





- 2



-



- 
- ```

graph LR
    Start([Inicio]) --> ReadList[Lista de componente]
    ReadList --> ReadTip[tip]
    ReadTip --> ReadIdent[identificador]
    ReadIdent --> CheckSemicolon((;))
    CheckSemicolon --> End([Fim])
    CheckSemicolon --> ReadComma((,))
    ReadComma --> ReadTip
  
```

- 
- ```

graph LR
    Start(( )) --> struct[struct]
    struct --> nume[nume]
    nume --> ID[Identificator variabilă]
    ID --> semicolon((;))
    semicolon --> End(( ))
    ID --> comma((,))
    comma --> struct
  
```



# Structuri - exemple

---

- Structura **student** cu variabile declarate (trei studenți)

```
struct student
{
    int numarmatricol;
    char nume[25];
    char CNP[14];
    float nota;
} a, b, c;
```

- Structura **student** și variabile declarate ulterior (trei studenți)

```
struct student
{
    int numarmatricol;
    char nume[25];
    char CNP[14];
    float nota;
};

struct student a, b, c;
student a, b, c; // In limbajul C++ poate lipsi cuvantul struct
```



# Structuri - exemple

- Structură fără nume și trei variabile declarate

```
struct
{
    int numarmatricol;
    char nume[25];
    char CNP[14];
    float nota;
} a, b, c;
```

- Observație: ulterior nu se mai pot declara alte variabile de tipul structurii
- Definirea unei structuri nu ocupă memorie ci doar creează un tip nou de date
  - Variabilele declarate de tipul structurii respective ocupă memorie
  - Dimensiunea memoriei ocupată de o astfel de variabilă este aproximativ suma dimensiunilor de memorie ocupată de fiecare componentă
    - Zona de memorie ocupată este în final aliniată (se introduc, dacă este necesar, octeți de umplură – *padding bytes*) pentru a facilita accesul la date



- ```
struct student {
    int numarmatricol;
    char nume[25];
    char CNP[14];
    float nota;
    struct student s; // definire recurenta - nu este permisa!
};
```

- ```
struct student {
    int numarmatricol;
    char nume[25];
    char CNP[14];
    float nota;
    struct student *s; // pointer de tipul structurii
};
```



- ```
struct student {
    int numarmatricol;
    char nume[25];
    char CNP[14];
    float nota;
    struct student *fiustang; /* pointer catre studentul
                                fiu-stang */
    struct student *fiudrept; /* pointer catre studentul
                                fiu-drept */
};
```





- 9



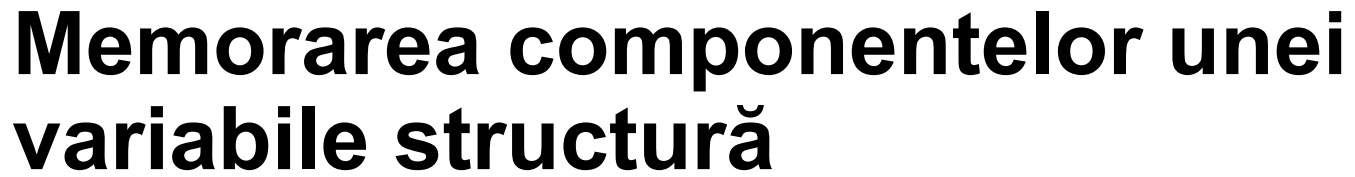
# Operații permise cu structuri - exemplu

---

```
struct student {
    int numarmatricol;
    char nume[25];
    char CNP[14];
    float nota;
} a;

struct student b;
struct student c={14526,"Popescu Alin","1960314121785",7.58f};
printf("%d %d\n",sizeof(b),sizeof(struct student)); //48 48
b=c;
a.numarmatricol=13154;
strcpy(a.nume,"Ionescu Emil");
strcpy(a.CNP,"1951201011143");
a.nota=5.54f;
struct student *pa=&a;
pa->nota=9.82f;
printf("%d %s %s %.2f\n",a.numarmatricol,a.nume,pa->CNP,(*pa).nota);
// 13154 Ionescu Emil 1951201011143 9.82
```

