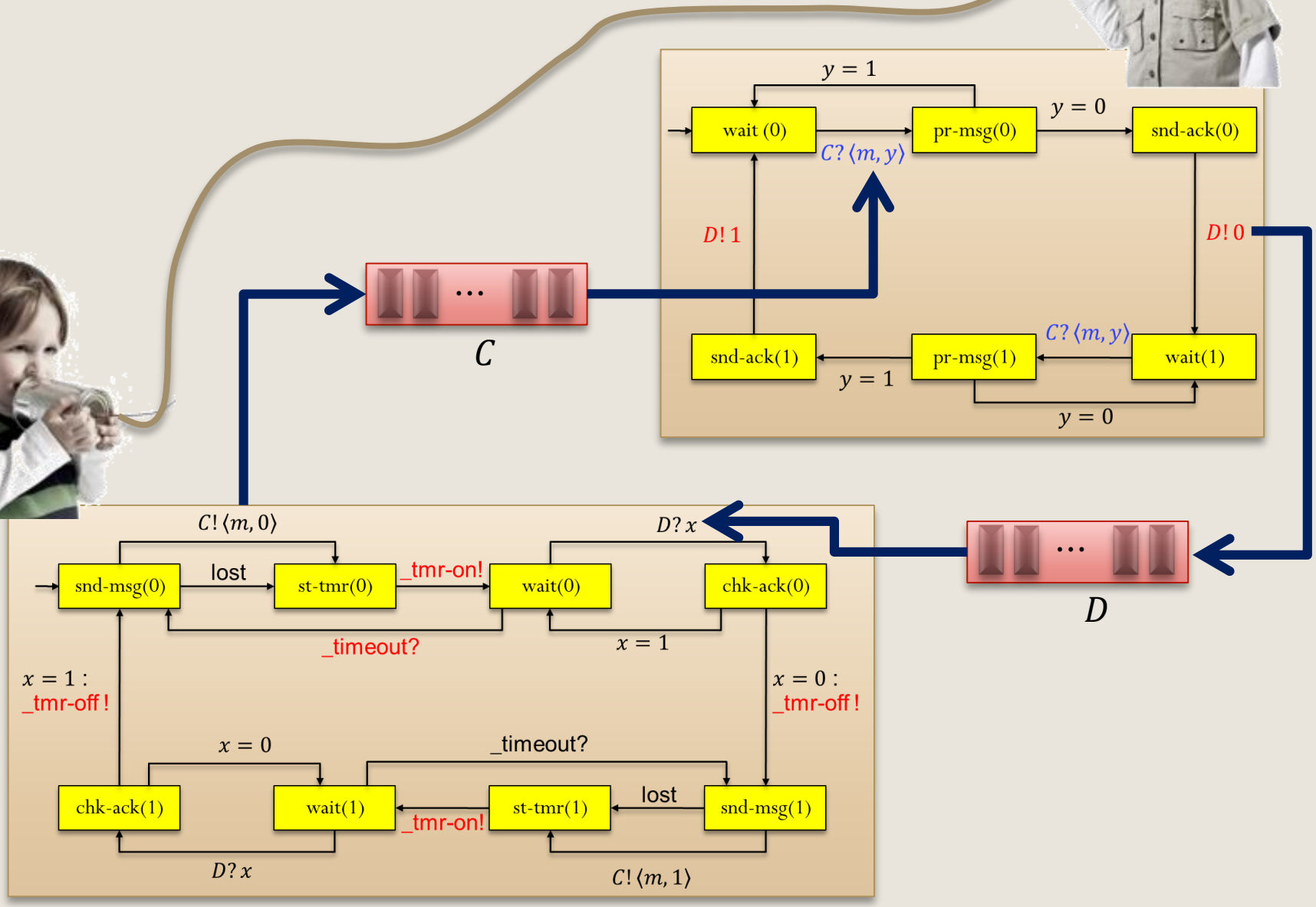
222

מערכות ערוצים
משמעות על ידי תרגום למערכות מעברים

גרא וייס
המחלקה למדעי המחשב
אוניברסיטת בן-גוריון

תזכורת: מערכות ערוצים



תזכורת: תחביר למערכת ערוצים

- **גרף תוכנית** מעל $\langle Var, Chan \rangle$ הוא

$$PG = \langle Loc, Act, Effect, \rightarrow, Loc_0, g_0 \rangle$$

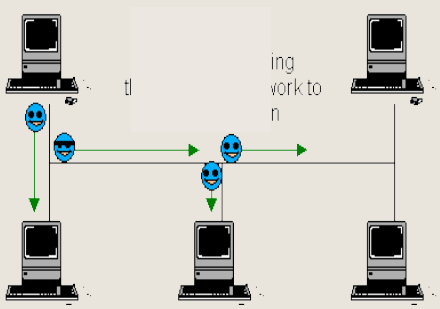
כשכל הרכיבים, פרט ליחס המעברים, מוגדרים כמו בגרף תוכנית רגיל (מעל Var) ויחס המעברים הוא קבוצה מהצורה (ההבדל מודגש באדום):

$$\rightarrow \subseteq Loc \times Cond(Var) \times (Act \cup Comm) \times Loc$$

- **מערכת ערוצים** מעל $\langle Var_1 \cup \cdots \cup Var_n, Chan \rangle$:

$$CS = [PG_1 \mid \cdots \mid PG_n]$$

עבור גרפי תוכנית PG_i מעל $\langle Var_i, Chan \rangle$



פונקצית השמת ערכי ערוצים (channel evaluation)

פונקצית השמת ערכי ערוצים ξ (channel evaluation) היא:

- מיפוי ערוץ $C \in Chan$ למילה $\xi(C) \in dom(C)^*$
- האורך לא עובר את הקיבולת : $len(\xi(C)) \leq cap(C)$
- $\xi(C) = v_1 v_2 \cdots v_k$ אומר ש v_1 עומד בראש התור

הסימון $\xi[C := v_1 \cdots v_k]$ מתאר את ההשמה:

$$\xi[C := v_1 \cdots v_k](C') = \begin{cases} \xi(C') & \text{if } C \neq C'; \\ v_1 \cdots v_k & \text{if } C = C'. \end{cases}$$

