## Very Busy Expression

Un'espressione è **very busy** in un punto p se, indipendentemente dal percorso preso da p, l'espressione viene usata prima che uno dei suoi operandi venga definito.

Ogni blocco genera delle espressioni, e se ne definisce uno degli operandi, la uccide. Allo stesso modo, ogni blocco riceve delle espressioni definite in precedenza e potrebbe ucciderle definendone gli operandi.

| <u>·</u>                |  |
|-------------------------|--|
|                         | Very Busy Expression   |
| Domain                  | Sets of Expressions  |
| Direction               | Backward::<br>IN[B]=f <sub>B</sub> (IN[B])<br>OUT[B]=\ IN[succ(B)]   |
| Transfer Function       | f <sub>B</sub> (x)=Use <sub>B</sub> ∪ (x-Def <sub>B</sub> )<br>Use <sub>B</sub> tutte le espressioni e che<br>appaiono in B<br>Def <sub>B</sub> se B definisce t, si uccidono<br>tutte le espressioni che contengono t |
| Meet Operation          | Π  |
| Boundary Condition      | OUT[entry]=∅   |
| Initial interior points | OUT[B]=U   |
|                         |  |

| Basic<br>Block | Iter1   |         |  |  |
|----------------|---------|---------|--|--|
|                | IN[BB]  | OUT[BB] |  |  |
| BB1            | a-b,b-a | a-b,b-a |  |  |
| BB2            | a-b,b-a | a-b,b-a |  |  |
| BB3            | a-b,b-a | a-b     |  |  |
| BB4            | a-b     | Ø       |  |  |
| BB5            | b-a     | Ø       |  |  |
| BB6            | Ø       | a-b     |  |  |
| BB7            | a-b     | Ø       |  |  |
| BB8            | Ø       | Ø       |  |  |

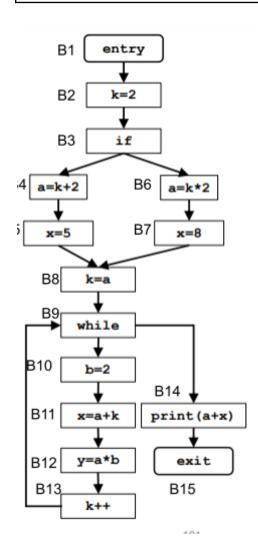
Dominator Analysis Ipotizzo che il nodo A sia entry, e il nodo G sia exit

|                         | Dominator Analysis   |
|-------------------------|--|
| Domain                  | Sets of Blocks   |
| Direction               | Forward OUT[B]= f <sub>B</sub> (IN[B]) IN[B]= \( \text{OUT[pred(B)]} \)                                |
| Transfer Function       | f <sub>B</sub> (x) = Gen[B] U (IN[B] - Kill[B] )<br>Gen(B) sono i blocchi dominatori<br>Kill(B) sono i |
| Meet Operation          | Π  |
| Boundary Condition      | IN[entry] =∅   |
| Initial interior points | IN[B]=∪  |

| Basic<br>Block | lter1  |         |  |
|----------------|--------|---------|--|
|                | IN[BB] | OUT[BB] |  |
| А              | Ø      | А       |  |
| В              | А      | А, В    |  |
| С              | А      | A, C    |  |
| D              | A, C   | D, C, A |  |
| Е              | A, C   | E, C, A |  |
| F              | OUT[D] | F, C, A |  |
| G              | OUT[B] | A,G     |  |

## Constant Propagation

|                         | Constant Propagation   |  |  |
|-------------------------|--|--|--|
| Domain                  | Sets of variables  |  |  |
| Direction               | Forward:<br>IN[B]=^ OUT[pred(B)]<br>OUT[B]=f <sub>B</sub> (IN[B])  |  |  |
| Transfer Function       | f <sub>B</sub> (x)=Gen <sub>B</sub> ∪ (x-Kill <sub>B</sub> )<br>Gen <sub>B</sub> è l'insieme di variabili dal valore<br>costante definite nel blocco<br>Kill <sub>B</sub> è l'insieme di variabili che<br>vengono definite come non costanti<br>nel blocco |  |  |
| Meet Operation          | Π  |  |  |
| Boundary Condition      | IN[entry]=∅  |  |  |
| Initial interior points | IN[B]=   |  |  |



