UNIDAD V TDA Matriz Dispersa

2.1.1 Descripción del TDA Matriz Dispersa

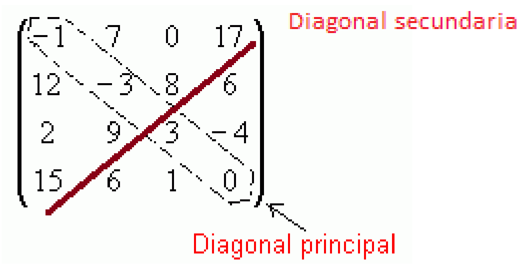
Para describir una matriz dispersa inicialmente definiremos conceptos básicos sobre matrices por lo que una matriz de **orden (m x n)** es un conjunto de $m \times n$ números ordenados en una tabla:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

en donde podemos apreciar horizontalmente las filas, fila 1: ($a_{11} \quad a_{12} \quad \cdots \quad a_{1n}$), fila 2: ($a_{21} \quad a_{22} \quad \cdots \quad a_{2n}$), etc. Mientras que verticalmente se habla de columnas: columna 1, columna 2, etc.

Por tanto, una matriz de orden (m x n) tiene m filas y n columnas. En caso de que el número de filas y el de columnas sea el mismo se habla de matriz cuadrada

Las matrices cuadradas tienen dos diagonales, de las cuales sobre un ejemplo vemos las que se llamam "diagonal principal" y “diagonal secundaria” de la matriz



Por lo tanto una matriz dispersa es una matriz que en la que la mayoría de sus elementos son cero.

Las matrices dispersas de dimensiones grandes se usan a menudo en ciencia o ingeniería cuando se resuelven ecuaciones diferenciales parciales .
Al implementar matrices dispersas en una computadora , es beneficioso y a menudo necesario utilizar algoritmos especializados y estructuras de datos que aprovechen la estructura dispersa de la matriz. Las definiciones estándar de matrices que se utilizan para programar no se pueden utilizar para matrices dispersas ya que el uso de espacio de memoria seria mayor que la memoria disponible por el computador.

Una matriz dispersa se comporta como una matriz bidimensional, con la característica de que la mayoría de los elementos son cero. Para ahorrar espacio en la memoria, solo se guardan realmente los elementos distintos de cero, junto con suficiente información para guardar o inferir los índices.

Las operaciones básicas con matrices son:

Adición: Sean A y B son dos matrices del mismo orden , entonces la matriz suma S = A + B es:

$$\left.\begin{array}{l} A = (a_{ij}) \\ B = (b_{ij}) \end{array}\right\} \quad (s_{ij}) = (a_{ij}) + (b_{ij})$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 5 & 3 & 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 3 & -1 & 2 \\ 1 & 0 & -2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 3 \\ 6 & 3 & -2 \end{pmatrix}$$

Producto por un escalar: Sea A una matriz y k un escalar (un número real), entonces la matriz   B = k A es:

$$\left.\begin{array}{l} A = (a_{ij}) \\ k \in R \end{array}\right\} \quad (b_{ij}) = (k \cdot a_{ij})$$

$$4\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 5 & 3 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 & 8 & 4 \\ 20 & 12 & 0 \end{pmatrix}$$

Considerando esto, podemos hablar de la RESTA de dos matrices A - B, como la suma de A con el producto de (-1)B, lo cual equivale a restar los correspondientes elementos (i,j) de A con los (i,j) de B

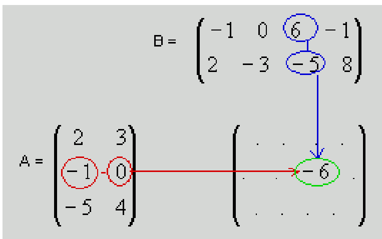
Producto: Sea A una matriz de orden (m x n), y B una matriz de orden (n x r), entonces la matriz producto, es una matriz P = A * B   de orden (m ´ r):

$$\left.\begin{array}{l} A = (a_{ij}) \\ B = (b_{ij}) \end{array}\right\} \quad p_{ij} = a_{i1}b_{1j} + a_{i2}b_{2j} + \ldots + a_{in}b_{nj} = \sum_{k=1}^{n} a_{ik}b_{kj}$$

