



Катедра за рачунарску технику и информатику

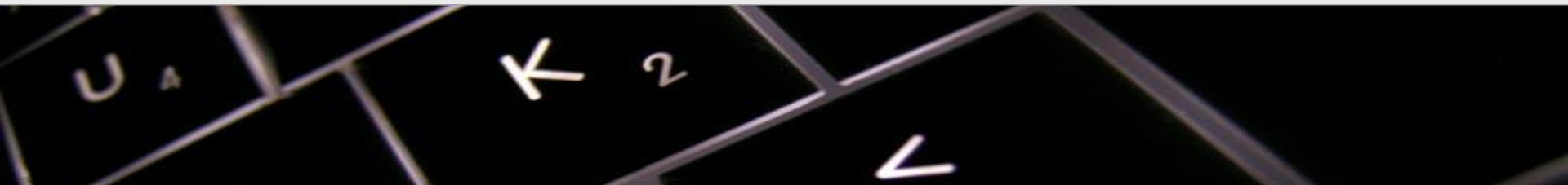


Програмирање 1

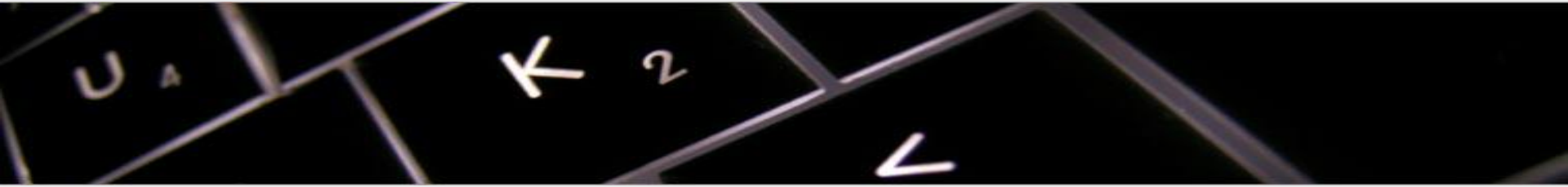
Прва година студијских програма

- Електротехника и рачунарство
- Софтверско инжењерство

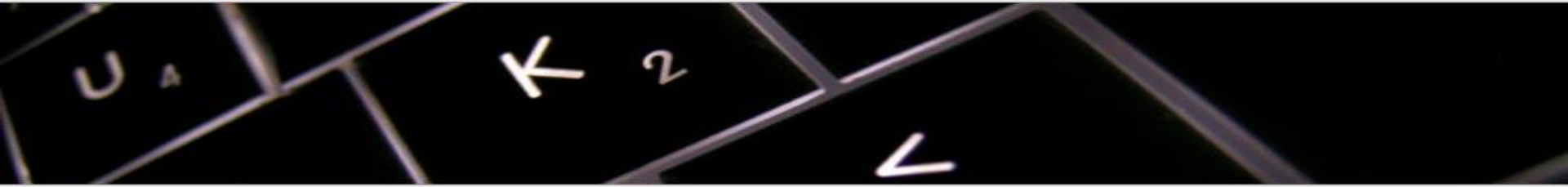
Синтаксне нотације



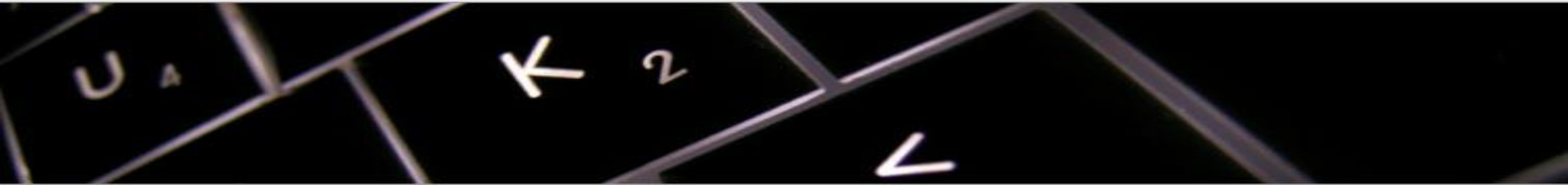
- ПРЕГЛЕД
- BNF
- EBNF
- СИНТАКСНИ ДИЈАГРАМИ
- ПРИМЕРИ



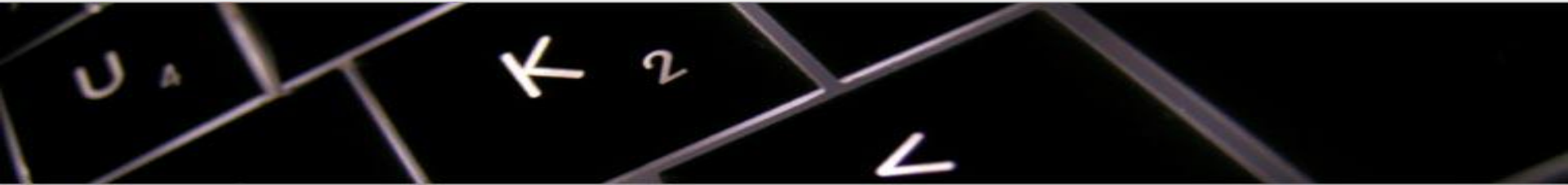
- **Синтакса – формална исправност језичких конструкција**
- **Семантика – смисао језичких конструкција**
- **Сличност са природним језицима**



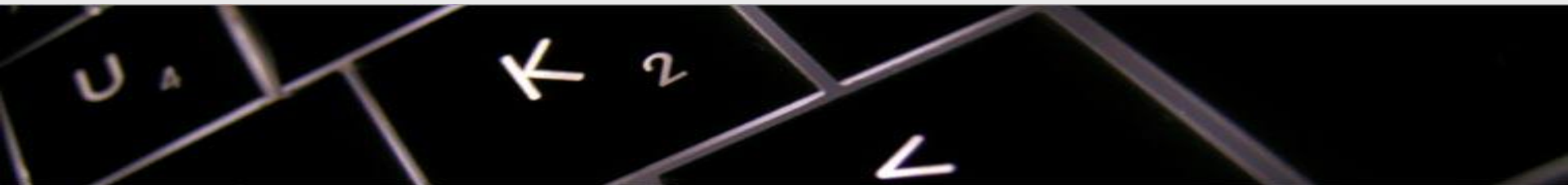
- **Метајезик – језик који служи за опис неког другог језика**
- **Објектни језик – језик који се описује**
- **Треба да буду различити**