---

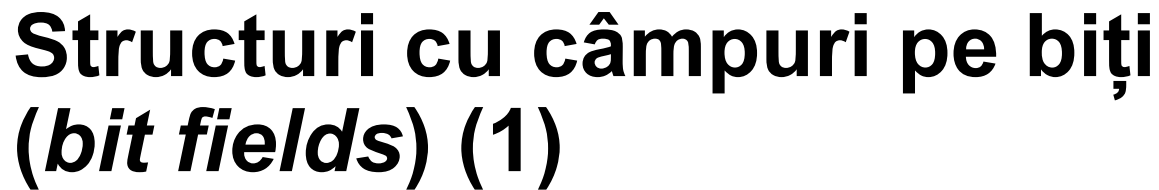


- ```
struct student {
    int numarmatricol;
    char nume[25];
    char CNP[14];
    float nota;
} x;
```

**Little-endian**

variabilă structură x.  
Primul octet

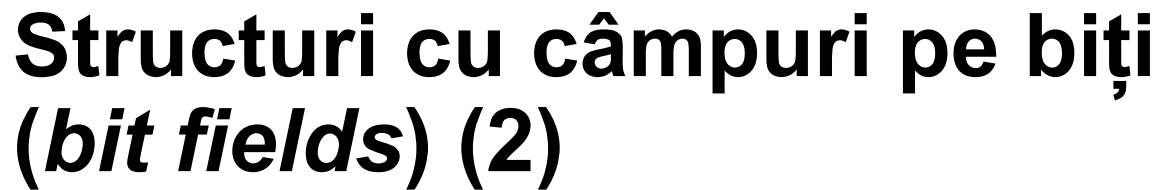
Adresa de memorie crește



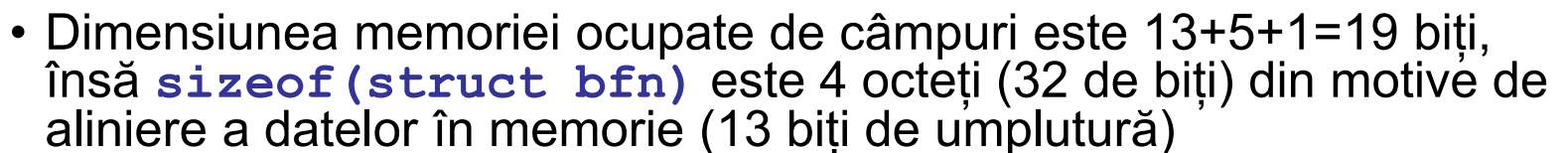
- ```
struct data {
    unsigned int zi:5;
    unsigned int luna:4;
    int an:14;
};
```

