

Podana gramatyka:

$S ::= W ; Z$

$Z ::= W ; Z \mid \varepsilon$

$W ::= P \mid POW$

$P ::= R \mid (W)$

$R ::= L \mid L.L$

$L ::= C \mid CL$

$C ::= 0 \mid 1 \mid 2 \mid 3 \mid 4 \mid 5 \mid 6 \mid 7 \mid 8 \mid 9$

$O ::= * \mid : \mid + \mid - \mid ^$

Symbole pierwsze:

$\text{First}(S) = \text{First}(W) = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,\{\}$

$\text{First}(Z) = \text{First}(W) = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,\{\}$

$\text{First}(W) = \text{First}(P) = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,\{\}$

$\text{First}(P) = \text{First}(R) \cup \{\{\} = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,\{\}$

$\text{First}(R) = \text{First}(L) = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$

$\text{First}(L) = \text{First}(C) = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$

$\text{First}(C) = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$

$\text{First}(O) = \{*,:,+,-,\wedge\}$

Sprawdzenie I reguły:

S: Reguła spełniona, bo nie występuje w niej alternatywa.

Z:  $\text{First}(W) \cap \{\varepsilon\} = \emptyset$

Reguła spełniona, bo część wspólna obu zbiorów jest rozłączna.

W:  $\text{First}(P) \cap \text{First}(P) \neq \emptyset$

Reguła niespełniona, gdyż zbiory pierwszych nie są rozłączne.

P:  $\text{First}(R) \cap \{\{\} = \emptyset$

Reguła spełniona, bo część wspólna obu zbiorów jest rozłączna.

R:  $\text{First}(L) \cap \text{First}(L) \neq \emptyset$

Reguła niespełniona, gdyż zbiory pierwszych nie są rozłączne.

L:  $\text{First}(C) \cap \text{First}(C) \neq \emptyset$

Reguła niespełniona, gdyż zbiory pierwszych nie są rozłączne.

C:  $\{0\} \cap \{1\} \cap \{2\} \cap \{3\} \cap \{4\} \cap \{5\} \cap \{6\} \cap \{7\} \cap \{8\} \cap \{9\} = \emptyset$

Reguła spełniona, bo część wspólna zbiorów jest rozłączna.

O:  $\{*\} \cap \{:\} \cap \{+\} \cap \{-\} \cap \{\wedge\} = \emptyset$

Reguła spełniona, bo część wspólna zbiorów jest rozłączna.

#### Sprawdzenie II reguły:

$\text{Follow}(Z) = \text{Follow}(S) = \emptyset$

Z:  $\text{First}(Z) \cap \text{Follow}(Z) = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,\{\} \cap \emptyset = \emptyset$

Reguła spełniona, bo część wspólna obu zbiorów jest rozłączna.

W produkcjach W, R, L występuje następujący problem uniemożliwiający poprawne zastosowanie techniki lewostronnego wyprowadzenia z top-down z wyprzedzeniem o jeden symbol (LL(1)):

#### Nierozłączność symboli pierwszych

Prawe strony alternatyw rozpoczynają się:

- w przypadku produkcji W: od konstrukcji 'P', co powoduje, iż zawsze będzie wybrana konstrukcja 'P', pomijając zawsze konstrukcję 'POW',
- w przypadku produkcji R: od konstrukcji 'L', co powoduje, iż zawsze będzie wybrana konstrukcja 'L', pomijając zawsze konstrukcję 'L.L'.
- w przypadku produkcji L: od konstrukcji 'C', co powoduje, iż zawsze będzie wybrana konstrukcja 'C', pomijając zawsze konstrukcję 'CL'.

Dzieje się tak, z powodu zasady drugiego L z LL(1), tj. lewostronne wyprowadzenie.

Sposób rozwiązania problemu z uzasadnieniem: wyбір lewostronnej faktoryzacji jako techniki dostosowania produkcji W, R, L do wymogów LL(1).

W produkcji W alternatywa P | POW generuje napis rozpoczynający się identycznie; jeden z nich kończy się na regule P, a w drugim po regule P następuje OW, tzn. jeden napis jest krótszy a drugi dłuższy. Nie można zatem ustalić, mając wczytany jeden symbol, które wyprowadzenie wybrać.