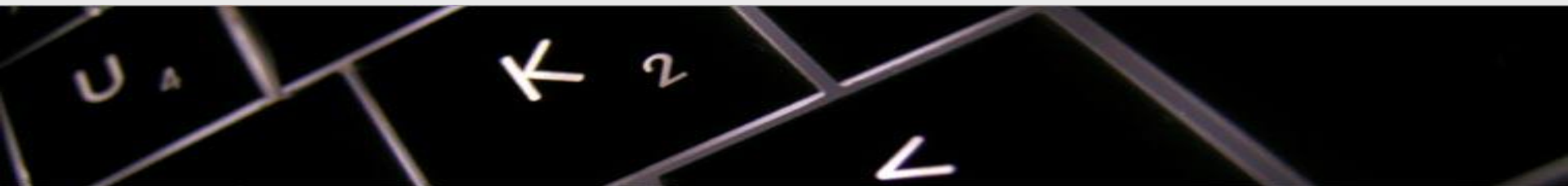
- Скраћеница за Бакус-Норову Форму (Backus-Naur Form)
- Формални, аналитички начин за представљање синтаксе
- Прецизан и једноставан механизам за опис
- Пре BNF, за опис језика су се користиле неформалне методе



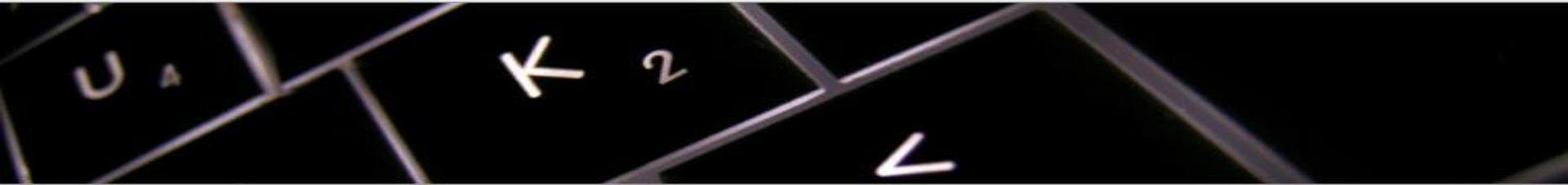
- Џон Бакус је користио нотацију која је садржала скоро све елементе BNF за презентацију језика Algol 58
- Питер Нор је закључио да се Algol на овај начин представљен може интерпретирати на више начина
- Креирао је прецизнији опис BNF за Algol 60
- Тако формирана BNF први пут је објављена у *Algol 60 Report*



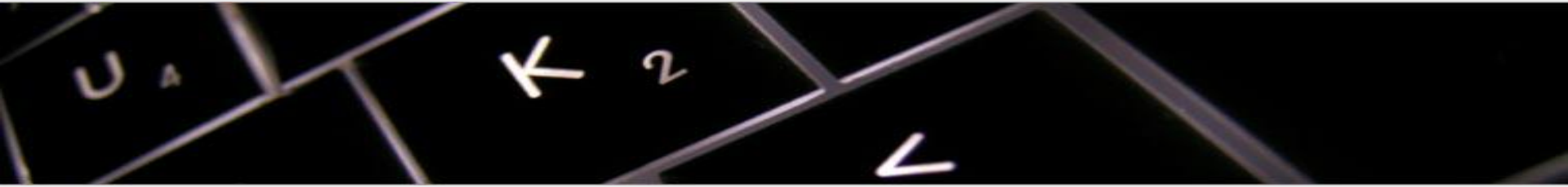
- Креирао је FORTRAN ("FORMula TRANslator"), први језик високог нивоа, 1954
- Велики утицај на функционално програмирање 1970-их
- Добио 1977 Тјурингову награду за BNF и FORTRAN



- Дански астроном
- Пионир у развоју софтверског инжењерства и софтверске архитектуре



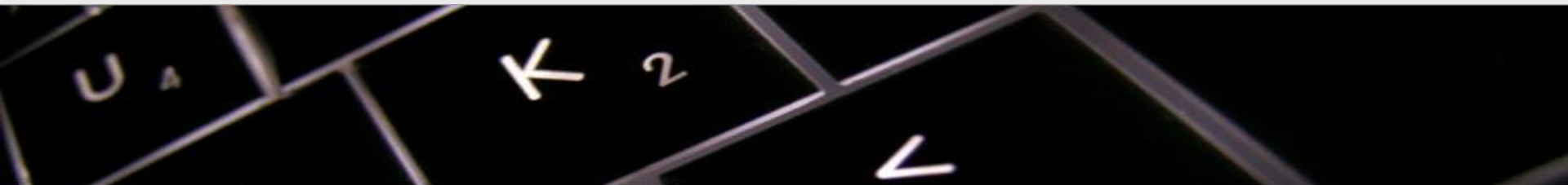
- **<>** - спецификација нетерминалног симбола
- **|** - ексклузивна дисјункција
- **::=** - додела вредности
- Терминални симболи
- Уланчавање
- Рекурзија



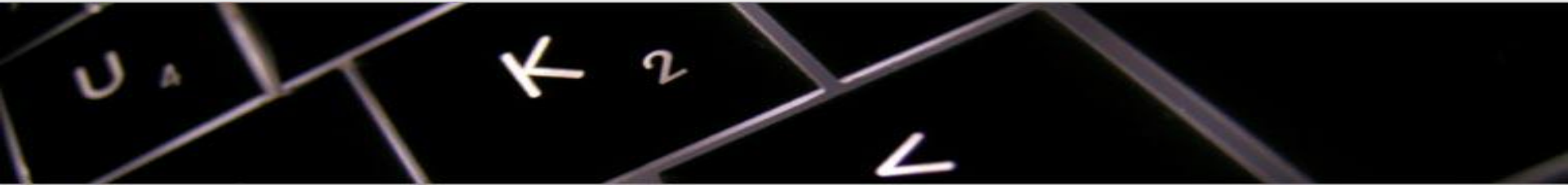
- Служи за именовање објектата
- Спецификација сложених објектата

Пример:

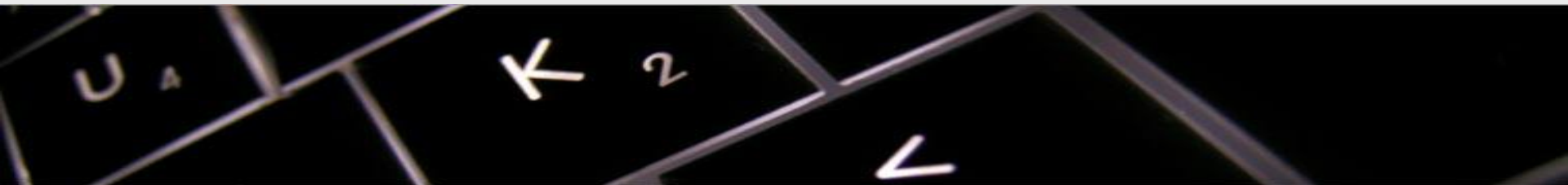
<ime>, <instrukcija>



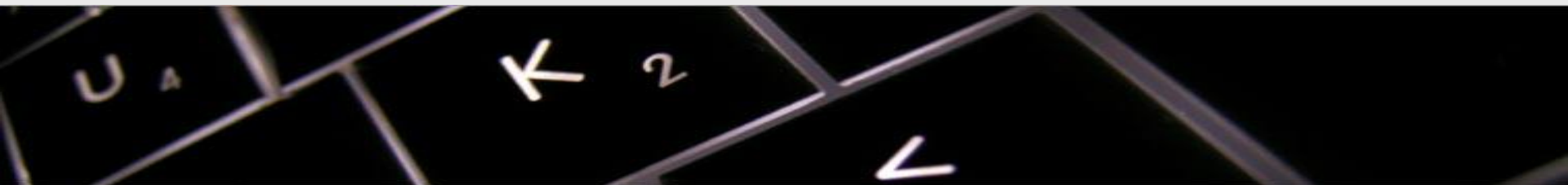
- Служи за селектовање
- Метасимбол ексклузивне дисјункције
- Пример:
 $\langle x \rangle | \langle y \rangle$ значи само или x или y



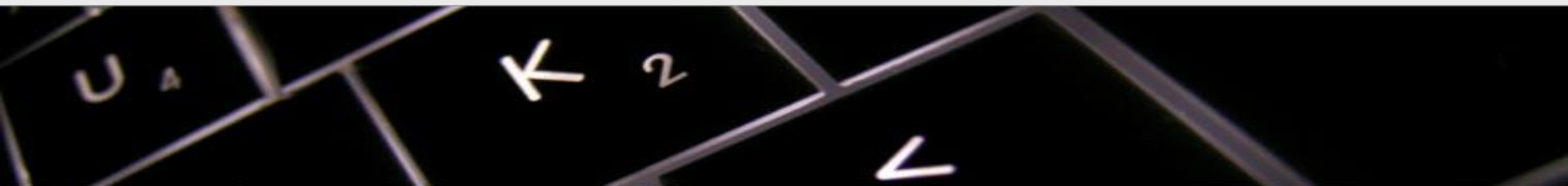
- Служи за дефинисање новог нетерминалног симбола
- Метасимбол доделе вредности
- Пример:
 $\langle z \rangle ::= \langle x \rangle | \langle y \rangle$ значи објекат z може бити или објекат x или објекат y



- Знаци који представљају сами себе
- Не могу се рашчланити (атомски)
- Пример (0..9, A..Z су терминали):
`<cifra> ::= 0|1|2|3|4|5|6|7|8|9`
`<slovo> ::= A|...|Y|Z`
`<znak> ::= <cifra> | <slovo>`



- **Оператор надовезивања**
- **Број елемената није ограничен**
- **Пример:**
 $\langle \text{dvocifren broj} \rangle ::= \langle \text{cifra} \rangle \langle \text{cifra} \rangle$



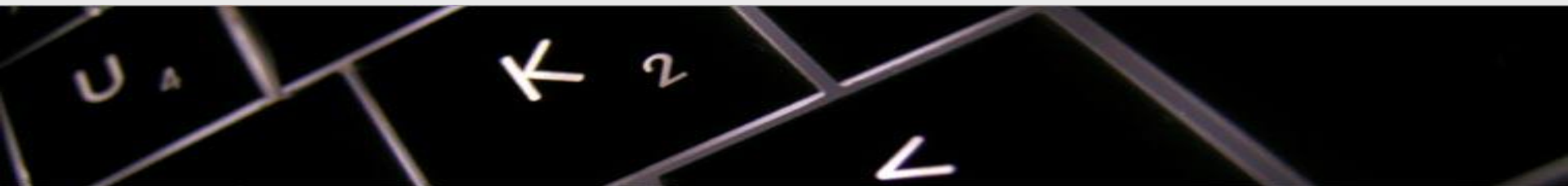
$\langle \text{niz znakova} \rangle ::= \langle \text{znak} \rangle \mid \langle \text{niz znakova} \rangle \langle \text{znak} \rangle$

Низ знакова је:

- или један знак
- или претходно дефинисани низ знакова којем је дописан један знак

Еквиваленто са:

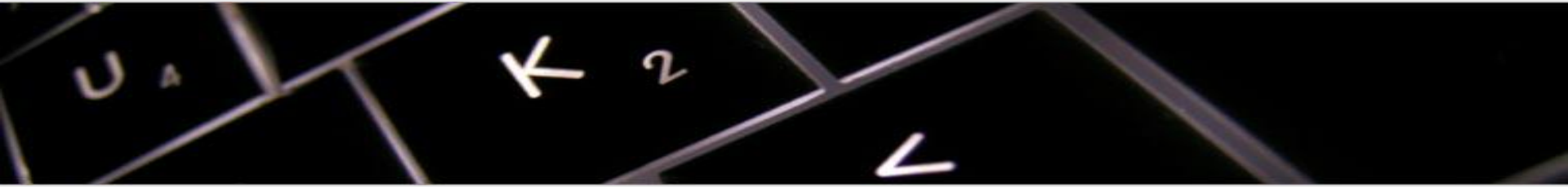
$\langle \text{niz znakova} \rangle ::= \langle \text{znak} \rangle \mid \langle \text{znak} \rangle \langle \text{niz znakova} \rangle$



Кардинални број – алтернативне дефиниције:

$\langle \text{kardinalni broj} \rangle ::= \langle \text{cifra} \rangle \mid \langle \text{kardinalni broj} \rangle \langle \text{cifra} \rangle$

$\langle \text{kardinalni broj} \rangle ::= \langle \text{cifra} \rangle \mid \langle \text{cifra} \rangle \langle \text{kardinalni broj} \rangle$



Природни број:

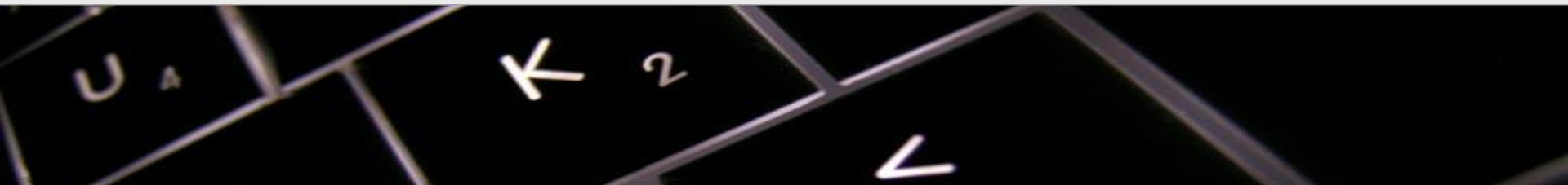
$\langle \text{prirodni broj} \rangle ::= \langle \text{nenulta cifra} \rangle |$
 $\langle \text{prirodni broj} \rangle \langle \text{cifra} \rangle$