השמה התחלה: $\xi_0(C) = \varepsilon$ לכל C

הגדרה: סמנטיקה של מערכת ערוצים על ידי תרגום למערכת מעברים

תהי $CS = [PG_1 \mid \cdots \mid PG_n]$ מערכת ערוצים מעל $Chan, Var$ עם

$$PG_i = \langle Loc_i, Act_i, \vDash_i, Effect_i, \rightarrow_i, Loc_{0,i}, g_{0,i} \rangle$$

נגדיר מערכת מעברים $TS(CS)$:

- מצבים: $S = (Loc_1 \times \cdots \times Loc_n) \times Eval(Var) \times Eval(Chan)$
- פעולות: $Act = Act_1 \cup \cdots \cup Act_n \cup \{\tau\}$
- מעברים: $\rightarrow$ מוגדר ע"פ כללי ההיסק בשקף הבא
- מצבי התחלה: $I = \{ \langle l_1, \ldots, l_n, \eta, \xi_0 \rangle : \forall i. (l_i \in Loc_{0,i} \wedge \eta \vDash g_{0,i}) \wedge \forall C. (\xi_0(C) = \varepsilon) \}$
- פסוקים אטומים: $AP = Loc_1 \uplus \cdots \uplus Loc_n \uplus Cond(Var)$
- תוויות: $L(\langle l_1, \ldots, l_n, \eta, \xi \rangle) = \{l_1, \ldots, l_n\} \cup \{ g \in Cond(Var) : \eta \vDash g \}$

כללי הסק (1)

שזירה עבור $\alpha \in Act_i$:

$$\frac{l_i \xrightarrow{g:\alpha} l_i' \quad \eta \vDash g}{\langle l_1, \dots, l_i, \dots, l_n, \eta, \xi \rangle \xrightarrow{\alpha} \langle l_1, \dots, l_i', \dots, l_n, \eta', \xi \rangle}$$