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ -1 & 0 \\ -5 & 4 \end{pmatrix} \quad , \quad B = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 6 & -1 \\ 2 & -3 & -5 & 8 \end{pmatrix} \quad P = \begin{pmatrix} 4 & -9 & -3 & 22 \\ 1 & 0 & -6 & 1 \\ 13 & -12 & -50 & 37 \end{pmatrix}$$

en la que se han ido obteniendo los elementos multiplicando fila de A por columna de B (por ejemplo):

$$p_{23} = a_{21}b_{13} + a_{22}b_{23}$$
$$-1 . 6 \ + \ 0 . (-5) \rightarrow -6$$



Transpuesta: El concepto de matriz traspuesta no es exclusivo de matrices cuadradas.) Sea una matriz A de orden (m x n), se llama "matriz traspuesta de A", a una matriz, ${}^tA$, de orden (n x m), obtenida a partir de A, cambiando filas por columnas

$$A = (a_{ij}) \quad , \quad {}^T A = (a_{ji}) \qquad A = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 1 & 5 \\ 3 & 7 \end{pmatrix} \quad , \quad {}^t A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 0 & 5 & 7 \end{pmatrix}$$

Simétrica: Una matriz A es "simétrica" si coincide con su traspuesta, es decir si: $A = {}^tA$. Por ejemplo

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & -7 \\ 3 & -2 & 8 \\ -7 & 8 & 0 \end{pmatrix}$$

Identidad: Es una matriz cuadrada (orden n), representada como In, en la que todos sus elementos son 0, excepto los de la diagonal principal, que son unos:

$$I_n = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

2.1.2 Especificación del TDA Matriz Dispersa.

Partiendo de lo establecido en la Unidad 1. Especificación Informal tenemos lo siguiente:
Elementos que conforman la estructura

TDA MatrizDispersa (**VALORES** todos los valores numéricos de cualquier tipo, **OPERACIONES** crear, poner, elemento, dimension_fila, dimension_columna, dimensionar, definir_valor_repetido)

OPERACIONES

crear (M: MatrizDispersa)

Utilidad: Sirve para inicializar la matriz dispersa
Entrada: Matriz Dispersa M
Salida: Ninguna
Precondición: Ninguna.
Poscondición: Matriz Dispersa inicializada 0x0 y valor repetido 0.

Dimensionar(M: MatrizDispersa, df,dc:entero)
Utilidad: Sirve determinar la dimensión de la matriz
Entrada: Matriz Dispersa M
Salida: Ninguna

Precondición: Matriz Dispersa Creada
Poscondición: Matriz Dispersa con dimensión definida (DF x DC.)

Dimension_Fila(M:MatrizDispersa)
Utilidad: Determina cuantas filas máximo maneja la matriz
Entrada: Matriz Dispersa M
Salida: Numero máximo de Filas
Precondición: Matriz Dispersa Creada
Poscondición: Ninguna

Dimension_Columna(M:MatrizDispersa)
Utilidad: Determina cuantas columnas máximo maneja la matriz
Entrada: Matriz Dispersa M
Salida: Número máximo de columnas
Precondición: Matriz Dispersa Creada
Poscondición: Ninguna

Definir_valor_repetido(M:MatrizDispersa, valor: elemento)
Utilidad: Establecer qué valor es el que se repite más en la matriz por defecto "0"
Entrada: Matriz Dispersa M y Valor Repetido
Salida: Ninguna
Precondición: Matriz Dispersa Creada
Poscondición: Matriz Dispersa con valor repetido establecido.

Poner(M:MatrizDispersa, f, c : indice, valor: elemento)
Utilidad: Adicionar un elemento a la matriz
Entrada: Matriz Dispersa M, fila, columna y valor a colocar
Salida: Ninguna
Precondición: Matriz Dispersa Dimensionada
Poscondición: Matriz Dispersa modificada con valor asignado a la posición f,c

Elemento (M:MatrizDispersa, f,c : indice)
Utilidad: Buscar el elemento que está en la posición f,c de la matriz
Entrada: Matriz Dispersa M, fila f y columna c
Salida: Elemento ubicado en la posición f,c de la matriz
Precondición: Matriz Dispersa Dimensionada
Poscondición: Ninguna

2.1.3 Aplicaciones con MatrizDispersa.

En esta sección se puede apreciar que ya estamos en condiciones para plantear algoritmos usando el TDA MatrizDisersa, abstrayéndonos de la forma como esta implementado.