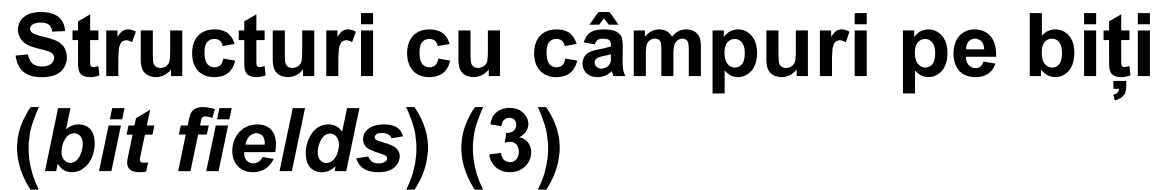


- 12

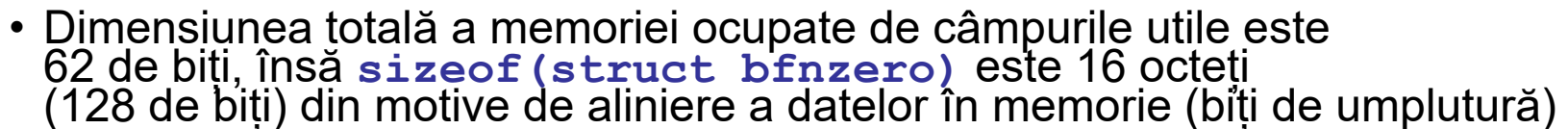


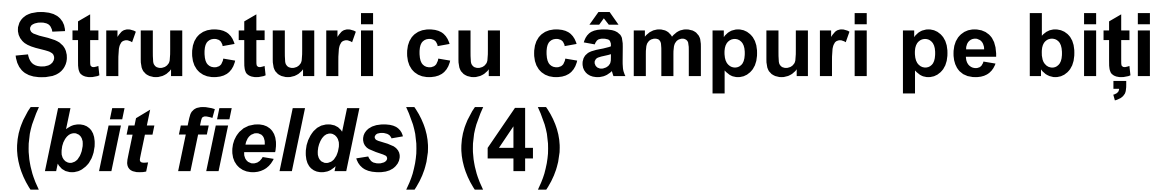
- ```
struct bfn {
    unsigned int a:13;
    unsigned int :5; // biți de umplură
    int b:1;
}
```



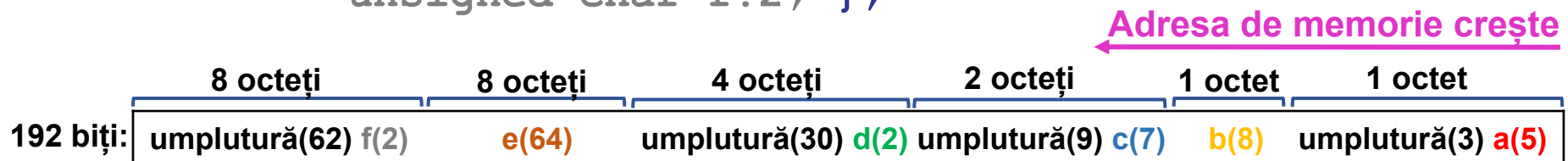


- ```
struct bfnzero {
    unsigned int a:13;
    int b:27;
    unsigned int :0; //inserează biți de umplură
    int c:17;
    unsigned char d:2;
    char :0; // inserează biți de umplură
    char e:3;
};
```
- Adresa de memorie crește

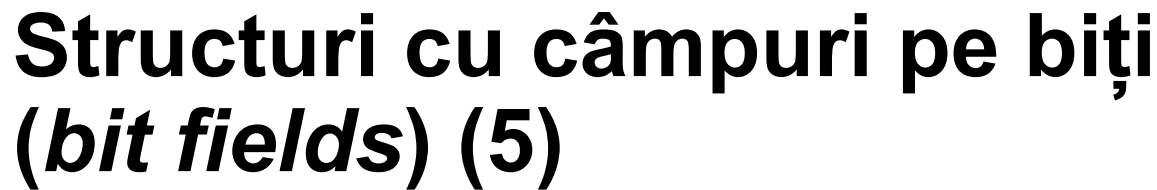




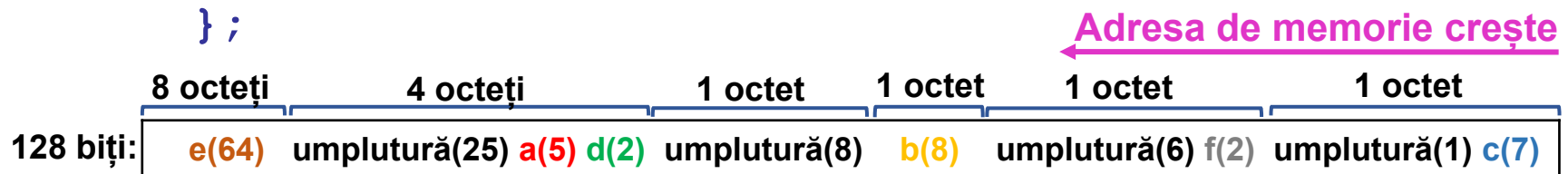
- ```
struct mixta {
    unsigned int a:5;
    char b;
    unsigned char c:7;
    unsigned int d:2;
    double e;
    unsigned char f:2; };
```



- Dimensiunea totală a memoriei ocupate de câmpurile utile este 88 biți, însă `sizeof(struct mixta)` este 24 octeți (192 de biți) din motive de aliniere a datelor în memorie (biți de umplură)
- Observație: s-ar putea economisi memorie prin rearanjarea câmpurilor în structură



- ```
struct mixta {
    unsigned char c:7;
    unsigned char f:2;
    char b;
    unsigned int d:2;
    unsigned int a:5;
    double e;
};
```



- În această configurație `sizeof(struct mixta)` este 16 octeți (128 de biți) din motive de aliniere a datelor în memorie (biți de umplură)
- S-a economisit memorie!