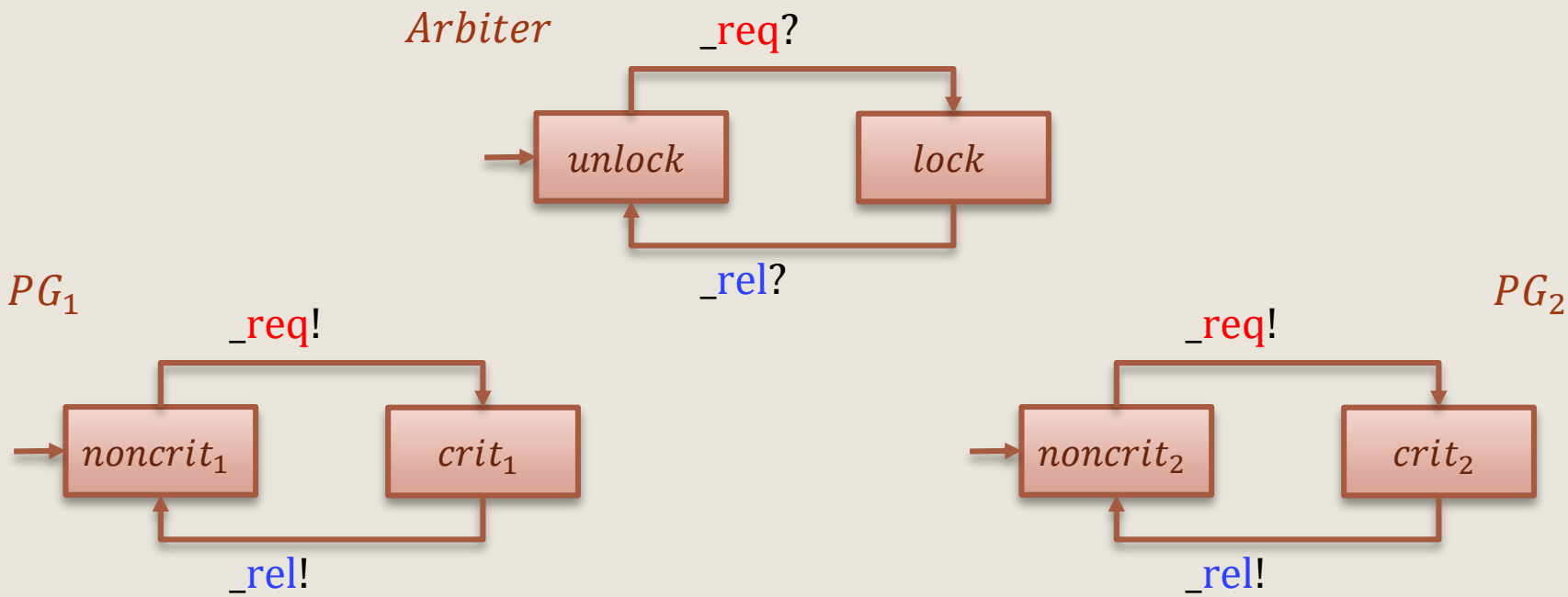
באשר $\eta' = \mathrm{Effect}(\alpha, \eta)$

העברת הודעות סינכרונית עבור תורים בגודל אפס:

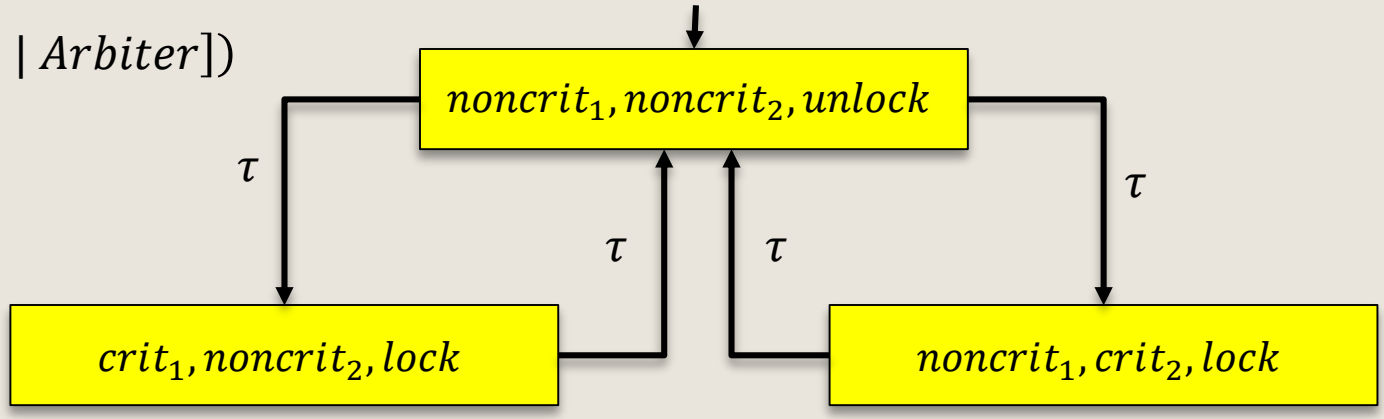
$$\frac{l_i \xrightarrow{g:_C?x} l_i' \quad \wedge \quad l_j \xrightarrow{g':_C!e} l_j' \quad \eta \vDash (g \wedge g') \ \wedge \ i \neq j \ \wedge \ cap(_C) = 0}{\langle l_1, \dots, l_i, \dots, l_j, \dots, l_n, \eta, \xi \rangle \xrightarrow{\tau} \langle l_1, \dots, l_i', \dots, l_j', \dots, l_n, \eta', \xi \rangle}$$