Ej1: Implementar el procedimiento que determine la transpuesta de una matriz A

$$A = (a_{ij}) \quad , \quad {}^{T}A = (a_{ji}) \qquad A = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 1 & 5 \\ 3 & 7 \end{pmatrix} \quad , \quad {}^{t}A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 0 & 5 & 7 \end{pmatrix}$$

Transpuesta (A :MatrizDispersa , ES tA: MatrizDispersa)
Inicio
tA.dimensionar(a.dimension_columna,a.dimension_fila)
Para cada f=1 hasta a.dimension_fila
Para cada c= hasta a.dimension_columna
tA.poner(c,f,a.elemento(f,c))
fin

2.1.4 Implementaciones del TDA MatrizDispersa
En esta sección mostraremos tres implementaciones para el TDA MatrizDispersa:

- **Implementación con vectores**
- **Implementación con Simulación de Memoria**
- **Implementación con Punteros**

2.1.4.1 Implementación con vectores.

Formato coordenado (COO)
Para la implementación del TDA MatrizDispersa se utilizara tres vectores que contendrán los elementos y los índices respectivamente de la matriz.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 3 & 4 & 0 & 5 & 0 \\ 6 & 0 & 7 & 8 & 9 \\ 0 & 0 & 10 & 11 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 12 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} \text{vd} &= [\,12 \;\; 9 \;\; 7 \;\; 5 \;\; 1 \;\; 2 \;\; 11 \;\; 3 \;\; 6 \;\; 4 \;\; 8 \;\; 10\,], \\ \text{vf} &= [\,5 \;\; 3 \;\; 3 \;\; 2 \;\; 1 \;\; 1 \;\; 4 \;\; 2 \;\; 3 \;\; 2 \;\; 3 \;\; 4\,], \\ \text{vc} &= [\,5 \;\; 5 \;\; 3 \;\; 4 \;\; 1 \;\; 4 \;\; 4 \;\; 1 \;\; 1 \;\; 2 \;\; 4 \;\; 3\,]. \end{aligned}$$

Definiendo la clase MatrizDispersa
Tipo de Datos
Clase MatrizDispersa
Atributos
Vf, // filas
VC, // Columnas
VD : Arreglo(MAX) // elementos
df,dc : Entero // Dimensión
repe : elemento // es el elemento que se repetirá en la matriz
nt : Entero
Metodos
Crear()
dimensionar(df,dc:entero)
entero dimension_Fila()

```
            entero dimension_columna()
            poner(f,c:indice; valor:elemento)
            tipo_elemento Elemento(f,c:indice)
            definir_valor_repetido(valor:elemento)
          fin
```

Constructor matrizdispersa.Crear

```
 inicio
    df=0 dc=0 repe=0 , nt =0
  fin
```

matrizdispersa.dimensionar(nf, nc : entero)

```
inicio
   df=nf
   dc=nc
fin
```

entero matrizdispersa.dimension_fila()

```
inicio
    retornar df
fin
```

entero matrizdispersa.dimension_columna()

```
inicio
    retornar dc
fin
```

matrizdispersa.poner(f,c: entero; e: Elemento)

```
Inicio
  Lug = // Buscar en vector vf,vc los valores f y c y retornar indice
  si lug>0 entonces vd[ lug ] = e
         si vd[lug]=rep entonces // desplazar
         caso contrario
           si nt< MAX entoces
                    nt = nt +1
                    vd[ nt ] = e vf[ nt ] = f vc[ nt ] = c
                  caso contrario
                    // error no existe espacio
fin
```

tipo_elemento matrizdispersa.elemento(f,c: entero)

```
Inicio
    si (f>=1 y f<= df)  y ( c>=1 y c<=dc) entoces
             lug = // buscar f,c en vectores vc,vf y retornar lugar
             si lug>0 entoces
                     retornar vd[lug]
                   caso contrario
                     retornar repe
           caso contrario
             // Error fuera de rango indices
```

Fin

matrizdispersa.Definir_valor_repetido(valor Entero)
inicio
    repe=valor
// este algoritmo no considera si este método es llamado en tiempo de ejecución complemente el código.
Fin