Analogiczna sytuacja występuje w produkcji R (alternatywa L | L.L) oraz w produkcji L (alternatywa C | CL) – produkcje te generują napis rozpoczynający się identycznie (niezależnie od alternatywy).

Pasujący wzór to:

$$A ::= \alpha \mid \alpha\xi$$

gdzie  $\alpha$  to:

- w produkcji W: P

- w produkcji R: L

- w produkcji L: C

a  $\alpha\xi$ :

- w produkcji W: POW

- w produkcji R: L.L

- w produkcji L: CL

Zastosujemy lewostronną faktoryzację, umożliwiając analizatorowi wczytanie kolejnego symbolu przed podjęciem decyzji o wyborze ostatecznego rozwinięcia:

$$A ::= \alpha A'$$

$$A' ::= \xi \mid \epsilon$$

gdzie  $\alpha$  jest takie samo, jak i poprzednio, a  $\xi$  to samo, co  $\alpha\xi$  (w wzorze  $A ::= \alpha \mid \alpha\xi$ ), więc dla odpowiednich produkcji, tj.:

$$W ::= PW'$$

$$W' ::= \epsilon \mid OW$$

$$R ::= LR'$$

$$R' ::= \epsilon \mid .L$$

$$L ::= CL'$$

$$L' ::= \epsilon \mid L$$

Wczytanie  $\epsilon$  w miejsce  $W'$  w nowej regule W jest równoważne z wybraniem reguły P, a OW – z wybraniem reguły POW.

Wczytanie  $\epsilon$  w miejsce  $R'$  w nowej regule R jest równoważne z wybraniem reguły L, a  $.L$  – z wybraniem reguły L.L.

Wczytanie  $\epsilon$  w miejsce  $L'$  w nowej regule L jest równoważne z wybraniem reguły C, a L – z wybraniem reguły CL.

Wadą jest powstanie  $\epsilon$ , wymusza to sprawdzenie II reguły, gramatyka staje się mniej przejrzysta.

Poprawiona gramatyka:

$S ::= W ; Z$

$Z ::= W ; Z \mid \varepsilon$

$W ::= PW'$

$W' ::= \varepsilon \mid OW$

$P ::= R \mid (W)$

$R ::= LR'$

$R' ::= \varepsilon \mid .L$

$L ::= CL'$

$L' ::= \varepsilon \mid L$

$C ::= 0 \mid 1 \mid 2 \mid 3 \mid 4 \mid 5 \mid 6 \mid 7 \mid 8 \mid 9$

$O ::= * \mid : \mid + \mid - \mid ^$

Sprawdzenie I reguły (dla poprawionych / nowych produkcji):

W: Reguła spełniona, bo nie występuje w niej alternatywa.

$W': \{\varepsilon\} \cap \text{First}(O) = \emptyset$

Reguła spełniona, bo część wspólna obu zbiorów jest rozłączna.

R: Reguła spełniona, bo nie występuje w niej alternatywa.

$R': \{\varepsilon\} \cap \{.\} = \emptyset$

Reguła spełniona, bo część wspólna obu zbiorów jest rozłączna.

L: Reguła spełniona, bo nie występuje w niej alternatywa.

$L': \{\varepsilon\} \cap \text{First}(L) = \{\varepsilon\} \cap \text{First}(C) = \emptyset$

Reguła spełniona, bo część wspólna obu zbiorów jest rozłączna.

Sprawdzenie II reguły (dla poprawionych / nowych produkcji):

$\text{First}(W') = \{\varepsilon\} \cup \text{First}(O) = \{\varepsilon\} \cup \{*, :, +, -, ^\} = \{\varepsilon, *, :, +, -, ^\}$

$\text{Follow}(W') = \{\varepsilon\} \cup \text{Follow}(W) = \{\varepsilon, ,, ,\}$

$W': \text{First}(W') \cap \text{Follow}(W') = \{\varepsilon\} = \emptyset$

Reguła spełniona, bo część wspólna obu zbiorów jest rozłączna (pomimo wspólnego  $\varepsilon$ ).