באשר $\eta' = \eta[x \coloneqq \eta(e)]$

דוגמה: חסימה הדדית באמצעות בורר



$TS([PG_1 \mid PG_2 \mid Arbiter])$



כללי הסק עבור המקרה $cap(C) > 0$

קבלת הודעה באופן אסינכרוני:

$$\frac{l_i \xrightarrow{g:C?x} l_i' \;\wedge\; \eta \vDash g \;\wedge\; len(\xi(C)) = k > 0 \;\wedge\; \xi(C) = v_1 \cdots v_k}{\langle l_1, \dots, l_i, \dots, l_n, \eta, \xi \rangle \xrightarrow{\tau} \langle l_1, \dots, l_i', \dots, \eta', \xi' \rangle}$$

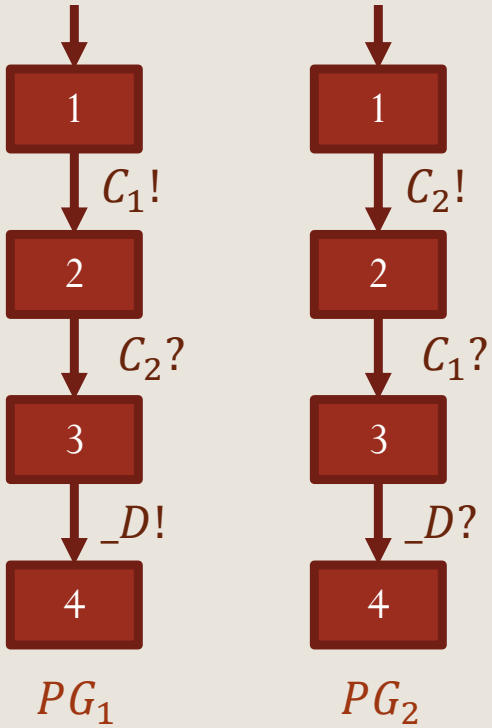
באשר $\eta' = \eta[x \mapsto v_1]$ ו- $\xi' = \xi[C \mapsto v_2 \cdots v_k]$

שליחת הודעה באופן אסינכרוני:

$$\frac{l_i \xrightarrow{g:C!e} l_i' \;\wedge\; \eta \vDash g \;\wedge\; len(\xi(C)) = k < cap(C) \;\wedge\; \xi(C) = v_1 \cdots v_k}{\langle l_1, \dots, l_i, \dots, l_n, \eta, \xi \rangle \xrightarrow{\tau} \langle l_1, \dots, l_i', \dots, \eta, \xi' \rangle}$$