Formato Compressed Sparsed Row (CSR)
Para la implementación del TDA MatrizDispersa se utilizará tres vectores que contendrán los elementos y los índices respectivamente de la matriz, a diferencia de lo establecido en el formato COO, esta forma de implementación comprimirá los elementos del vector que tiene los índices de la Fila.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 3 & 4 & 0 & 5 & 0 \\ 6 & 0 & 7 & 8 & 9 \\ 0 & 0 & 10 & 11 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 12 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} vd &= [\,12\ 9\ 7\ 5\ 1\ 2\ 11\ 3\ 6\ 4\ 8\ 10\,], \\ vf &= [\,5\ 3\ 3\ 2\ 1\ 1\ 4\ 2\ 3\ 2\ 3\ 4\,], \\ vc &= [\,5\ 5\ 3\ 4\ 1\ 4\ 4\ 1\ 1\ 2\ 4\ 3\,]. \end{aligned}$$

Vf(1) = 1
Vf(i +1) – vf(i) = Numero de elementos no repetidos en la fila i

Así, la matriz A en el formato CRS se representa por

$$\begin{aligned} Vd &= [\,1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7\ 8\ 9\ 10\ 11\ 12\,], \\ Vc &= [\,1\ 4\ 1\ 2\ 4\ 1\ 3\ 4\ 5\ 3\ 4\ 5\,], \\ Vf &= [\,1\ 3\ 6\ 10\ 12\ 13\,]. \end{aligned}$$

2 3 4 2 1
1 2 3 4 5

Definiendo la clase MatrizDispersa
Tipo de Datos

Clase MatrizDispersa

Atributos

VF, // filas
VC, // Columnas
VD : Arreglo(MAX) // elementos
df,dc : Entero // Dimensión
repe : elemento
nt : Entero

Metodos

Privados

Indice Existe_Elemento(f,c:indice) // busca en vd,vc y vf si existe el elemento
Indice Donde_insertar(f,c:indice) // determina donde insertar en vd,vc y vf

publicos

```
            Crear()
            dimensionar(df,dc:entero)
            entero dimension_Fila()
            entero dimension_columna()
            poner(f,c:indice; valor:elemento)
            tipo_elemento Elemento(f,c:indice)
            definir_valor_repetido(valor:elemento)
          fin
```

Constructor matrizdispersa.Crear

```
 inicio
   df=0 dc=0 repe=0 , nt =0
   para cada k=1 hasta (df+1)
        vf[k]=1
   repe=0
   nt=0
 fin
```

matrizdispersa.dimensionar(nf, nc : entero)

```
inicio
  df=nf
  dc=nc
fin
```

entero matrizdispersa.dimension_fila()

```
inicio
   retornar df
fin
```

entero matrizdispersa.dimension_columna()

```
inicio
   retornar dc
fin
```

Indice matrizdispersa.Existe_Elemento(f,c:indice)

Inicio

```
    //Verificar si existe elemento
    Existe_lugar=0
    lug_antes=0
    para cada I = 1 to  (f-1)  hacer
              lug_antes=lug_antes + (vf[i+1] - vf[ i ])
    max_elem_fila:=(vf[f+1]-vf[f])
    para cada i=1 to max_elem_fila hacer
        si vc[lug_antes+i]=c entonces
               existe_lugar=lug_antes+i
     Existe_elemento:=existe_lugar;
```

fin

```
Entero matrizdispersa.dondeinsertar(f,c : Indice )
Inicio
      // contando los lugares por fila
       lug_antes=0
       para cada I = 1  hasta (f-1) hacer
                lug_antes=lug_antes + (vf[i+1] - vf[ i ])

      // contando los lugares por columna
       nuevo_lugar=lug_antes
       lugar=lug_antes
       para cada i=1 to (vf[f+1] - vf[ f ]) hacer
         inicio
            lugar=lug_antes+i
            si  C>vc[lugar] entonces nuevo_lugar=lugar
         fin
       nuevo_lugar=nuevo_lugar+1
       Donde_insertar=nuevo_lugar
fin

matrizdispersa.poner(f,c: entero; e: Elemento)
// el siguiente algoritmo no analiza si se coloca el "0"
Inicio
       Lugar =Existe_Elemento(f,c)
       si lugar<>0 entonces
                  inicio
                      vd[lugar]=valor
                  fin
             caso contrario
               inicio
                 lugar=Donde_insertar(f,c)
                 // desplazando vd,vc para insertar nuevo elemento
                 i=nt+1;
                 mientras i>=(lugar+1) hacer
                   inicio
                      vd[i]=vd[i-1]
                      vc[i]=vc[i-1]
                      i=i-1
                   fin
                 vd[lugar]=valor
                 vc[lugar]=c
                 nt=nt+1
                 // ajustando los valores del vector comprimido
                 for i=(f+1) to (df+1) do
                   vf[i]=vf[i]+1
               fin
fin
```

