Prova scritta di Linguaggi Concorrenti e Mobili
1 Aprile 2004

1. (3 punti)
   - Dare le definizioni formali di nomi liberi (free names) e nomi legati (bound names) in π-calcolo.
   - Dare la definizione di α-conversione e di sostituzione tra nomi.
   - Calcolare il termine
   $$\{^{s}/_{h}\}\{^{h}/_{r}\}((\nu h)r(s).(h(r).\overline{r}\langle s\rangle.0 \mid \overline{r}\langle s\rangle) \mid h().r(h).\overline{h}\langle r\rangle.0).$$

2. (4 punti)
   - Dare la definizione di LTS.
   - Dare la definizioni di *equivalenza forte* e *equivalenza debole* tra due processi.
   - Fornire due processi che si simulano vicendevolmente in maniera forte ma che non sono bisimili in senso forte.

3. (3 punti) Decrivere le forme di mobilità viste a lezione.

4. (5 punti) Sia $\widehat{\widehat{P}}$ la traduzione che sostituisce la ricorsione in termini di replicazione. Provare formalmente che per ogni processso P_1 e P_2 vale
   $$\widehat{\widehat{P_1 \mid P_2}} \sim \widehat{\widehat{P_1}} \mid \widehat{\widehat{P_2}}.$$

5. (9 punti) Siano $B_1, B_2 \in \{\star TRUE, \star FALSE\}$.
   - Dare una definizione per l'operatore di implicazione logica $IMP\langle a, b_1, b_2\rangle$ per cui valga:
   $$(\nu b_1, b_2)(IMP\langle a, b_1, b_2\rangle \mid B_1\langle b_1\rangle \mid B_2\langle b_2\rangle) \approx_{\mathrm{c}} B\langle a\rangle$$
   tale che, se $B_1 = \star TRUE$ e $B_2 = \star FALSE$, allora $B = \star FALSE$, altrimenti $B = \star TRUE$. La definizione dell'implicazione deve essere tale che la prima operazione possibile sia un input su a.
   - Mostrare formalmente l'equivalenza.

6. (9 punti)
   - Dare la definizione formale di *reduction barbed congruence* per Mobile Ambients.
   - Considerare le seguenti coppie di processi in Mobile Ambients e dire se sono equivalenti o meno. Nel primo caso fornire un'argomentazione, nel secondo caso fornire il contesto che li distingua.

– $(\nu n)(n[P] \mid \texttt{open_}n)$ ed il processo P dove $n \notin \mathrm{f}n(P)$.

– $\texttt{in_}n.\texttt{out_}n.\texttt{in_}n.P$ ed il processo $\texttt{in_}n.\texttt{out_}n.\texttt{in_}n.P \oplus \texttt{in_}n.P$ dove $P \oplus Q = (\nu h)(h[\,] \mid \texttt{open_}h.P \mid \texttt{open_}h.Q)$ con $h \notin \mathrm{f}n(P, Q)$.

– $(x).\langle x \rangle$ e 0.