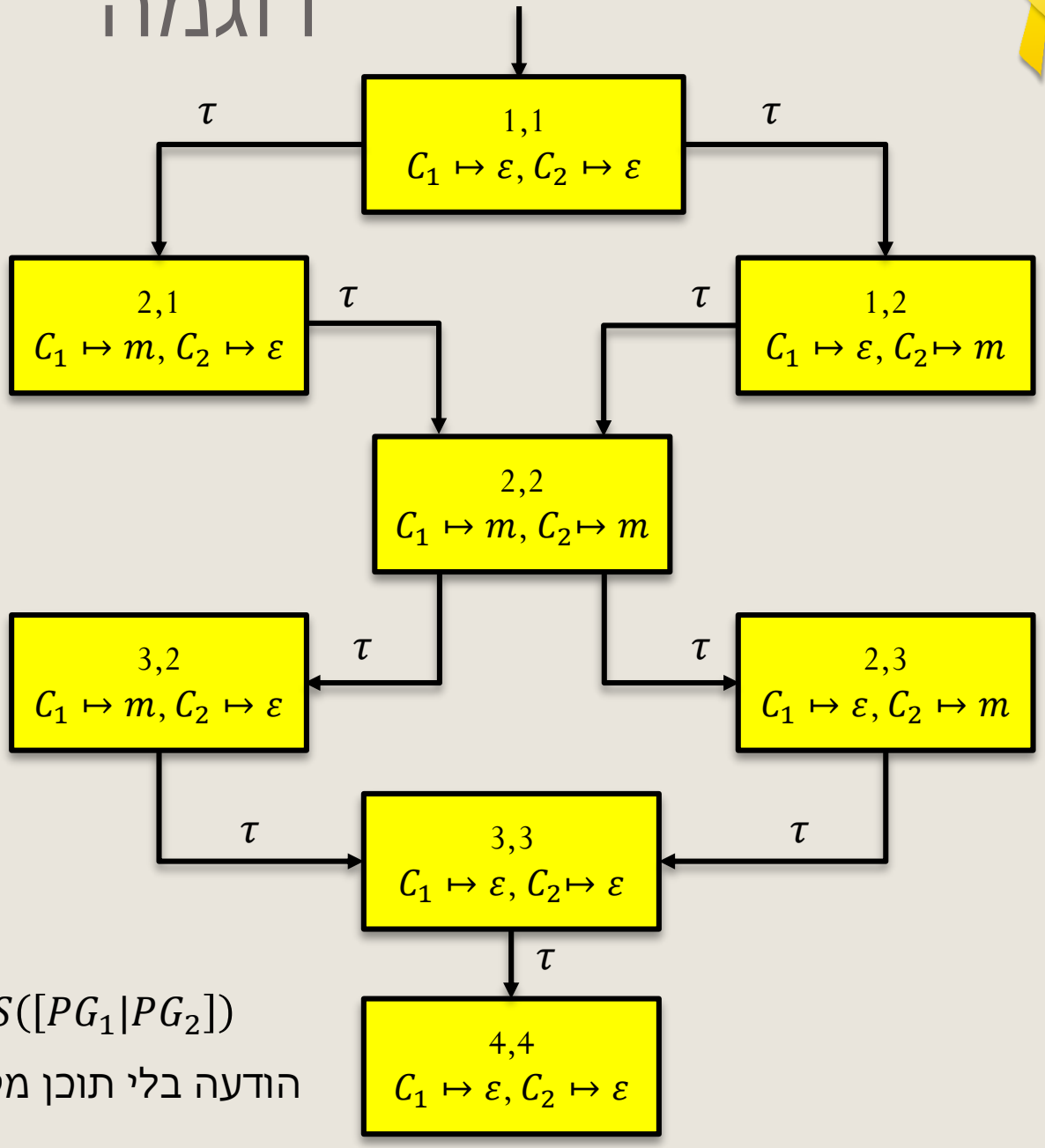
באשר $\xi' = \xi[C \mapsto v_1 \cdots v_k \eta(e)]$

דוגמה



$cap(C_1) = cap(C_2) = 1$

$cap(_D) = 0$

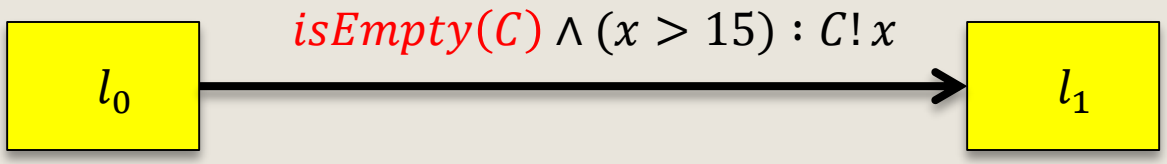


$TS([PG_1|PG_2])$

הודעה בלי תוכן מסומנת ב-m

אפשרות לשיפור: תנאים על התורים

- אפשר להוסיף סמנטיקה ותחביר גם לתנאים על הערוצים:
  - האם הערוץ מלא?
  - האם הערוץ ריק?
  - האם יש בתור 3 הודעות?
- נרשה את המעבר רק אם התנאי מתקיים



- כך נוכל, במימוש שלנו, לעבוד רק עם קיבולת אפס ואינסוף
  - את המגבלה של גודל תור ניתן לייצג באמצעות התנאים
  - עדיין יהיה התנאי הַמִּשְׁתַּמֵּעַ (implicit) שלא ניתן לקרוא מתור ריק