$$\text{First}(R') = \{\epsilon\} \cup \{.\} = \{\epsilon, .\}$$

$$\text{Follow}(R') = \{\epsilon\} \cup \text{Follow}(R) = \{\epsilon\} \cup \text{Follow}(P) = \{\epsilon\} \cup \text{First}(W') = \{\epsilon\} \cup \{\epsilon, *, :, +, -, ^\} = \{\epsilon, *, :, +, -, ^\}$$

$$R': \text{First}(R') \cap \text{Follow}(R') = \{\epsilon, .\} \cap \{\epsilon, *, :, +, -, ^\} = \{\epsilon\} = \emptyset$$

Reguła spełniona, bo część wspólna obu zbiorów jest rozłączna (pomimo wspólnego  $\epsilon$ ).

$$\text{First}(L') = \{\epsilon\} \cup \text{First}(L) = \{\epsilon\} \cup \text{First}(C) = \{\epsilon\} \cup \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\} = \{\epsilon, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$$

$$\text{Follow}(L') = \{\epsilon\} \cup \text{Follow}(L) = \{\epsilon\} \cup \text{Follow}(R') = \{\epsilon\} \cup \{\epsilon, *, :, +, -, ^\} = \{\epsilon, *, :, +, -, ^\}$$

$$L': \text{First}(L') \cap \text{Follow}(L') = \{\epsilon, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\} \cap \{\epsilon, *, :, +, -, ^\} = \{\epsilon\} = \emptyset$$

Reguła spełniona, bo część wspólna obu zbiorów jest rozłączna (pomimo wspólnego  $\epsilon$ ).

Sprawdzenie:

Ciąg: (1.2\*3);

