correo que el usuario quiere borrar (será el número con el que el correo es mostrado por pantalla en la bandeja correspondiente), valida que existe y si es así, procede a borrarlo.
  - ! Ojo, el correo no se borra de la lista de correos del gestor, solo se borra de la lista de registros del usuario.
- `void lecturaRapida(tGestor& gestor, tListaRegCorreo& listaReg):` Muestra por pantalla todos los correos sin leer ordenados por asunto y por fecha. Al finalizar su ejecución los correos sin leer quedarán marcados como leídos.

## Módulo Principal

Habrás además un fichero .cpp adicional que contendrá el *main* de la aplicación y que incluirá todos los módulos que necesite para su correcto funcionamiento.

## 2.2. Stringstream

En C++ es posible operar con un string como lo hacemos con los flujos de E/S. En esta práctica puede resultarnos muy útil generar strings como si estuviéramos mandando información a un flujo de salida, ya sea la salida estándar `cout` o un flujo de fichero `ofstream`. En lugar de dar una explicación usaremos un ejemplo:

```
#include <sstream> // Es necesario incluir la biblioteca sstream
...
string resultado;
string nombre= "Pepe";
```

```
stringstream flujo; // Flujo
flujo << "Hola " << nombre << endl; // Pasamos datos al flujo
resultado=flujo.str(); // Generamos un string
// Al final resultado contendrá la cadena "Hola Pepe\n"
```

## 2.3. Ficheros de datos

La Figura 7 muestra el contenido de un fichero <NombreDominio>\_usuarios.txt de ejemplo que contiene la lista de usuarios del sistema por orden alfabético del identificador de usuario y que acaba con el centinela XXX.



Figura 7. Ejemplo de fichero <NombreDominio>\_usuarios.txt

Cada usuario tiene sus campos: nombre, contraseña, bandeja de entrada y bandeja de salida. Ambas bandejas son del tipo `tListaRegistros`. Cada lista de registros se compondrá en primer lugar del valor del contador y a continuación de tantos datos de tipo `tRegistro` como indique el contador (si el contador vale 0, no habrá ningún registro). El `tRegistro` se compone de su identificador de correo y del booleano que indica si el mensaje está leído o no ambos en la misma línea.

Por otro lado, existe un fichero <NombreDominio>\_listaCorreo.txt que guarda todos los correos gestionados por el sistema. En la Figura 8 se muestra un ejemplo de dicho fichero. Como se puede ver se compone de correos ordenados por el identificador de correo y acaba con el centinela XXX.

Cada correo se compone de varias líneas: identificador, fecha, emisor, receptor, asunto y cuerpo del mensaje (compuesto de varias líneas). Para indicar el fin de un correo usaremos un centinela X. Esto nos permite saber también cuándo acaba el cuerpo del mensaje.

```

correo {
  [arturo@fdimail.com 1426614381] identificador de correo (string)
  [1426614381] fecha (tFecha)
  [arturo@fdimail.com] emisor (string)
  [ginebra@fdimail.com] receptor (string)
  [Mensaje de prueba] asunto (string)
  [Hola, Parece que ya tenemos correo en Camelot! Arturo] cuerpo (string)
  [X] centinela (char)
}

correo {
  [arturo@fdimail.com_1426614458]
  [1426614458]
  [arturo@fdimail.com]
  [lancelot@fdimail.com]
  [Comprar mesa de reuniones]
  [Hola, he pensado que podíamos comprar una mesa de forma redonda para las reuniones. ¿Te parece buena idea? Arturo]
  [X]
}

correo {
  [lancelot@fdimail.com_1426613678]
  [1426613678]
  [lancelot@fdimail.com]
  [arturo@fdimail.com]
  [Cazamos mañana?]
  [Hola! ¿Salimos a cazar mañana? Lancelot]
  [X]
  [XXX]
}

```

Figura 8. Ejemplo de fichero &lt;NombreDominio&gt;\_listaCorreo.txt

## 2.4. Cargar y guardar

Para realizar la carga y el guardado de los ficheros es **MUY IMPORTANTE** que tengas en cuenta lo siguiente: la carga y guardado en ficheros **NO** se realiza en un único módulo. En su lugar, cada módulo se encarga de cargar/guardar los datos que le corresponden. Para ello:

- La apertura y cierre de un fichero se realiza en un único sitio: el subprograma que inicia la operación de cargar/guardar.
- El subprograma coordina la operación invocando al resto de subprogramas de cargar/guardar los cuales reciben el fichero (ifstream / ofstream) abierto **como parámetro por referencia** para cargar/guardar lo que corresponda.