entero matrizdispersa.elemento(f,c: entero)

```
Inicio
      Si (f>=1 y f<=df) y (c>=1 y c<=dc) entonces
        inicio
       lugar=Existe_Elemento(f,c)
       si lugar=0 entoces elem=repe
                 caso contrario elem=vd[lugar]
       elemento=elem
       fin
Fin
```

matrizdispersa.Definir_valor_repetido(valor Entero)

```
inicio
    repe=valor
 // este algoritmo no considera si este método es llamado en tiempo de ejecución
complemente el código.
Fin
```

2.1.4.2 Implementación con Simulación de Memoria (usando la clase CSMemoria)

Esta forma de implementación es netamente académica en virtud a que lo que busca es una mejor comprensión sobre los punteros, para ello se entiende que se usara como Memoria nuestra clase CSmemoria implementada en la unidad uno.

Usando nodos contiguos para cada elemento: en esta forma de implementación los elementos están contenidos en nodos que están almacenados de manera contigua y cuyo rendimiento está en función del orden y el lugar que ocupan los elementos a partir de ptrmatd.

Definiendo la clase MatrizDispersa

Tipo de dato

```
                        Nodo
                            Fila       Entero
                            Col Entero
                             dato     Entero,
                             Sig      Puntero a Nodo
                        // fin definición

                        Dirección Puntero a espacio de memoria de tipo Nodo
                        Clase Matrizdispersa
                           Atributos
                              PtrMatD   Direccion
                              rep, dimf,dimc  Entero
                         Metodos
                              Crear()
                              dimensionar(df,dc:entero)
                              entero dimension_Fila()
                              entero dimension_columna()
                              poner(f,c:indice; valor:elemento)
                              tipo_elemento Elemento(f,c:indice)
```

```
        definir_valor_repetido(valor:elemento)
    Fin
```

Implementación clase MatrizDispersa utilizando Simulador de Memoria CSmemoria.

publico matrizdispersa.Crear()

```
  inicio
     ptrmatd=-1
     dimf= 0
     dimc= 0
     rep=0
  fin
```

matrizdispersa.dimensionar(nf, nc : entero)

```
inicio
   dimf=nf
   dimc=nc
fin
```

entero matrizdispersa.dimension_fila()

```
inicio
    retornar dimf
fin
```

entero matrizdispersa.dimension_columna()

```
inicio
    retornar dimc
fin
```

matrizdispersa.poner(f,c: entero; e: Elemento)

```
Inicio
        dir= buscar si existe f,c en los nodos
        si dir=nulo entonces
                    x = new_espacio(‘fila,col,dato,sig’)
                    si x<>Nulo entonces
                                poner_dato(x,’->fila’,f)
                                poner_dato(x,’->col’,c)
                                poner_dato(x,’->dato’,e)
                                poner_dato(x,’->sig’,ptrmatd)
                                ptrmatd=x
                            caso contrario
                             // error no existe eespacio memoria
                      fin si
              caso contraio
                     poner_dato(dir,’->dato’,e)
                     si e=rep entices
                                //eliminar nodo
                      fin si
         fin si
```

