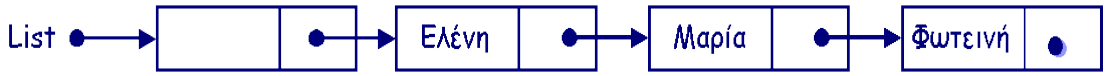
4.9 Άλλες παραλλαγές Συνδεδεμένων Λιστών

Οι στοίβες και οι ουρές είναι ειδικές περιπτώσεις λιστών και είδαμε πώς μπορούν να υλοποιηθούν ως συνδεδεμένες λίστες. Στην παράγραφο αυτήν θα δούμε ακόμα δύο περιπτώσεις λιστών: τις ***λίστες με κόμβους κεφαλή*** (*lists with head nodes*) και τις ***κυκλικές συνδεδεμένες λίστες*** (*circular linked lists*).

Λίστες με Κόμβους Κεφαλή

Ο πρώτος κόμβος μιας τυπικής συνδεδεμένης λίστας διαφέρει από τους υπόλοιπους, γιατί δεν έχει προηγούμενο κόμβο. Εξ αιτίας αυτού του γεγονότος ξεχωρίσαμε δύο περιπτώσεις για τις διαδικασίες εισαγωγής και διαγραφής. Κάτι τέτοιο όμως μπορεί να αποφευχθεί αν εξασφαλίσουμε ότι κάθε κόμβος που περιέχει κάποιο στοιχείο θα έχει προηγούμενο κόμβο, εισάγοντας στην αρχή της λίστας έναν εικονικό πρώτο κόμβο, τον **κόμβο κεφαλή** (**head node**). Στο τμήμα δεδομένου αυτού του κόμβου δεν αποθηκεύεται στην πραγματικότητα κανένα στοιχείο της λίστας. Ο κόμβος κεφαλή είναι ο προηγούμενος του κόμβου στον οποίο αποθηκεύεται το πρώτο στοιχείο, γιατί δείχνει σ' αυτόν τον πραγματικά πρώτο κόμβο. Ένα παράδειγμα φαίνεται παρακάτω:



Σ' αυτού του είδους τις λίστες κάθε συνδεδεμένη λίστα πρέπει να έχει έναν κόμβο κεφαλή κι επομένως μια κενή λίστα έχει μόνο τον κόμβο κεφαλή, όπως φαίνεται παρακάτω:

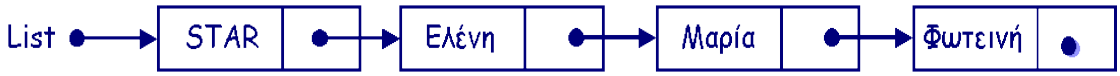
Επομένως, για να δημιουργήσουμε μια κενή λίστα, δεν χρειάζεται απλά να δώσουμε την τιμή NULL σε έναν δείκτη List, αλλά πρέπει να πάρουμε έναν κόμβο κεφαλή στον οποίο να δείχνει ο List και το πεδίο δεσμού του να είναι NULL. Στην C αυτό γίνεται με τις ακόλουθες εντολές:

```
List = (ListPointer)malloc(sizeof(struct ListNode));
List->Next == NULL
```

Για να εξετάσουμε τώρα αν μια τέτοια λίστα είναι κενή αρκεί να ελέγξουμε αν List->Next == NULL και όχι αν List == NULL.

Όπως φαίνεται και από το σχήμα, δημιουργήσαμε μια κενή λίστα με έναν κόμβο κεφαλή ορίζοντας το τμήμα δεσμού του σε NULL χωρίς όμως να δίνουμε κάποια τιμή στο τμήμα

δεδομένου του. Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι δυνατό να αποθηκεύουμε στο τμήμα δεδομένου του κόμβου κεφαλή κάποια πληροφορία σχετική με τη λίστα. Αν, για παράδειγμα οι *Ελένη*, *Μαρία* και *Φωτεινή* δουλεύουν στην εταιρεία *Star*, τότε μπορούμε να αποθηκεύσουμε το όνομα της εταιρείας στον κόμβο κεφαλή ως εξής:



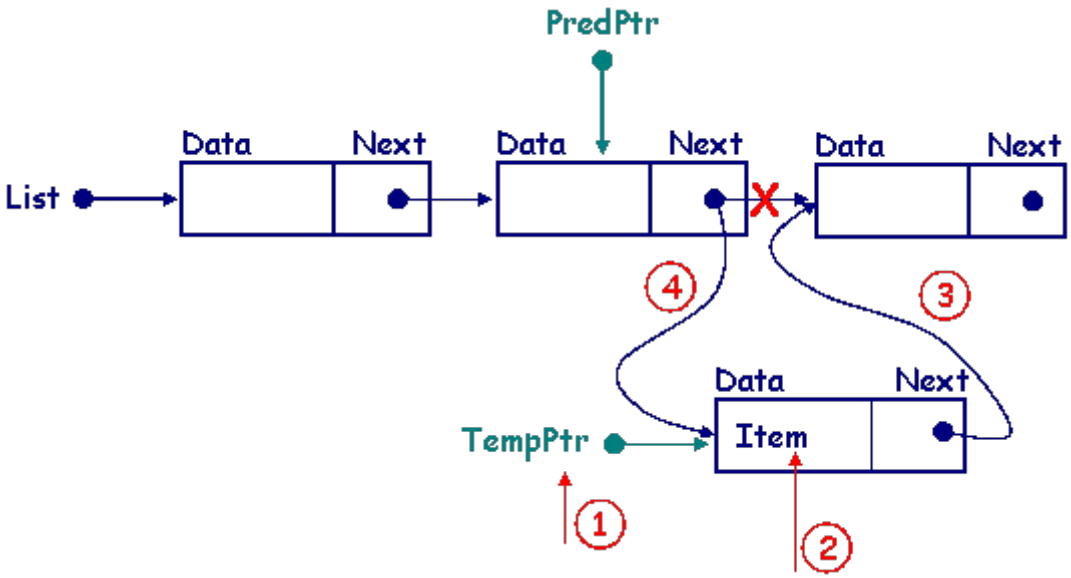
Επειδή σε μια λίστα με κόμβο κεφαλή, για όλους τους κόμβους που περιέχουν στοιχεία της λίστας, υπάρχει προηγούμενος κόμβος, οι διαδικασίες εισαγωγής (Σχήμα 4.9.1) και διαγραφής (Σχήμα 4.9.2) είναι πιο απλοποιημένες. Ακολουθούν οι **αλγόριθμοι εισαγωγής, διαγραφής και διάσχισης μιας συνδεδεμένης λίστας με κόμβο κεφαλή**:

(1) Παίρνουμε ένα νέο κόμβο, στον οποίο δείχνει
προσωρινά ο δείκτης *TempPtr*

(2) Data(*TempPtr*) <-*Item*

(3) Next(*TempPtr*) <- Next(*PredPtr*)

(4) Next(*PredPtr*)<- *TempPtr*



Σχήμα 4.9.1. Εισαγωγή στοιχείου (Item) σε συνδεδεμένη λίστα με κόμβο κεφαλή.

ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ ΣΕ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΗ ΛΙΣΤΑ ΜΕ ΚΟΜΒΟ ΚΕΦΑΛΗ

/*Δέχεται: Μια συνδεδεμένη λίστα με κόμβο κεφαλή, που δεικτοδοτείται από τον *List*, ένα στοιχείο δεδομένων *Item* και έναν δείκτη *PredPtr*.

Λειτουργία: Εισάγει έναν κόμβο, που περιέχει το *Item,* μέσα στην συνδεδεμένη λίστα μετά από τον κόμβο που δεικτοδοτείται από τον *PredPtr*.