Vamos a ver un ejemplo de carga de la lista de usuarios desde fichero. La operación de cargar la lista de usuarios se inicia en el subprograma `cargar` del módulo de la `listaUsuarios`:

```
bool cargar(tListaUsuarios& usuarios, string dominio)
```

Este subprograma intentará abrir el fichero <dominio>\_usuarios.txt y si lo consigue invocará para cada usuario al subprograma que gestiona la carga de un usuario que estará en el módulo usuario:

```
bool cargar(tUsuario& usuario, ifstream& archivo)
```

Como podemos ver, a este subprograma habrá que pasarle como parámetro de E/S el flujo de entrada que hemos obtenido al abrir el fichero. Este subprograma leerá los campos básicos del usuario en orden (identificador y contraseña), sin embargo, cuando llegue el turno de leer la bandeja de entrada y la bandeja de salida (que son de tipo tListaRegistros) tendrá que realizar dos invocaciones consecutivas al subprograma cargar del módulo de la listaRegistros:

```
void cargar(tListaRegCorreo &listaReg, ifstream& archivo)
```

De nuevo a este subprograma habrá que pasarle como parámetro de E/S el flujo de entrada que recibió el cargar del módulo usuario.

### **3. Partes opcionales**

#### **3.1. Posibilidad de múltiples destinatarios**

Se puede hacer más realista la aplicación permitiendo múltiples destinatarios para un correo.

#### **3.2. Eliminación de correos en el gestor**

Tal y como se borran los correos, puede ocurrir que un correo del gestor haya sido borrado tanto por su emisor como por su destinatario, y sin embargo siga en la lista de correos del gestor sin estar ya “apuntado” por ningún registro de ningún usuario. Como esto puede provocar problemas de espacio a largo plazo, se propone realizar una eliminación de correos no apuntados por ningún usuario.

Para ello, cuando un usuario borra un correo de su bandeja, si ese usuario era el último usuario que tenía en su bandeja el correo, se procederá a eliminar el correo de la lista de correo del gestor (además de eliminar el registro de dicho correo de la bandeja del usuario).

### **4. Requisitos de implementación**

No olvides declarar las constantes necesarias para hacer tu código reutilizable y fácil de modificar.

No pueden usarse en la resolución de la práctica elementos de C++ no vistos en clase. El programa no debe utilizar instrucciones de salto no estructuradas

como `exit`, `break` (salvo en las cláusulas de la instrucción `switch`) y `return` (salvo en la última instrucción de las funciones que devuelven un valor).

Las listas de tamaño variable deberán implementarse con la estructura de `array` + contador vista en el Tema 8.

Siempre que se pueda, las operaciones de búsqueda serán binarias.

Los módulos `ListaUsuarios`, `ListaCorreos` y `ListaRegistros` únicamente realizan operaciones con listas, y nunca deben escribir nada en pantalla. Pueden devolver valores al programa que los llame para que éste escriba en pantalla lo que sea necesario.

## 5. Entrega de la práctica

La práctica se entregará a través del Campus Virtual. Se habilitará una nueva tarea: **Entrega de la Práctica 4** que permitirá subir un fichero comprimido `.zip` que incluya todos los ficheros fuente del proyecto (`.h` y `.cpp`). El fichero subido deberá tener el siguiente nombre: `Practica4GrupoXXX.zip`, siendo `XXX` el número de grupo. Uno sólo de los miembros del grupo (no los dos) será el encargado de subir la práctica.

La práctica debe funcionar usando Visual Studio, que es la herramienta vista en clase. La práctica subida debe compilar y cumplir con la funcionalidad descrita en el enunciado.

No se corregirá ninguna práctica que no cumpla estos requisitos.

Fin del plazo de entrega: **10 de mayo a las 23:55**