$\langle \text{nenulta cifra} \rangle ::= 1|2|3|4|5|6|7|8|9$

Неисправно

$\langle \text{prirodni broj} \rangle ::= \langle \text{nenulta cifra} \rangle |$
 $\langle \text{cifra} \rangle \langle \text{prirodni broj} \rangle$

$\langle \text{prirodni broj} \rangle ::= \langle \text{nenulta cifra} \rangle |$
 $\langle \text{prirodni broj} \rangle \langle \text{cifra} \rangle | \langle \text{cifra} \rangle \langle \text{prirodni broj} \rangle$



Идентификатор:

$\langle \text{identifikator} \rangle ::= \langle \text{slovo} \rangle \mid \langle \text{identifikator} \rangle \langle \text{cifra} \rangle \mid \langle \text{identifikator} \rangle \langle \text{slovo} \rangle$

или

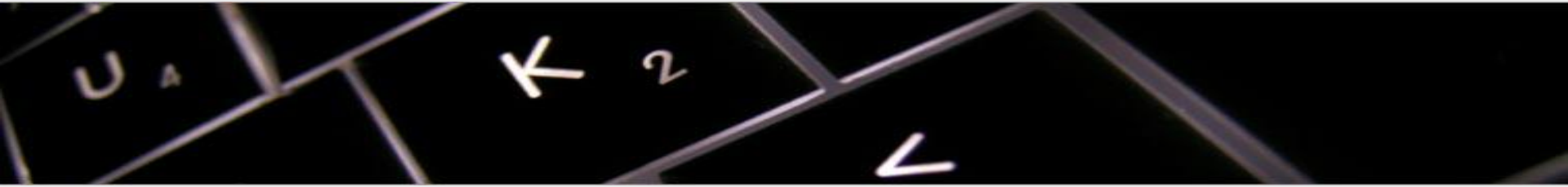
$\langle \text{identifikator} \rangle ::= \langle \text{slovo} \rangle \mid \langle \text{identifikator} \rangle \langle \text{znak} \rangle$
 $\langle \text{znak} \rangle ::= \langle \text{cifra} \rangle \mid \langle \text{slovo} \rangle$

Листа идентификатора:

$\langle \text{lista identifikatora} \rangle ::= \langle \text{identifikator} \rangle \mid \langle \text{lista identifikatora} \rangle , \langle \text{identifikator} \rangle$
 $\langle \text{lista identifikatora} \rangle ::= \langle \text{identifikator} \rangle \mid \langle \text{identifikator} \rangle , \langle \text{lista identifikatora} \rangle$

сепаратор

Празан низ и размак



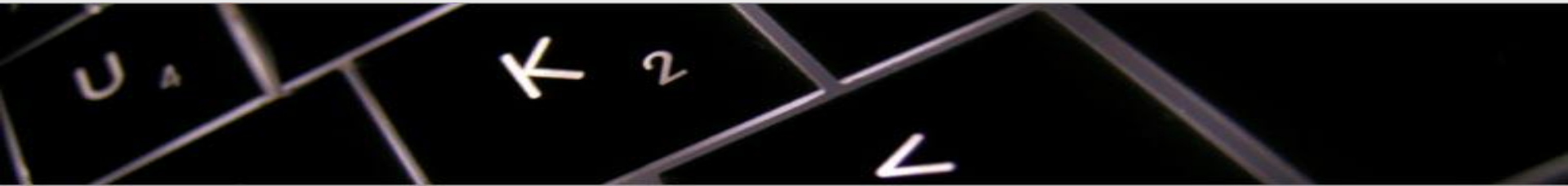
$\langle \text{prazno} \rangle ::=$

$\langle \text{razmak} \rangle ::=$

$\langle \text{razmak} \rangle ::= \blacktriangledown$

$\langle \text{razmak} \rangle ::= \varepsilon$

Разликује се



Дедуктивна дефиниција (обухвата приоритет и асоцијативност):

$$\langle \text{izraz} \rangle ::= \langle \text{izraz} \rangle + \langle \text{term} \rangle \mid \langle \text{izraz} \rangle - \langle \text{term} \rangle \mid \langle \text{term} \rangle \mid - \langle \text{term} \rangle$$
$$\langle \text{term} \rangle ::= \langle \text{term} \rangle * \langle \text{faktor} \rangle \mid \langle \text{term} \rangle / \langle \text{faktor} \rangle \mid \langle \text{faktor} \rangle$$
$$\langle \text{faktor} \rangle ::= \langle \text{element} \rangle ^ \langle \text{faktor} \rangle \mid \langle \text{element} \rangle$$
$$\langle \text{element} \rangle ::= (\langle \text{izraz} \rangle) \mid \langle \text{promenljiva} \rangle \mid \langle \text{broj} \rangle \mid \langle \text{poziv_funkcije} \rangle$$

Примери за $\langle \text{izraz} \rangle$: a , 2 , $\max(a, b)$, -5 , $a + b$, $a + b * c$...

Неисправни примери за $\langle \text{izraz} \rangle$: $-$, $a +$, $(a + b) ^ /$...

Ограничен број понављања елемента

$\{x\}_i^j \leftarrow$ подразумева се ∞
 $\{x\}_i \leftarrow$ подразумева се 1

Пример:

$$\{A | B\}_1^2 \equiv A | B | AA | AB | BA | BB$$

$$\{A\}_0^3 \equiv < \textit{prazno} > | A | AA | AAA$$

$\langle \text{cifra} \rangle ::= 0|1|2|3|4|5|6|7|8|9$

Неозначени

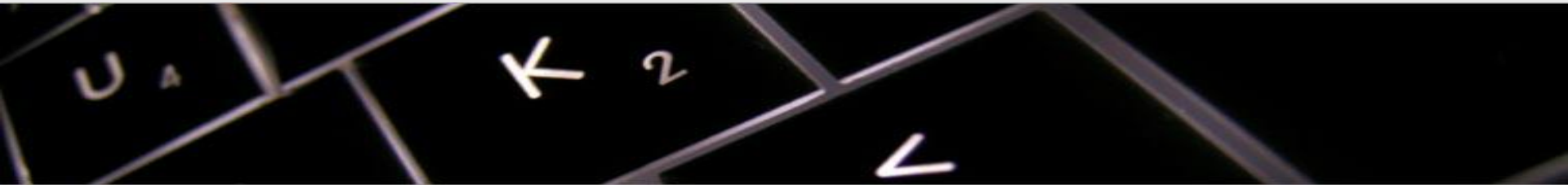
$\langle \text{neoznaceni_broj} \rangle ::=$