Επιστρέφει: Την τροποποιημένη συνδεδεμένη λίστα με κόμβο κεφαλή που δεικτοδοτείται από τον *List*.*/

1. Πάρε έναν κόμβο που να δεικτοδοτείται από τον *TempPtr* /*δείκτης στο νέο κόμβο*/
2. Data(*TempPtr*) ←*Item*

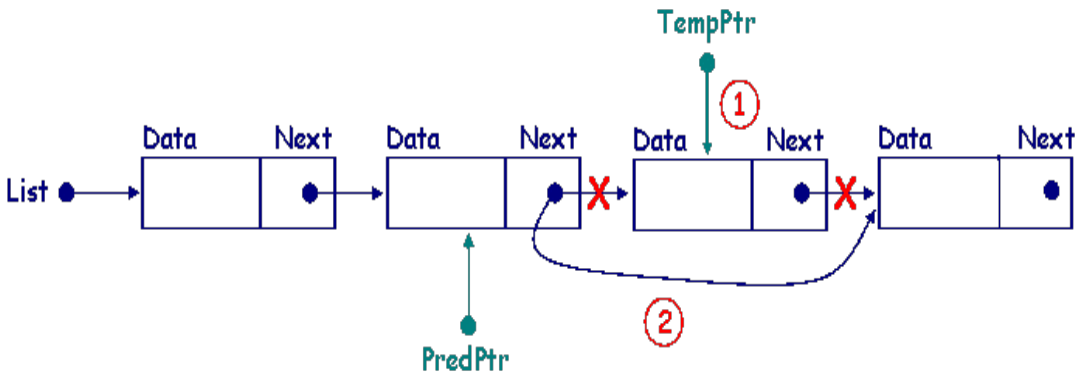
   /*θέσε στο πεδίο *Data* του νέου κόμβου που δείχνει ο *TempPtr* την τιμή της *Item**/
3. Next(*TempPtr*) ← Next(*PredPtr*)

   /*θέσε στο πεδίο *Next* του νέου κόμβου που δεικτοδοτείται από τον *TempPtr* την τιμή του πεδίου *Next* του δείκτη *PredPtr*, δηλαδή επόμενος κόμβος του *TempPtr* είναι ο κόμβος που μέχρι τώρα ήταν επόμενος του *PredPtr**/
4. Next(*PredPtr*) ← *TempPtr*

   /*θέσε στο πεδίο *Next* του δείκτη *PredPtr* την τιμή του δείκτη *TempPtr,* έτσι ώστε ο *PredPtr* να δείχνει πλέον στο νέο κόμβο *TempPtr**/

(1)*TempPtr* <- Next(*PredPtr*)

(2)Next(*PredPtr*)<-Next(*TempPtr*)



Σχήμα 4.9.2. Διαγραφή στοιχείου από συνδεδεμένη λίστα με κόμβο κεφαλή.

ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΔΙΑΓΡΑΦΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ ΑΠΟ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΗ ΛΙΣΤΑ ΜΕ ΚΟΜΒΟ ΚΕΦΑΛΗ

/*Δέχεται: Μια συνδεδεμένη λίστα με κόμβο κεφαλή που δεικτοδοτείται από τον *List* και έναν δείκτη *PredPtr*.

Λειτουργία: Διαγράφει από τη συνδεδεμένη λίστα τον κόμβο που έχει για προηγούμενό του αυτόν στον οποίο δείχνει ο *PredPtr*, αν η λίστα δεν είναι κενή.

Επιστρέφει: Την τροποποιημένη συνδεδεμένη λίστα με τον πρώτο κόμβο να δεικτοδοτείται από τον *List*.

Έξοδος: Ένα μήνυμα κενής λίστας αν η συνδεδεμένη λίστα είναι κενή.*/

Αν η λίστα είναι κενή **τότε**

Γράψε 'Προσπαθείς να διαγράψεις στοιχείο από κενή λίστα'

ListError ← **TRUE**

/*δηλώνει ότι προέκυψε λάθος κατά τη διαγραφή του στοιχείου, αφού έγινε προσπάθεια διαγραφής στοιχείου από κενή λίστα*/

Αλλιώς

1. *ListError* ← **FALSE**

/*δηλώνει ότι δεν προέκυψε λάθος κατά τη διαγραφή του στοιχείου*/

2. *TempPtr* ← Next(*PredPtr*)