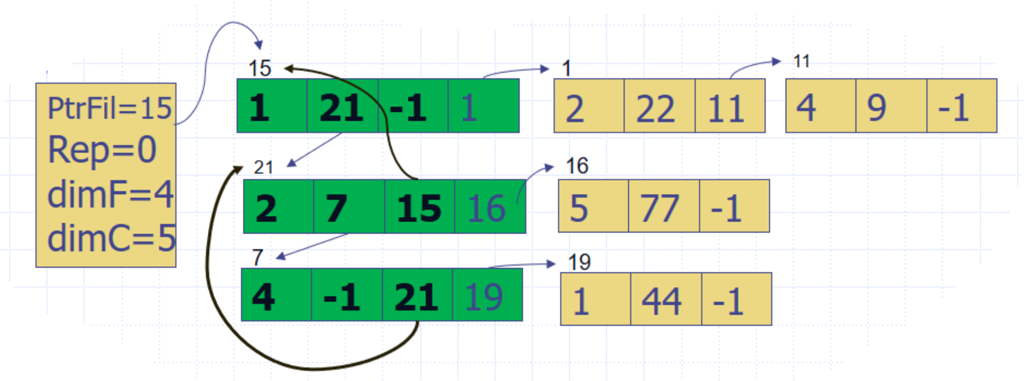
fin

entero matrizdispersa.elemento(f,c: entero)
Inicio
  Si f>=1 y f<=dimf y c>=1 y c<=dimc entoces
   inicio
      dir= buscar si existe f,c en los nodos
      si dir <>nulo entoces
                        retornar obtener_dato(dir,’→dato’)
                     caso contrario
                       retornar rep
      Fin si
Fin si
Fin

matrizdispersa.Definir_valor_repetido(valor Entero)
inicio
    rep=valor
// este algoritmo no considera si este método es llamado en tiempo de ejecución complemente el código.
Fin

Usando nodos cabecera por fila: En esta forma de implementación los elementos están contenidos en nodos que dependen de un nodo cabera por fila, lo cual hace mas eficiente la búsqueda de los elementos en la matriz.

0	**22**	0	**9**	0
0	0	0	0	**77**
0	0	0	0	0
44	0	0	0	0



Definiendo la clase MatrizDispersa
Tipo de dato

NodoF
```
Fila      Entero
SigF      Entero    // dirección del nodo que tiene la siguiente fila
AntF      Entero,   // dirección de nodo que tiene la anterior Fila
PtrCol    Entero    /  Direccion que tiene los datos de la columna y elemento
```
// fin definición

NodoC
```
Col       Entero    // Es el valor de la columna donde esta el elemento
Dato      Entero    // Es el valor de elemento en la matriz
SigCol    Entero,   // Dirección del próximo elemento para otra columna
```
// fin definición

Dirección Puntero a espacio de memoria de tipo Nodo

Clase Matrizdispersa

Atributos
```
PtrFil   Direccion
rep, dimf,dimc  Entero
```
Metodos
```
Crear()
dimensionar(df,dc:entero)
entero dimension_Fila()
entero dimension_columna()
poner(f,c:indice; valor:elemento)
tipo_elemento Elemento(f,c:indice)
definir_valor_repetido(valor:elemento)
```
Fin

Implemente los métodos de la clase matrizdispersa, considerando que están implementada con nodos cabeceras por filas según la gráfica planteada.

2.1.4.3 Implementación con punteros.

En esta forma de implementación planteada lo que se resalta son los cambios que tienen que hacerse al código de la implementación con el simulador de memoria considerando que ahora se está trabajando con punteros reales, es así que se tiene de color rojo los cambios fundamentales en los algoritmos ya vistos, quedando por resolver las definiciones formales en c++.

Definiendo la clase MatrizDispersa
Tipo de dato

Nodo
```
Fila      Entero
Col       Entero
dato      Entero,
Sig       Puntero a Nodo
```
// fin definición

```
Dirección Puntero a espacio de memoria de tipo Nodo
Clase Matrizdispersa
   Atributos
     PtrMatD   Direccion a tipo Nodo
     rep, dimf,dimc  Entero
 Metodos
     Crear()
     dimensionar(df,dc:entero)
     entero dimension_Fila()
     entero dimension_columna()
     poner(f,c:indice; valor:elemento)
     tipo_elemento Elemento(f,c:indice)
     definir_valor_repetido(valor:elemento)
Fin
```

Implementación clase MatrizDispersa utilizando Simulador de Memoria CSmemoria.