| Basic<br>Block | Iter1  |   | lter2  |   | Iter3   |   |
|----------------|--|---|--|---|---|---|
|                | IN[BB]   | OUT[BB]   | IN[BB]   | OUT[BB]   | IN[BB]  | OUT[BB]   |
| B1             | Ø  | Ø   | Ø  | Ø   | Ø   | Ø   |
| B2             | Ø  | <k,2></k,2>   | Ø  | <k,2></k,2>   | Ø   | <k,2></k,2>   |
| B3             | <k,2></k,2>  | <k,2></k,2>   | <k,2></k,2>  | <k,2></k,2>   | <k,2></k,2>   | <k,2></k,2>   |
| B4             | <k,2></k,2>  | <0,4>, <k,<br>2&gt;</k,<br>   | <k,2><a,4<br>&gt;</a,4<br></k,2>   | <k,2><a,4<br>&gt;</a,4<br></k,2>  | <k,2><a,4<br>&gt;</a,4<br></k,2>  | <k,2><a,4< td=""></a,4<></k,2>  |
| B5             | <a,4>,<k,2< td=""><td>&lt;0,4&gt;,<k,<br>2&gt;, <x,5></x,5></k,<br></td><td>&lt;0,4&gt;<k,2<br>&gt;<x,5></x,5></k,2<br></td><td>&lt;0,4&gt;<k,2<br>&gt;<x,5></x,5></k,2<br></td><td>&lt;0,4&gt;<k,2<br>&gt;<x,5></x,5></k,2<br></td><td><a,4><k,2<br>&gt;<x,5></x,5></k,2<br></a,4></td></k,2<></a,4>  | <0,4>, <k,<br>2&gt;, <x,5></x,5></k,<br>                                  | <0,4> <k,2<br>&gt;<x,5></x,5></k,2<br>   | <0,4> <k,2<br>&gt;<x,5></x,5></k,2<br>  | <0,4> <k,2<br>&gt;<x,5></x,5></k,2<br>                                    | <a,4><k,2<br>&gt;<x,5></x,5></k,2<br></a,4>                               |
| B6             | <k,2></k,2>  | <0,4>, <k,<br>2&gt;</k,<br>   | <0,4> <k,2< td=""><td>&lt;0,4&gt;<k,2< td=""><td>&lt;0,4&gt;<k,2< td=""><td>&lt;0,4&gt;<k,2< td=""></k,2<></td></k,2<></td></k,2<></td></k,2<> | <0,4> <k,2< td=""><td>&lt;0,4&gt;<k,2< td=""><td>&lt;0,4&gt;<k,2< td=""></k,2<></td></k,2<></td></k,2<> | <0,4> <k,2< td=""><td>&lt;0,4&gt;<k,2< td=""></k,2<></td></k,2<>          | <0,4> <k,2< td=""></k,2<>   |
| B7             | <a,4>,<k,2< td=""><td>&lt;0,4&gt;,<k,<br>2&gt;,<x,8></x,8></k,<br></td><td>&lt;0,4&gt;<k,2<br>&gt;,<x,8></x,8></k,2<br></td><td>&lt;0,4&gt;<k,2<br>&gt;<x,8></x,8></k,2<br></td><td>&lt;0,4&gt;<k,2<br>&gt;,<x,8></x,8></k,2<br></td><td>&lt;0,4&gt;<k,2<br>&gt;<x,8></x,8></k,2<br></td></k,2<></a,4> | <0,4>, <k,<br>2&gt;,<x,8></x,8></k,<br>                                   | <0,4> <k,2<br>&gt;,<x,8></x,8></k,2<br>  | <0,4> <k,2<br>&gt;<x,8></x,8></k,2<br>  | <0,4> <k,2<br>&gt;,<x,8></x,8></k,2<br>                                   | <0,4> <k,2<br>&gt;<x,8></x,8></k,2<br>                                    |
| B8             | <a,4>,<k,2< td=""><td>&lt;0,4&gt;,<k,<br>4&gt;</k,<br></td><td><k,4><a,4<br>&gt;</a,4<br></k,4></td><td><k,4>,<a,<br>4&gt;</a,<br></k,4></td><td><k,4><a,4<br>&gt;</a,4<br></k,4></td><td><k,4>,<a,<br>4&gt;</a,<br></k,4></td></k,2<></a,4>   | <0,4>, <k,<br>4&gt;</k,<br>   | <k,4><a,4<br>&gt;</a,4<br></k,4>   | <k,4>,<a,<br>4&gt;</a,<br></k,4>  | <k,4><a,4<br>&gt;</a,4<br></k,4>  | <k,4>,<a,<br>4&gt;</a,<br></k,4>  |