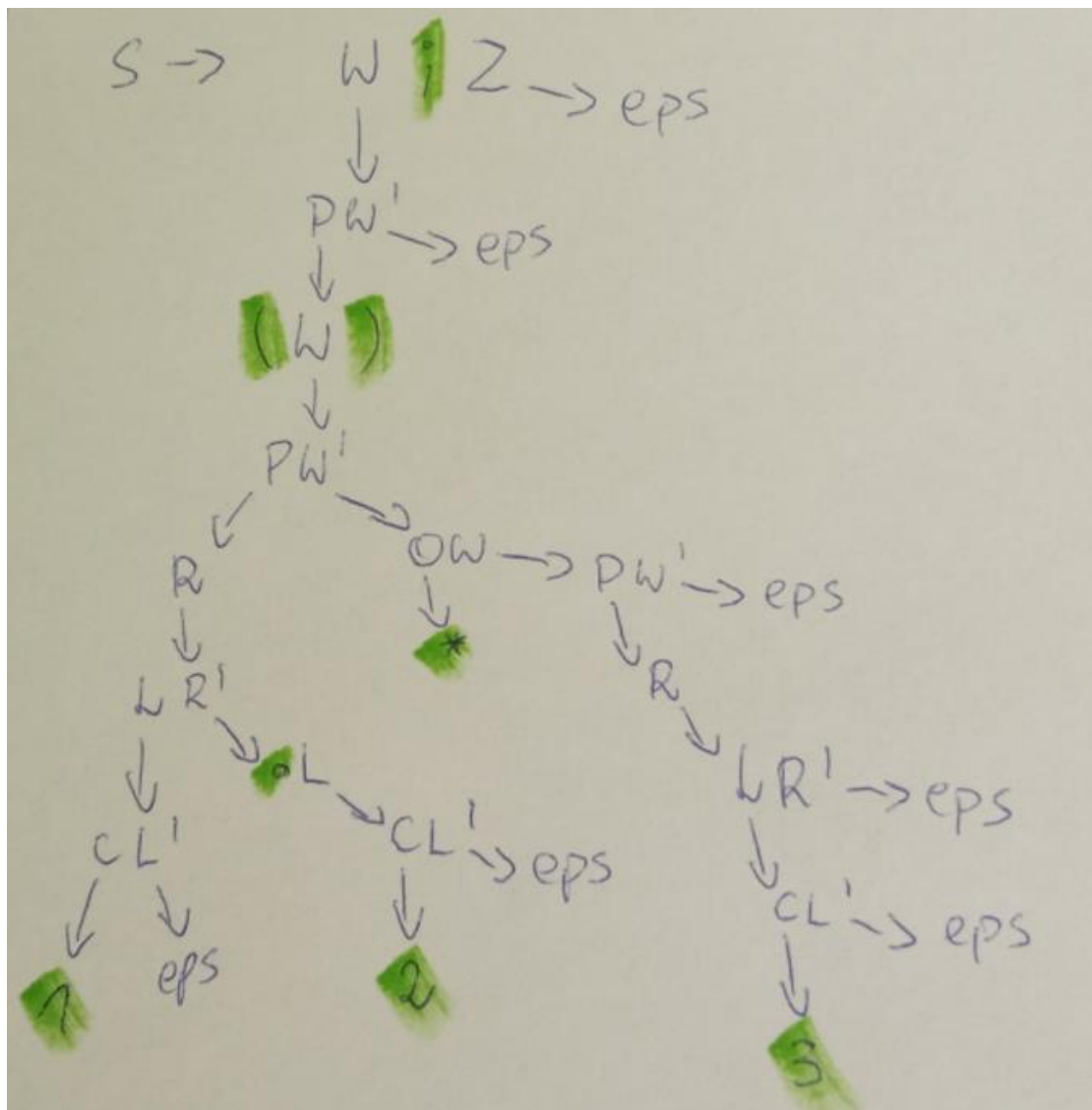
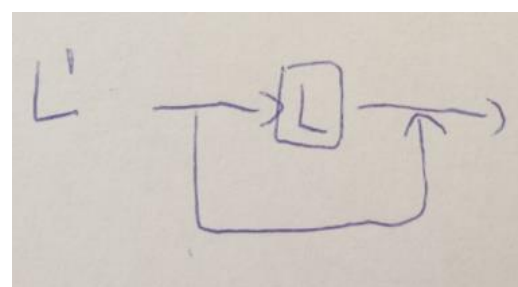
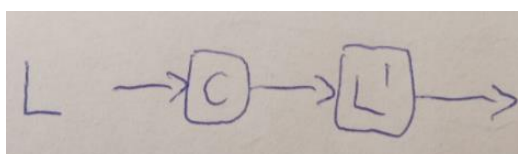
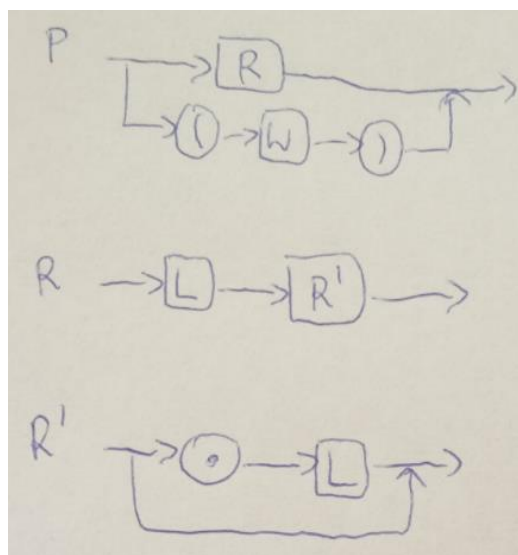