publico matrizdispersa.Crear()

```
  inicio
      ptrmatd=null
      dimf= 0
      dimc= 0
      rep=0
  fin
```

matrizdispersa.dimensionar(nf, nc : entero)

```
inicio
   dimf=nf
   dimc=nc
fin
```

entero matrizdispersa.dimension_fila()

```
inicio
    retornar dimf
fin
```

entero matrizdispersa.dimension_columna()

```
inicio
    retornar dimc
fin
```

matrizdispersa.poner(f,c: entero; e: Elemento)

```
Inicio
        dir= buscar si existe f,c en los nodos
        si dir=nulo entonces
                     x = new Nodo
                     si x<>Nulo entonces
                                    x->fila= f
```

```
                              x->col=c
                              x->dato=e
                              x->sig=ptrmatd
                              ptrmatd=x
                              nt=nt +1
                          caso contrario
                           // error no existe eespacio memoria
                   fin si
              caso contraio
                   dir->dato=e
                   si e=rep entices
                          //eliminar nodo
                           nt = nt -1
                    fin si
        fin si
fin
```

entero matrizdispersa.elemento(f,c: entero)

```
Inicio
 Si f>=1 y f<=dimf y c>=1 y c<=dimc entoces
  inicio
    dir= buscar si existe f,c en los nodos
    si dir <>nulo entoces
                 retornar dir→dato
               caso contrario
                 retornar rep
    Fin si
Fin si
Fin
```

matrizdispersa.Definir_valor_repetido(valor Entero)

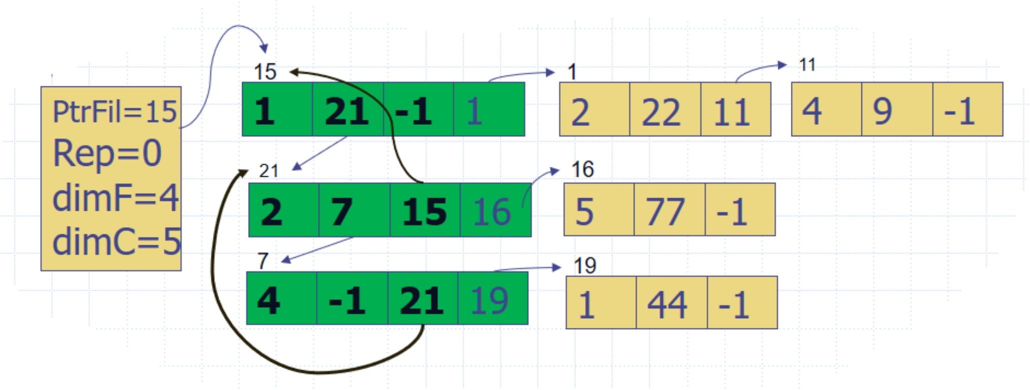
```
inicio
   rep=valor
```

// este algoritmo no considera si este método es llamado en tiempo de ejecución complemente el código.

```
Fin
```

Usando nodos cabecera por fila: En esta forma de implementación los elementos están contenidos en nodos que dependen de un nodo cabera por fila, lo cual hace mas eficiente la búsqueda de los elementos en la matriz.

0	**22**	0	**9**	0
0	0	0	0	**77**
0	0	0	0	0
44	0	0	0	0



Definiendo la clase MatrizDispersa
Tipo de dato

NodoF

Fila Entero // Indica la fila de la matriz
SigF Puntero a NodoF // indica la dirección del nodo que tiene la siguiente fila
AntF Puntero a NodoF // inidica la dirección de nodo que tiene la anterior Fila
PtrCol Puntero a NodoC //que contiene los datos de la columna y elemento

// fin definición

NodoC

Col Entero // Es el valor de la columna donde esta el elemento
Dato Entero // Es el valor de elemento en la matriz
SigCol Puntero a nodoC, // Dirección del próximo elemento para otra columna

// fin definición

Dirección Puntero a espacio de memoria de tipo Nodo

Clase Matrizdispersa

Atributos
PtrFil Direccion
rep, dimf,dimc Entero

Metodos

Crear()
dimensionar(df,dc:entero)
entero dimension_Fila()
entero dimension_columna()
poner(f,c:indice; valor:elemento)
tipo_elemento Elemento(f,c:indice)
definir_valor_repetido(valor:elemento)

Fin

Implemente los métodos de la clase matrizdispersa, considerando que están implementada con nodos cabeceras por filas según la gráfica planteada.

Practica
Implementar el TDA Matriz dispersa usando vectores, formato COO
Implementar el TDA Matriz dispersa usando vectores, formato CSR
Implementar el TDA Matriz dispersa usando simulador Memoria, formato Nodos Contiguos

Implementar el TDA Matriz dispersa usando punteros, formato Nodos Contiguos
Implementar el TDA Matriz dispersa usando SMemoria, formato nodos cabecera por fila
Implementar el TDA Matriz dispersa usando Punteros, formato nodos cabecera por fila