$\langle \text{cifra} \rangle | \langle \text{neoznaceni_broj} \rangle \langle \text{cifra} \rangle$

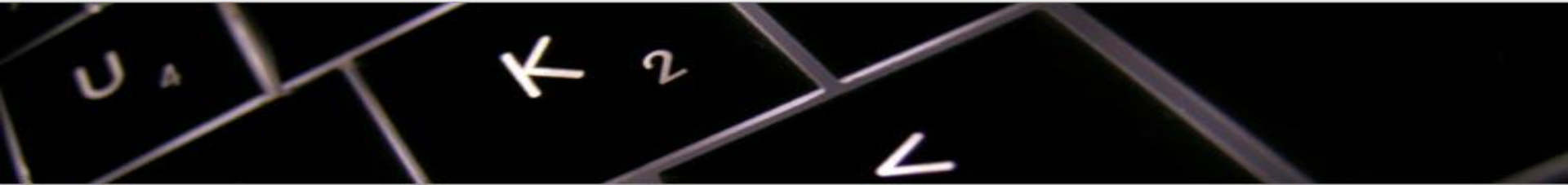
Означени

$\langle \text{ceo_broj} \rangle =$

$\langle \text{neoznaceni_broj} \rangle | + \langle \text{neoznaceni_broj} \rangle | - \langle \text{neoznaceni_broj} \rangle$



- Скраћеница за проширену Бакус-Норову Форму (Extended Backus-Naur Form)
- Потреба за увођењем проширења
- Поједностављивање
- Прилагођење

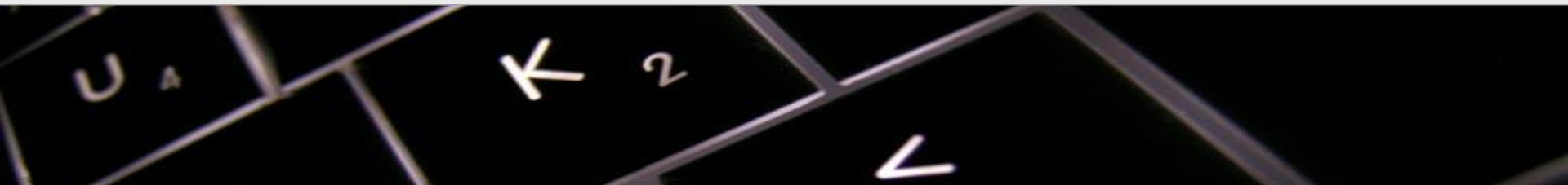


- = додела вредности
- | - ексклузивна дисјункција
- . – крај синтаксног правила
- Нетерминални симболи
- Терминални симболи
- {} - понављање
- [] – опционо појављивање
- () - груписање

Метасимболи EBNF и њихово значење

=	Једнако по дефиницији
	Искључиво или
.	Обавезна ознака краја сваког синтаксног правила
objekt	Нетерминални симбол objekt
"X"	Терминални симбол "X"
{simbol}	Симбол се појављује 0 или више пута
[simbol]	Симбол се појављује 0 или 1 пут
(A B)	Груписање

Пример - Бројеви



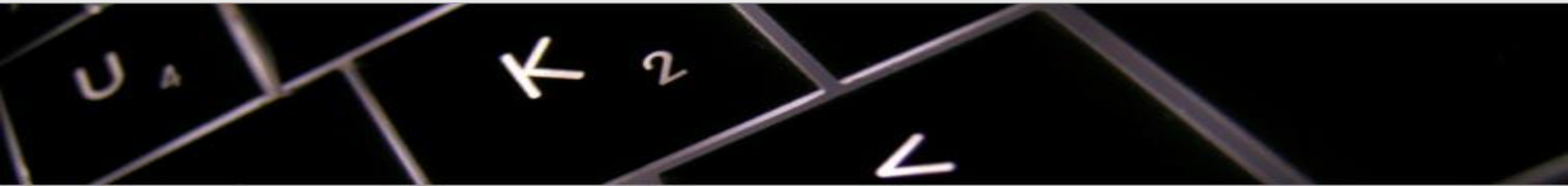
```
cifra = "0" | "1" | "2" | "3" | "4" | "5" | "6" |  
       "7" | "8" | "9" .
```

```
neoznaceni_broj = cifra{cifra} .
```

← Неозначени

```
ceo_broj = ["+" | "-"]cifra{cifra} .
```

← Означени



- $\text{izraz} = [\text{"-"}] \text{ term} \mid \text{izraz} (\text{"+"} \mid \text{"-"}) \text{ term} .$
- $\text{term} = \text{term} (\text{"*"} \mid \text{"/"}) \text{ faktor} \mid \text{faktor} .$
- $\text{faktor} = \text{faktor} \text{"^"} \text{element} \mid \text{element} .$
- $\text{element} = \text{"(" izraz ")"} \mid \text{promenljiva} \mid \text{broj} \mid \text{poziv_funkcije} .$