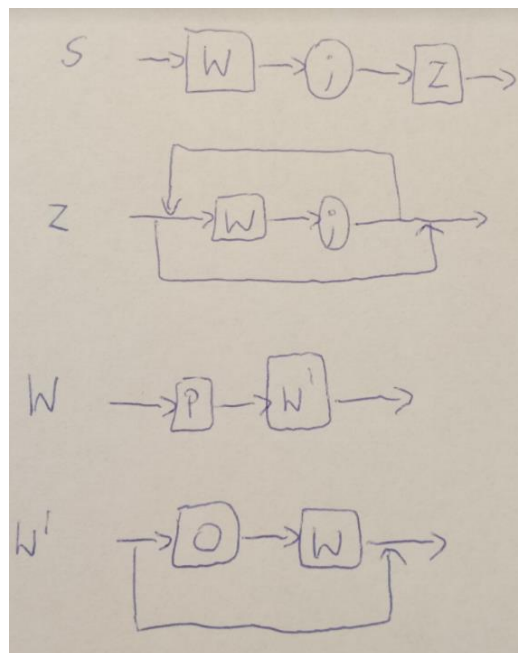
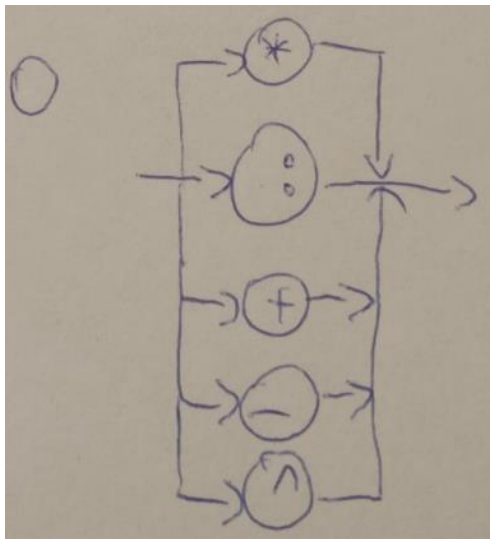
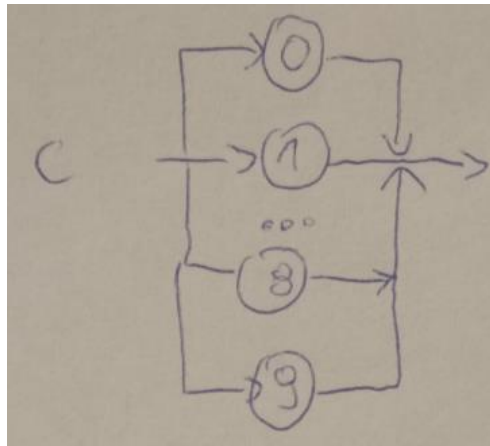
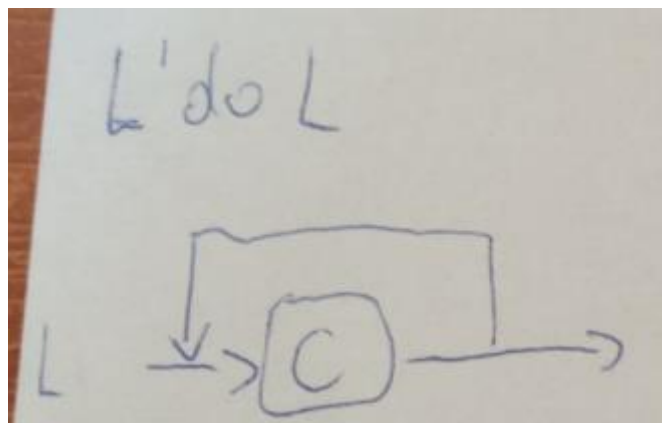