| В9             | <0,4>, <k,4< td=""><td>&lt;0,4&gt;,<k,<br>4&gt;</k,<br></td><td>&lt;0,4&gt;</td><td>&lt;0,4&gt;</td><td>&lt;0,4&gt;</td><td>&lt;0,4&gt;</td></k,4<>  | <0,4>, <k,<br>4&gt;</k,<br>   | <0,4>  | <0,4>   | <0,4>   | <0,4>   |
| B10            | <0,4>, <k,4< td=""><td>&lt;0,4&gt;,<b,<br>2&gt;,<k,4></k,4></b,<br></td><td>&lt;0,4&gt;<k,4<br>&gt;<b,2></b,2></k,4<br></td><td>&lt;0,4&gt;,<k,<br>4&gt;<b,2></b,2></k,<br></td><td>&lt;0,4&gt;<k,4<br>&gt;<b,2></b,2></k,4<br></td><td><a,4>,<k,<br>4&gt;<b,2></b,2></k,<br></a,4></td></k,4<>        | <0,4>, <b,<br>2&gt;,<k,4></k,4></b,<br>                                   | <0,4> <k,4<br>&gt;<b,2></b,2></k,4<br>   | <0,4>, <k,<br>4&gt;<b,2></b,2></k,<br>  | <0,4> <k,4<br>&gt;<b,2></b,2></k,4<br>                                    | <a,4>,<k,<br>4&gt;<b,2></b,2></k,<br></a,4>                               |
| B11            | <a,4>,<b,2<br>&gt;, <k,4></k,4></b,2<br></a,4>   | <a,4>,<b,<br>2&gt;,<k,4>,&lt;<br/>x,8&gt;</k,4></b,<br></a,4>             | <a,4>,<b,<br>2&gt;<k,4>,&lt;<br/>x,8&gt;</k,4></b,<br></a,4>   | <a,4>,<b,<br>2&gt;,<k,4>,&lt;<br/>x,8&gt;</k,4></b,<br></a,4>   | <a,4>,<b,<br>2&gt;<k,4>,&lt;<br/>x,8&gt;</k,4></b,<br></a,4>              | <a,4>,<b,<br>2&gt;,<k,4>,&lt;<br/>x,8&gt;</k,4></b,<br></a,4>             |
| B12            | <a,4>,<b,2<br>&gt;,<br/><k,4>,<x,8<br>&gt;</x,8<br></k,4></b,2<br></a,4>   | <0,4>, <b,<br>2&gt;,<k,4>,&lt;<br/>x,8&gt;,<y,8></y,8></k,4></b,<br>      | <0,4>, <b,<br>2&gt;,<k,4>,&lt;<br/>x,8&gt;,<y,8></y,8></k,4></b,<br>   | <a,4>,<b,<br>2&gt;,<k,4>,&lt;<br/>x,8&gt;<y,8></y,8></k,4></b,<br></a,4>                                | <a,4>,<b,<br>2&gt;,<k,4>,&lt;<br/>x,8&gt;,<y,8></y,8></k,4></b,<br></a,4> | <a,4>,<b,<br>2&gt;,<k,4>,&lt;<br/>x,8&gt;<y,8></y,8></k,4></b,<br></a,4>  |
| B13            | <a,4>,<b,2<br>&gt;,<br/><k,4>,<x,8<br>&gt;, <y,8></y,8></x,8<br></k,4></b,2<br></a,4>  | <a,4>,<b,<br>2&gt;,<k,5>,&lt;<br/>x,8&gt;,<y,8></y,8></k,5></b,<br></a,4> | <a,4>,<b,<br>2&gt;,<k,5>,&lt;<br/>x,8&gt;,<y,8></y,8></k,5></b,<br></a,4>  | <a,4>,<b,<br>2&gt;,<k,6>,&lt;<br/>x,8&gt;,<y,8></y,8></k,6></b,<br></a,4>                               | <a,4>,<b,<br>2&gt;,<k,5>,&lt;<br/>x,8&gt;,<y,8></y,8></k,5></b,<br></a,4> | <a,4>,<b,<br>2&gt;,<k,6>,&lt;<br/>x,8&gt;,<y,8></y,8></k,6></b,<br></a,4> |
| B14            | <0,4>, <k,4< td=""><td>&lt;0,4&gt;,<k,<br>4&gt;</k,<br></td><td>&lt;0,4&gt;</td><td>&lt;0,4&gt;</td><td>&lt;0,4&gt;</td><td>&lt;0,4&gt;</td></k,4<>  | <0,4>, <k,<br>4&gt;</k,<br>   | <0,4>  | <0,4>   | <0,4>   | <0,4>   |
| B15            | <0,4>, <k,4< td=""><td>&lt;0,4&gt;,<k,<br>4&gt;</k,<br></td><td>&lt;0,4&gt;</td><td>&lt;0,4&gt;</td><td>&lt;0,4&gt;</td><td>&lt;0,4&gt;</td></k,4<>  | <0,4>, <k,<br>4&gt;</k,<br>   | <0,4>  | <0,4>   | <0,4>   | <0,4>   |