Пример izraz : $a^b / 5 - f(a, b)$

Term: $a^b / 5$, a^b , $f(a, b)$ Faktor: a^b , $f(a, b)$

Element: a , b , 5 , $f(a, b)$

■ Терминални симбол



■ Веза



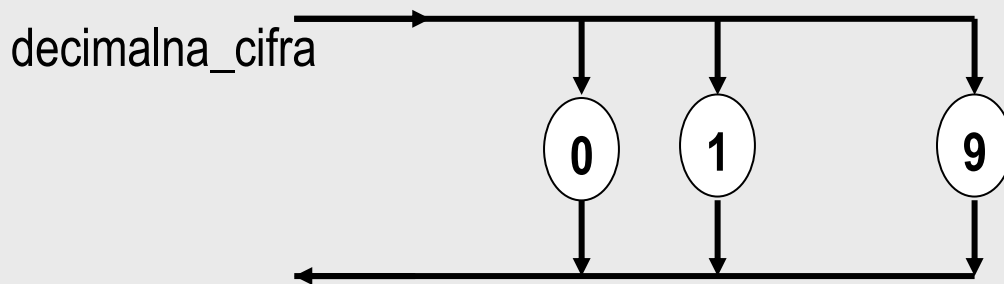
■ Метајезичка променљива

симбол

■ Уланчавање објеката

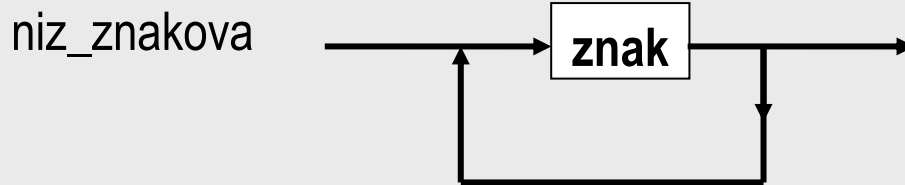


■ Ексклузивна дисјункција

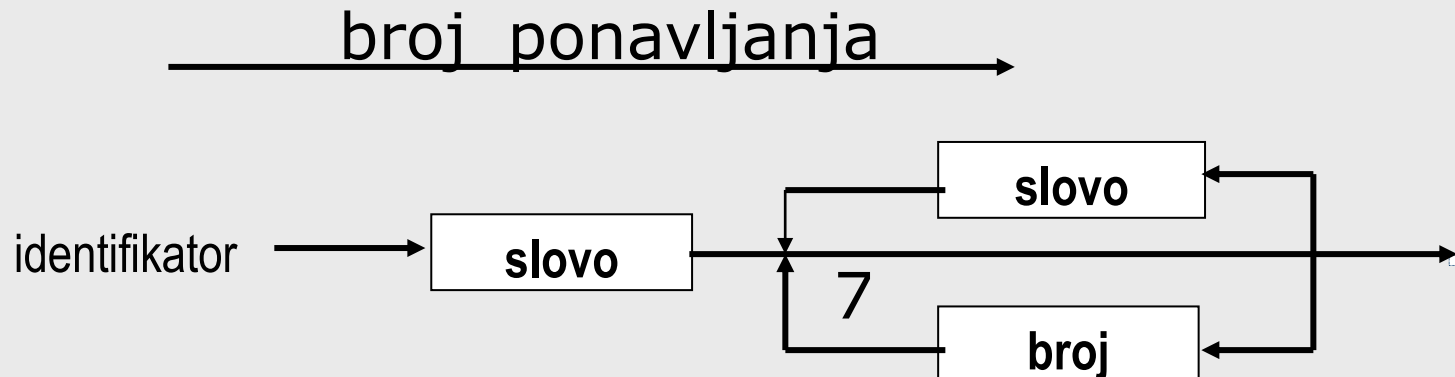


■ Синтаксни дијаграм – усмерени граф

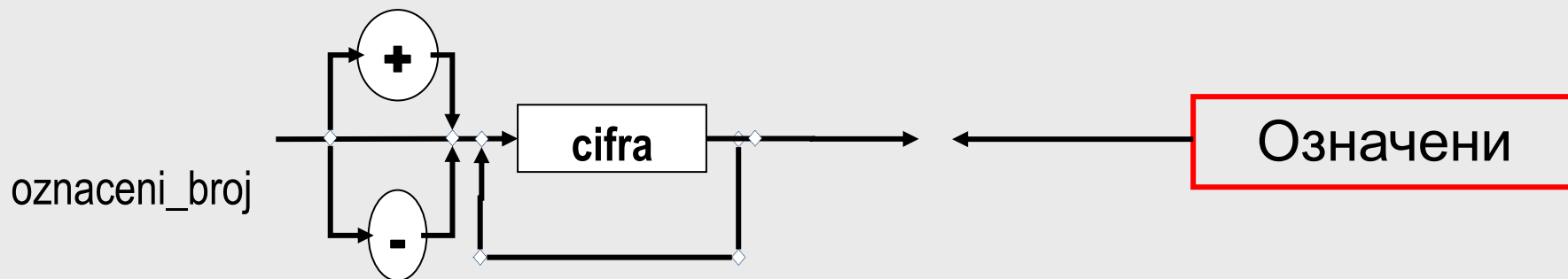
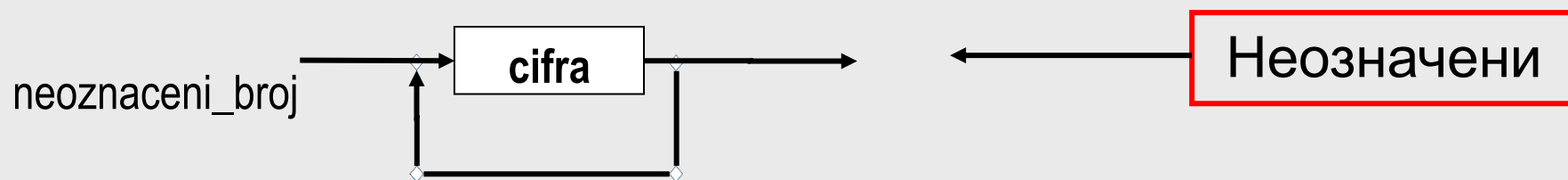
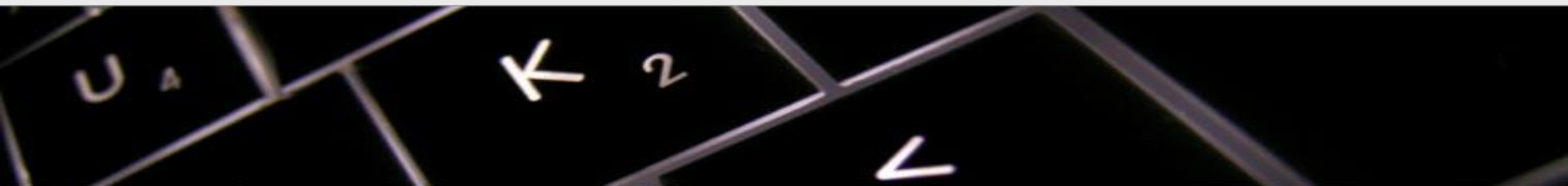
■ Рекурзија