Diagram:

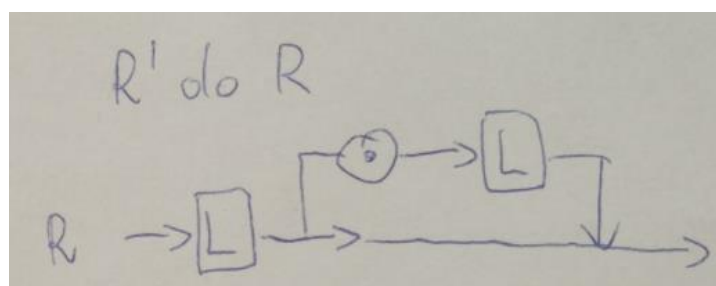




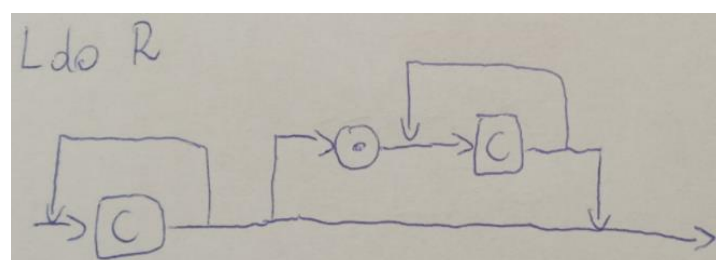
Redukcja:  $L'$  do  $L$



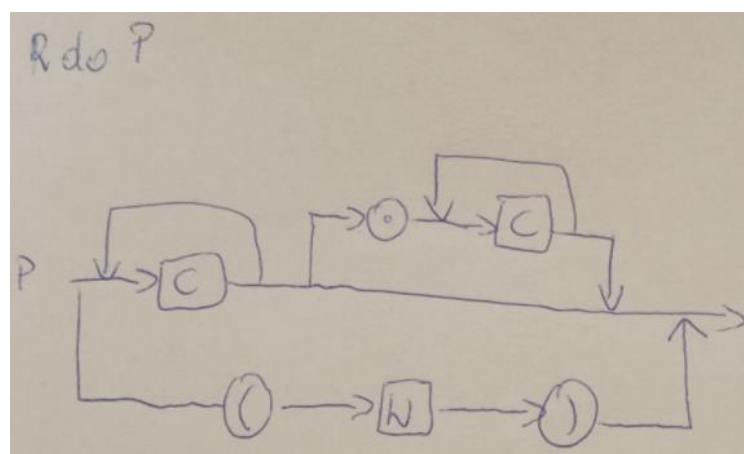
Redukcja: wstawienie  $R'$  do  $R$



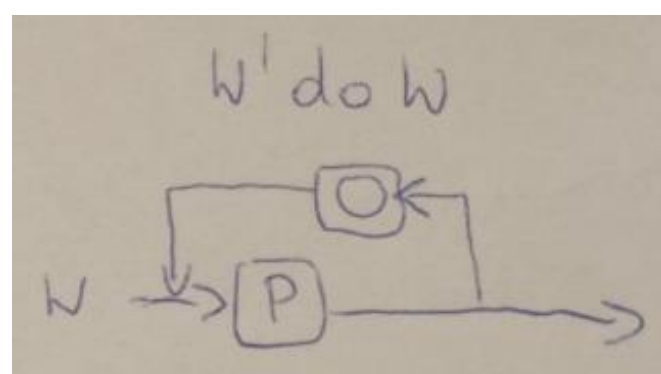
Redukcja: wstawienie  $L$  do  $R$



Redukcja: wstawienie  $R$  do  $P$

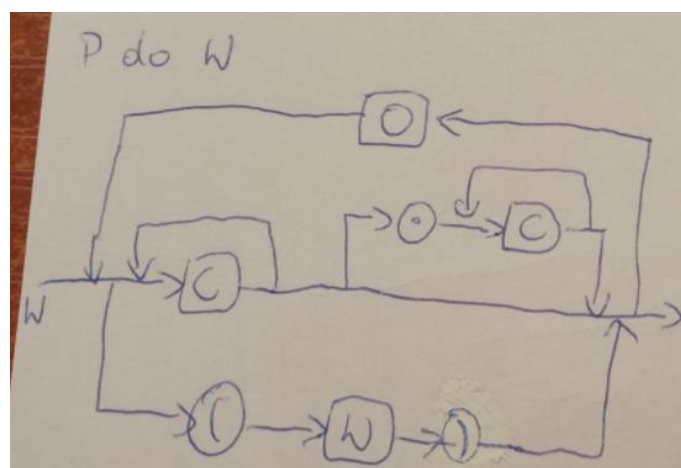


Redukcja: wstawienie  $W'$  do  $W$

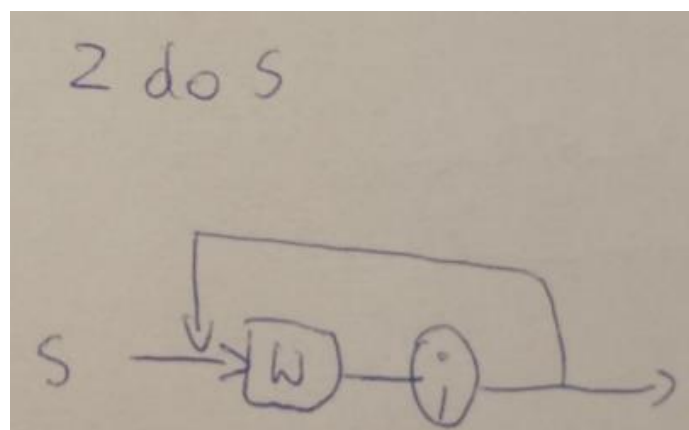




Redukcja: wstawienie P do W



Redukcja: wstawienie Z do S



Redukcja: wstawienie W do S