# Structuri cu câmpuri pe biți (*bit fields*) (6)

- Accesul la câmpurile pe biți este analog ca și la câmpurile obișnuite
  - Singura diferență constă în faptul că nu se poate accesa adresa unui câmp pe biți
    - Este imposibil întrucât cea mai mică unitate de memorie accesibilă este octetul
    - Asignarea de valori se va face prin intermediul altei variabile
- Exemplu

```
struct mixta v;  
/* scanf("%d", &v.d); => eroare de compilare */  
int x;  
scanf("%d", &x);  
v.d = x;
```



- 18

# Uniuni - exemplu

```
union heterogen {
    int x;
    double y;
    char z[14];
} m;
```

```
union heterogen n={0x41424344}; 0x0 0x0 ..... 0x0 0x41 0x42 0x43 0x44
printf("%d %d\n",sizeof(n),sizeof(union heterogen)); //16 16
printf("%x %d\n",n.x,n.x); //41424344 1094861636
char *pc=(char*)&n;
printf("%c%c%c%c%c\n",*pc,* (pc+1) ,* (pc+2) ,* (pc+3) ,* (pc+4) ) ; //DCBA
printf("%s\n",n.z); //DCBA
m=n;
union heterogen *pm=&m;
pm->y=7.50;
strcpy(pm->z,"student");
printf("%d %f %s\n",m.x,(*pm).y,pm->z); //1685419123 0.000000 student
```

**Adresa  
variabilei  
uniune  $n$ .  
Primul octet**

## Little-endian

## Adresa de memorie crește

**16 octeți: 12 octeți (inițializați cu 0)**

**4 octeți**

**0x0 0x0 ..... 0x0 0x41 0x42 0x43 0x44**



# Enumerări

- O enumerare conține un set de constante întregi reprezentate prin identificatori
- Permite folosirea unor nume sugestive pentru valori numerice
- Constantele sunt asemănătoare constantelor simbolice și au valori setate automat
  - Valorile încep implicit de la 0 și sunt incrementate cu 1
  - Se pot seta valori explicite prin asignare cu operatorul **=**
  - Numele constantelor trebuie să fie unice
- Variabilele de tip enumerare își pot asuma doar una din valorile constante din set
  - Nu se poate garanta că reprezentarea pe tipul întreg a unei variabile de tipul enumerare poate fi folosită pentru a stoca alt întreg



# Enumerări - exemplu

---

```
enum culoare {alb, negru=14, verde, albastru, rosu=30};  
printf("%d %d %d %d %d\n", alb, negru, verde, albastru, rosu);  
                                     // 0 14 15 16 30  
  
enum culoare x=negru;  
enum culoare y=albastru;  
int z=x+y;  
printf("%d %d %d\n", x, y, z); //14 16 30  
x=alb;  
x=40000; // nu garanteaza ca se poate stoca corect valoarea in x  
printf("%d\n", x); //40000
```



- ```
graph LR;
    Start(( )) --> typedef;
    typedef --> tip;
    tip --> Nume_tip;
    Nume_tip --> Semicolon((;));
    Semicolon --> End(( ))
```

- 22



# Nume simbolice pentru tipuri de date - exemplu

---

```
typedef int intreg;  
typedef enum {false,true} boolean;  
typedef struct {  
    double real;  
    double imag;  
} complex;  
  
intreg i=20;  
complex k[2];  
k[0].real=5.245;  
k[0].imag=6.51;  
k[1]=k[0];  
boolean d;  
d=(i>k[0].real+k[1].imag)?true:false;  
printf("%d\n",d); //1
```

---