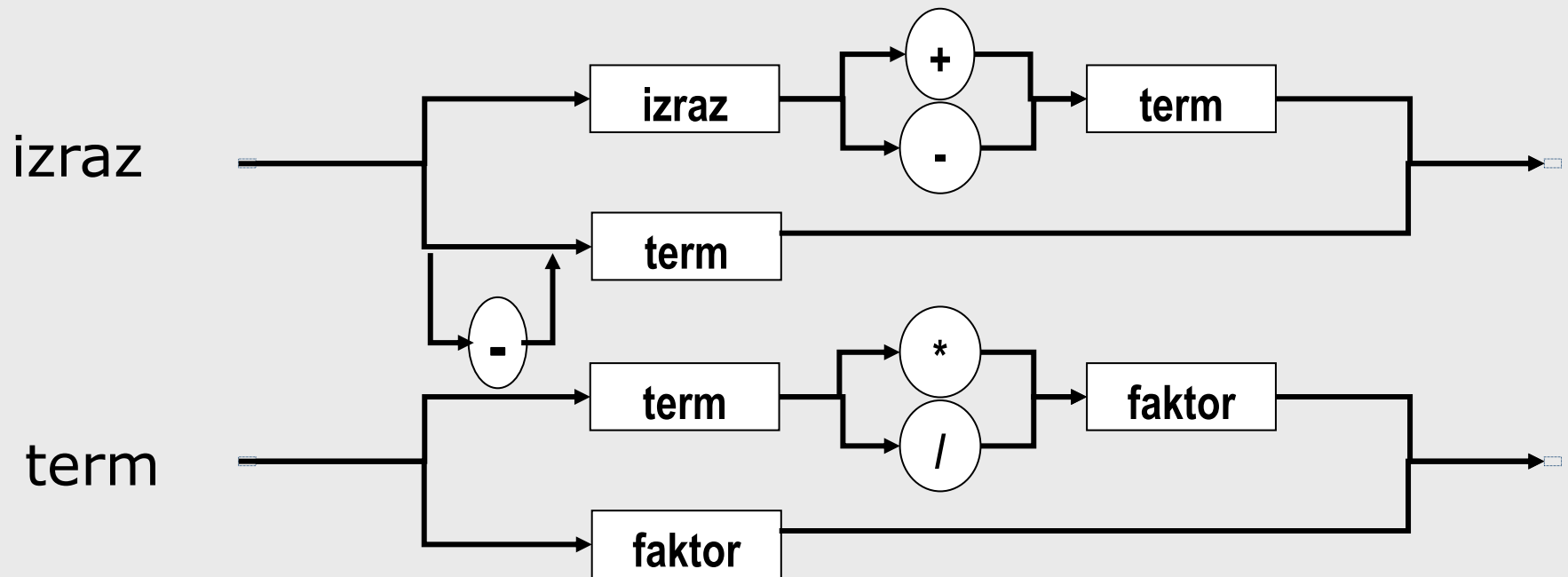


■ Коначно понављање

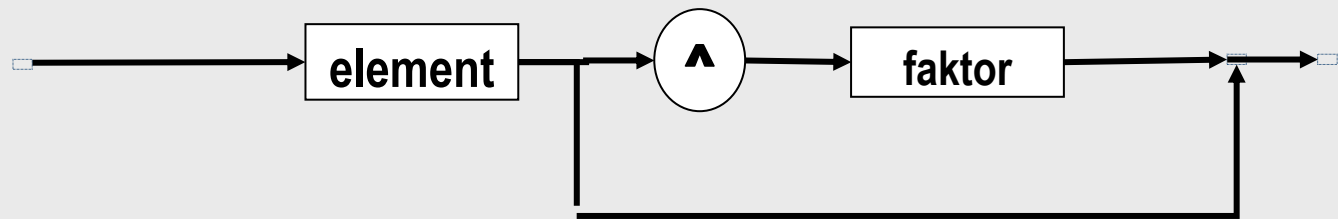


Пример - Бројеви

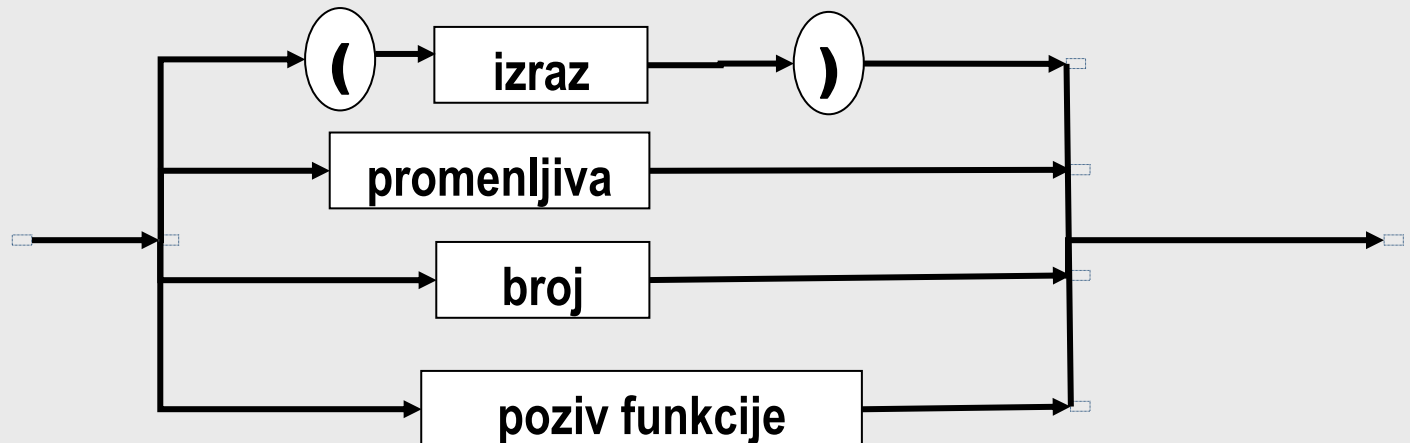


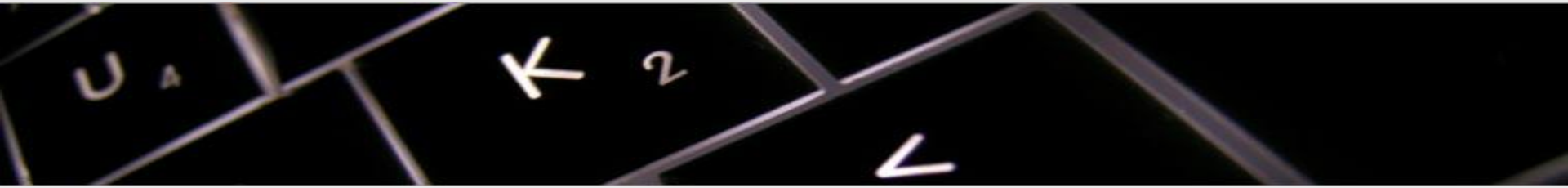


faktor



element





Дат је низ синтаксних правила у BNF који дефинише секвенце бинарног сигнала на улазу неке секвенцијалне мреже. Које од понуђених секвенци одговарају дефиницији $\langle A \rangle$?