/*ενημέρωσε τον δείκτη *TempPtr* ώστε να δείχνει στον κόμβο που θα διαγραφεί, δηλαδή στον κόμβο που είναι επόμενος του *PredPtr**/

3. Next(*PredPtr*) ← Next(*TempPtr*)

/*θέσε στο πεδίο *Next* του δείκτη *PredPtr* την τιμή του πεδίου *Next* του δείκτη *TempPtr,* έτσι ώστε ο κόμβος (*PredPtr*) που είναι προηγούμενος του κόμβου (*TempPtr*)που διαγράφεται να δείχνει πλέον στον αμέσως επόμενο του κόμβου που διαγράφεται*/

4. Να επιστρέψεις τον κόμβο στον οποίο δείχνει ο *TempPtr* /*ο κόμβος που διαγράφηκε*/ στην δεξαμενή των διαθέσιμων κόμβων

Τέλος_αν

ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΔΙΑΣΧΙΣΗΣ ΜΙΑΣ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΗΣ ΛΙΣΤΑΣ ΜΕ ΚΟΜΒΟ ΚΕΦΑΛΗ

/*Δέχεται: Μια συνδεδεμένη λίστα με κόμβο κεφαλή που δεικτοδοτείται από τον *List*.

Λειτουργία: Διασχίζει τη λίστα με τη βοήθεια του δείκτη *CurrPtr* που δείχνει τον τρέχοντα κάθε φορά κόμβο της συνδεδεμένης λίστας και επεξεργάζεται κάθε στοιχείο μόνο μια φορά.

Επιστρέφει: Εξαρτάται από το είδος της επεξεργασίας.*/

1. *CurrPtr* ← Next(*List*)

/*αρχικοποίηση του *CurrPtr* ώστε να δείχνει στον επόμενο κόμβο του κόμβου κεφαλή, δηλαδή στο πρώτο στοιχείο της συνδεδεμένης λίστας*/

2. **Όσο** *CurrPtr* != **NULL επανάλαβε**

/*όσο δεν διέσχισες όλη τη λίστα, δηλαδή όσο ο δείκτης *CurrPtr* δείχνει σε κάποιο κόμβο της συνδεδεμένης λίστας*/

α. Πάρε το τρέχον Data(*CurrPtr*) για επεξεργασία

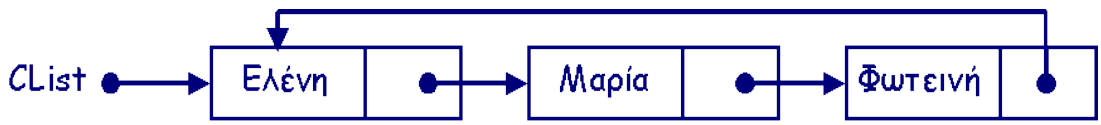
β. *CurrPtr* ← Next(*CurrPtr*)

/*ο δείκτης *CurrPtr* δείχνει στον αμέσως επόμενο κόμβο της λίστας*/

Τέλος_επανάληψης

Κυκλικές Συνδεδεμένες Λίστες

Όταν μελετήσαμε την υλοποίηση των ουρών με πίνακα, είδαμε ότι μπορούσαμε να αντιμετωπίσουμε το πρόβλημα της μετατόπισης των στοιχείων μέσα στον πίνακα, χρησιμοποιώντας έναν κυκλικό πίνακα στον οποίο το πρώτο στοιχείο ακολουθεί το τελευταίο. Η ίδια ιδέα μπορεί να εφαρμοστεί και σε μια συνδεδεμένη λίστα, αν ο τελευταίος κόμβος δείχνει στον πρώτο, δηλαδή αν έχουμε μια **κυκλική συνδεδεμένη λίστα** (**circular linked list**) όπως η παρακάτω:



Από το σχήμα φαίνεται ότι κάθε κόμβος έχει έναν προηγούμενο και έναν επόμενο, εκτός από την περίπτωση που η λίστα είναι κενή. Επομένως, οι αλγόριθμοι εισαγωγής και διαγραφής στοιχείου μιας κυκλικής συνδεδεμένης λίστας είναι πιο απλοί από τους αντίστοιχους της τυπικής συνδεδεμένης λίστας, επειδή όλοι οι κόμβοι έχουν προηγούμενο, όμως τώρα πρέπει να ξεχωρίσουμε την περίπτωση που εισάγουμε στοιχείο σε κενή λίστα

(Σχήμα 4.9.3) ή διαγράφουμε το μοναδικό στοιχείο μιας λίστας και την αφήνουμε κενή (Σχήμα 4.9.4). Τροποποιήσεις πρέπει να γίνουν και στον αλγόριθμο διάσχισης της λίστας.

(1) Παίρνουμε ένα νέο κόμβο, στον οποίο δείχνει
προσωρινά ο δείκτης *TempPtr*
(2) Data(*TempPtr*) <-*Item*

Αν **η λίστα είναι κενή**:

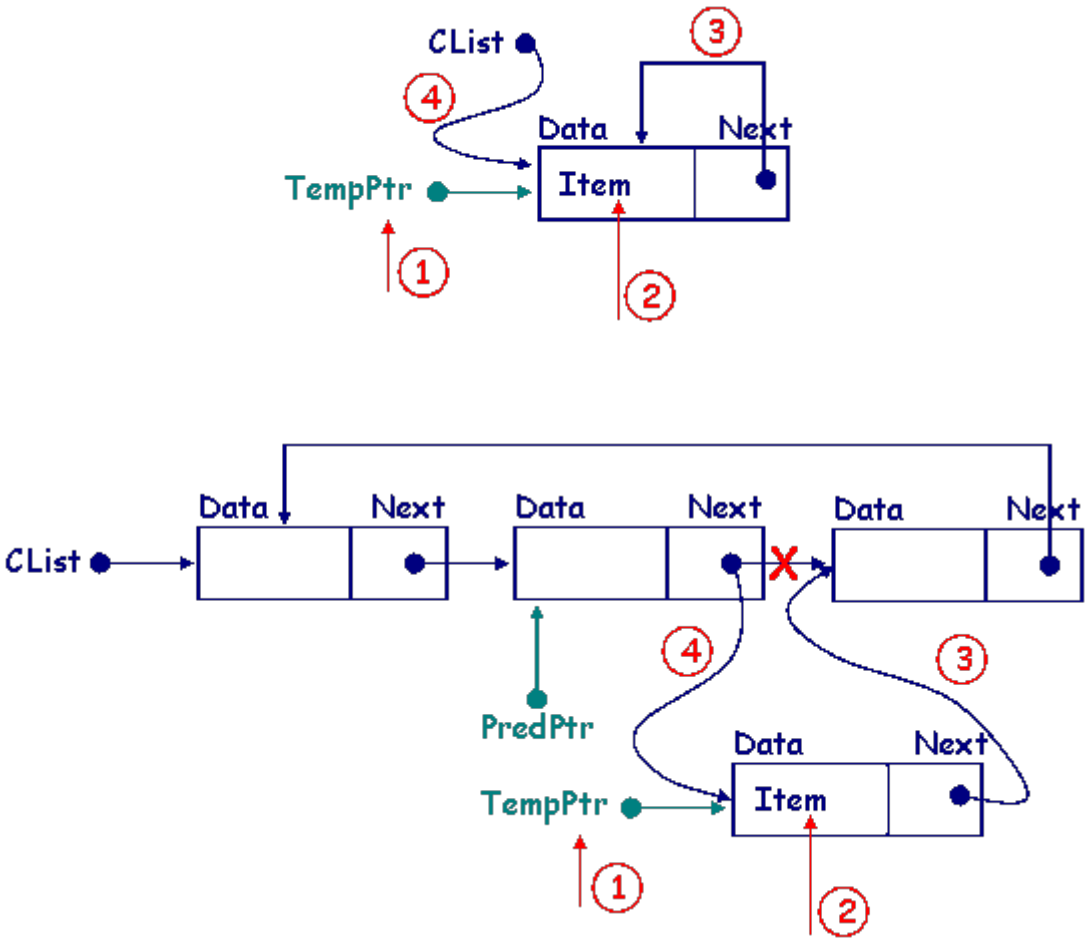
(3) Next(*TempPtr*) <- *TempPtr*

(4) *CList* <- *TempPtr*

Αν **η λίστα δεν είναι κενή**:

(3) Next(*TempPtr*) <- Next(*PredPtr*)

(4) Next(*PredPtr*) <- *TempPtr*



Σχήμα 4.9.3. Εισαγωγή στοιχείου σε κυκλική συνδεδεμένη λίστα.

ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ ΣΕ ΚΥΚΛΙΚΗ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΗ ΛΙΣΤΑ

/*Δέχεται: Μια κυκλική συνδεδεμένη λίστα με τον πρώτο κόμβο να δεικτοδοτείται από τον *CList*, ένα στοιχείο *Item* και έναν δείκτη *PredPtr*.

Λειτουργία: Εισάγει έναν κόμβο, που περιέχει το *Item*, μέσα στην κυκλική λίστα μετά από τον κόμβο που δεικτοδοτείται από τον *PredPtr* (εφόσον υπάρχει κάποιος).

Επιστρέφει: Την τροποποιημένη κυκλική συνδεδεμένη λίστα που δεικτοδοτείται από τον *CList*.*/

1. Πάρε έναν κόμβο στον οποίο να δείχνει ο *TempPtr*

2. *Data*(*TempPtr*) ← *Item*

/*θέσε στο πεδίο *Data* του νέου κόμβου που δεικτοδοτείται από τον *TempPtr* την τιμή της *Item**/

3. **Αν** η λίστα είναι κενή **τότε**

α. Next(*TempPtr*) ← *TempPtr*

/*θέσε στο πεδίο *Next* του νέου κόμβου του δείκτη *TempPtr* την τιμή του δείκτη *TempPtr,* δηλαδή ο νέος κόμβος, ο οποίος είναι ο μοναδικός της κυκλικής συνδεδεμένης λίστας, δείχνει στον εαυτό του*/

β. *CList* ← *TempPtr*

/*ενημέρωσε το δείκτη *CList* ώστε να δείχνει στον πρώτο κόμβο της κυκλικής συνδεδεμένης λίστας, δηλαδή στον κόμβο του δείκτη *TempPtr**/

Αλλιώς

α. Next(*TempPtr*) ← Next(*PredPtr*)

/*θέσε στο πεδίο *Next* του νέου κόμβου του δείκτη *TempPtr* την τιμή του πεδίου *Next* του κόμβου του δείκτη *PredPtr,* δηλαδή επόμενος του νέου κόμβου της κυκλικής συνδεδεμένης λίστας είναι ο κόμβος που είναι επόμενος του *PredPtr* (μετά από τον οποίο έγινε η εισαγωγή)*/

β. Next(*PredPtr*) ← *TempPtr*

/*θέσε στο πεδίο *Next* του δείκτη *PredPtr* την τιμή του δείκτη *TempPtr,* δηλαδή επόμενος κόμβος του *PredPtr* είναι ο *TempPtr**/

Τέλος_αν

ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΔΙΑΓΡΑΦΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ ΑΠΟ ΚΥΚΛΙΚΗ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΗ ΛΙΣΤΑ

/*Δέχεται: Μια συνδεδεμένη κυκλική λίστα με τον πρώτο κόμβο να δεικτοδοτείται από τον *CList* και έναν δείκτη *PredPtr*.

Λειτουργία: Διαγράφει από τη λίστα τον κόμβο που έχει για προηγούμενό του αυτόν στον οποίο δείχνει ο *PredPtr*, αν υπάρχει κάποιος.