$$\langle A \rangle ::= 1\langle B \rangle \mid 0\langle C \rangle$$

(a) 110110001

$$\langle B \rangle ::= 0\langle D \rangle \mid 1\langle C \rangle$$

(b) 10010001

$$\langle C \rangle ::= 0\langle B \rangle \mid 1\langle D \rangle$$

c) 00001001

$$\langle D \rangle ::= 1 \mid 0\langle C \rangle$$

Задатак 1

110110001

1

1<C>

0

1<C>

1<D>

0<C>

0

0<D>

1

10010001

1

0<D>

0<C>

1<D>

0<C>

0

0<D>

1

00001001

0<C>

0

0<D>

0<C>

1<D>

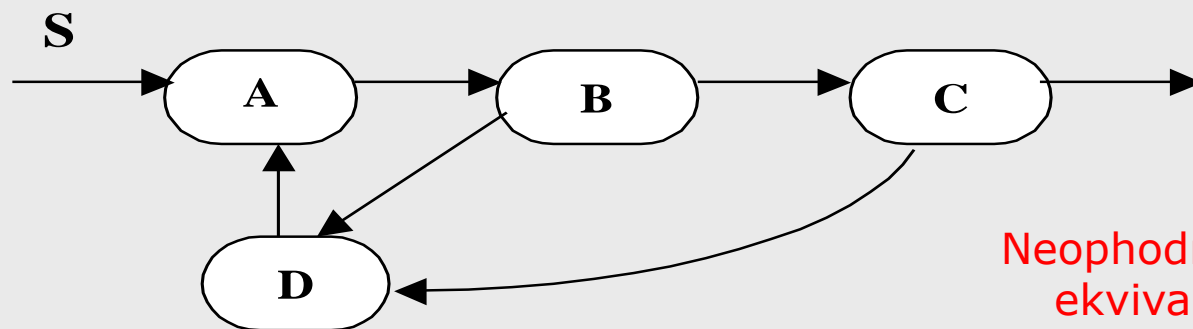
0<C>

0

1<C>

???

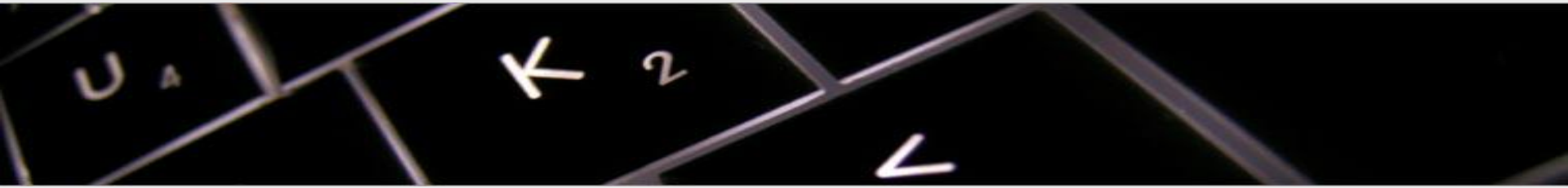
Које од понуђених синтаксних правила је еквивалентно датом синтаксном дијаграму?



Neophodna potpuna
ekvivalentnost!

(a)	$s = "AB"\{["C"]"DAB"\}"C".$	(у EBNF нотацији)
(b)	$\langle s \rangle ::= ABC \mid ABD \langle s \rangle \mid ABCD \langle s \rangle$	(у BNF нотацији)
(c)	$\langle s \rangle ::= ABC \mid \langle s \rangle ABD \mid ABC \langle s \rangle$	(у BNF нотацији)

ABCABD ???



Потребно је написати исправну синтаксну дефиницију у БНФ нотацији произвољног низа цифара целог броја у систему са основом 4, таквог да се и с лева на десно и с десна на лево чита једнако. Број мора да садржи бар једну цифру и не сме почињати (и завршавати) нулом. Ако је дато:

$$\langle NC \rangle ::= 1|2|3$$
$$\langle C \rangle ::= 0|\langle NC \rangle|\langle P \rangle$$
$$\langle P \rangle ::=$$

тада је исправна следећа допуна синтаксне дефиниције претходно описаног броја $\langle S \rangle$:

(a) $\langle S \rangle ::= \langle NC \rangle | 1 \langle A \rangle 1 | 2 \langle A \rangle 2 | 3 \langle A \rangle 3$

$\langle A \rangle ::= \langle C \rangle | 0 \langle A \rangle 0 | 1 \langle A \rangle 1 | 2 \langle A \rangle 2 | 3 \langle A \rangle 3$

b) $\langle S \rangle ::= \langle NC \rangle | \langle NC \rangle \langle A \rangle \langle NC \rangle$

Dozvoljava i
nesimetrične brojeve

$\langle A \rangle ::= \langle C \rangle | \langle C \rangle \langle A \rangle \langle C \rangle$

c) $\langle S \rangle ::= \langle NC \rangle | 1 \langle A \rangle 1 | 2 \langle A \rangle 2 | 3 \langle A \rangle 3$

$\langle A \rangle ::= \langle C \rangle | \langle S \rangle$

Ne dozvoljava cifru 0
na simetričnim
pozicijama u broju

Испитни задаци 1

1) Koji od ponuđenih odgovora zadovoljava dato sintaksno pravilo za `cond_expr` naredbu datu u EBNF notaciji na nekom programskom jeziku? Ignorirati razmake i ostale neštampajuće znake.

```
cond_expr = res ["if" test "else" expr].  
expr = cond_expr | res.  
res = symb [("+", "-") symb].  
test = symb {("<" | ">" | "==" ) symb}.  
symb = ("a" | "b" | "c" | "d").
```

- (A) `b if c > a < d else a if c < a else b`
B) `b + a - c if c < a < d else b - c`
C) `a if a == b < c + d else d < c`

A) $\frac{b \text{ if } c > a < d \text{ else } a \text{ if } c < a \text{ else } b}{\begin{array}{c} \text{res} \\ \text{symb} \end{array} \quad \text{test} \quad \begin{array}{c} \text{expr} \\ \text{cond_exp} \end{array}}$
 $\frac{a \text{ if } c < a \text{ else } b}{\begin{array}{c} \text{expr} \\ \text{res} \end{array} \quad \text{cond_exp}}$

B) $\frac{b + a - c \text{ if } c < a < d \text{ else } b - c}{\begin{array}{c} \text{res} \\ \text{symb ["+" | "-"] symb} \end{array}}$
samo dve prom. → ne valja

C) $\frac{a \text{ if } a == b < c + d \text{ else } d < c}{\begin{array}{c} \text{res} \\ \text{test} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{expr} \\ \text{res} \end{array}}$
↓ samo + ili -

Испитни задаци 2

2) Koji od ponuđenih odgovora zadovoljava dato sintaksno pravilo za `<vardecl>` naredbu datu u BNF notaciji na nekom programskom jeziku? Ignorirati razmake i ostale neštampajuće znake.

```
<vardecl> ::= var <vardecllist>;  
<vardecllist> ::= <vardecllist>;<varandtype> | <varandtype>  
<varandtype> ::= <ident_list>:<typespec>  
<ident_list> ::= <ident_list>,<ident> | <ident>  
<typespec> ::= <ident>T  
<ident> ::= <speclet> | <ident><idchar>  
<idchar> ::= <speclet> | <digit> | _  
<speclet> ::= a | b | c | e | i | l | n | r | t  
<digit> ::= 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9
```

(A) var a : realT;
b12, c : realT;
n3 : intT;

B) var a : intT;
b : realT;
c, d : charT;

C) var _a : int;
var b : realT;
3d : intT;