Επιστρέφει: Την τροποποιημένη συνδεδεμένη λίστα με τον πρώτο κόμβο να δεικτοδοτείται από τον *CList*.*/

Αν η λίστα είναι κενή **τότε**

Γράψε 'Προσπαθείς να διαγράψεις στοιχείο από κενή λίστα'

Αλλιώς

1. *TempPtr* ← Next(*PredPtr*)

   /*ενημέρωσε τον δείκτη *TempPtr* ώστε να δείχνει στον κόμβο που θα διαγραφεί, ο οποίος είναι ο αμέσως επόμενος κόμβος του *PredPtr**/

2. **Αν** *TempPtr* = *PredPtr* /*λίστα με έναν κόμβο*/ **τότε**

   CList ← NULL

   /*ο δείκτης *CList* που δείχνει στον πρώτο κόμβο της κυκλικής συνδεδεμένης λίστας παίρνει την τιμή NULL, αφού η λίστα είναι πλέον κενή*/

   Αλλιώς /*λίστα με πάνω από έναν κόμβο*/

   Next(*PredPtr*) ← Next(*TempPtr*)

   /*θέσε στο πεδίο *Next* του κόμβου του δείκτη *PredPtr* την τιμή του πεδίου *Next* του κόμβου του δείκτη *TempPtr,* έτσι ώστε ο κόμβος που βρίσκεται πριν από τον κόμβο που διαγράφεται να δείχνει πλέον στον αμέσως επόμενο του κόμβου που διαγράφεται*/

   Τέλος_αν

3. Να επιστρέψεις τον κόμβο στον οποίο δείχνει ο *TempPtr* στη δεξαμενή των διαθέσιμων κόμβων

Τέλος_αν

ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΔΙΑΣΧΙΣΗΣ ΜΙΑΣ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΗΣ ΛΙΣΤΑΣ

/*Δέχεται: Μια κυκλική συνδεδεμένη λίστα με τον πρώτο κόμβο να δεικτοδοτείται από τον *CList*.

Λειτουργία: Διασχίζει την κυκλική συνδεδεμένη λίστα με τη βοήθεια του δείκτη *CurrPtr* που δείχνει τον τρέχοντα κάθε φορά κόμβο της κυκλικής συνδεδεμένης λίστας και επεξεργάζεται κάθε στοιχείο της κυκλικής συνδεδεμένης λίστας μόνο μια φορά.

Επιστρέφει: Εξαρτάται από το είδος της επεξεργασίας.*/

Αν η λίστα δεν είναι κενή **τότε**

1. *CurrPtr* ← *CList*

   /*αρχικοποίηση του βοηθητικού δείκτη *CurrPtr* ώστε να δείχνει στον πρώτο κόμβο της κυκλικής συνδεδεμένης λίστας*/

2. **Αρχή_επανάληψης**

   α. Πάρε το τρέχον στοιχείο *Data*(*CurrPtr*) για επεξεργασία

   β. *CurrPtr* ← Next(*CurrPtr*)

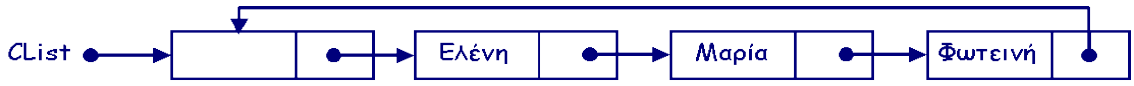
   /*ο βοηθητικός δείκτης *CurrPtr* δείχνει στον αμέσως επόμενο κόμβο της κυκλικής συνδεδεμένης λίστας*/

   Μέχρις_ότου (*CurrPtr* = *CList*)

   /*ο βοηθητικός δείκτης *CurrPtr* να δείξει ξανά στον πρώτο κόμβο της κυκλικής συνδεδεμένης λίστας *CList**/

Τέλος_αν

Μπορούμε, επίσης, να έχουμε μια κυκλική συνδεδεμένη λίστα με κόμβο κεφαλή, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι προτιμότερο ο δείκτης Clist να δείχνει στον τελευταίο κόμβο και όχι στον πρώτο, γιατί έτσι μπορούμε να έχουμε άμεση πρόσβαση στον τελευταίο κόμβο και σχεδόν άμεση πρόσβαση και στον πρώτο, αφού ο Next(Clist) δείχνει στον πρώτο κόμβο: