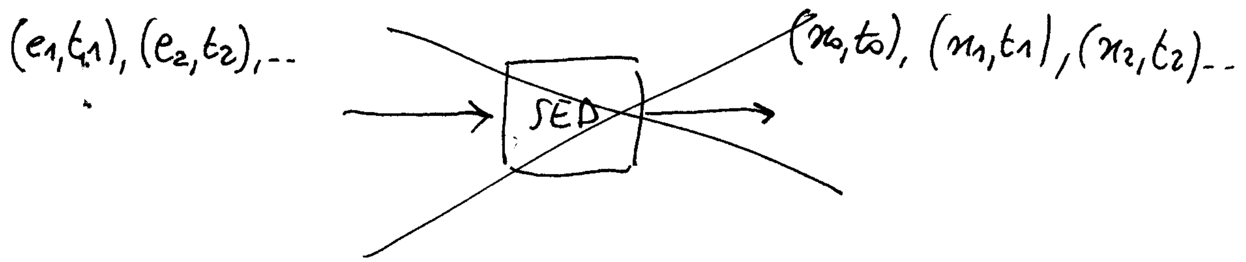
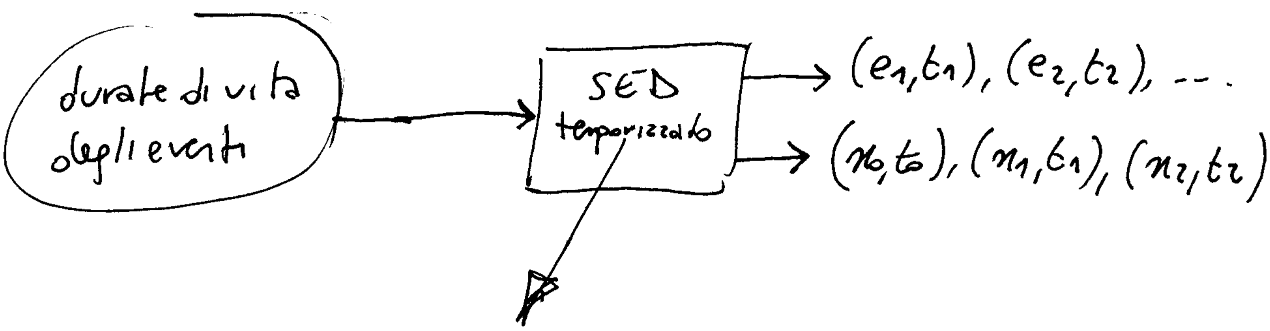


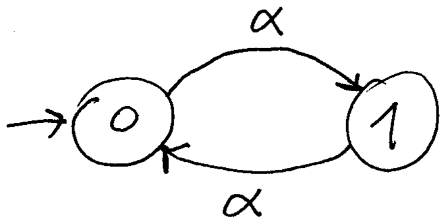
- in un SED l'evoluzione temporale è determinata dall'accadimento di eventi
- a ogni evento è associato un processo che ha una certa durata.
- i processi sono concorrenti, nel senso che il primo processo che termina, determina il prossimo evento ad accadere

IDEA: invece di associare agli eventi gli istanti di tempo in cui essi accadono, associamo ad essi le durate dei sottostanti processi (che chiameremo DURATE DI VITA degli eventi)



meccanismo di selezione del prossimo evento
(insieme di regole che, date le sequenze di durate di vita degli eventi e la logica del SED, determinano la sequenza e gli istanti di accadimento degli eventi)

Esempio 1 - SED con un unico evento



SED logico $(\mathcal{E}, \mathcal{X}, \Gamma, f, x_0)$

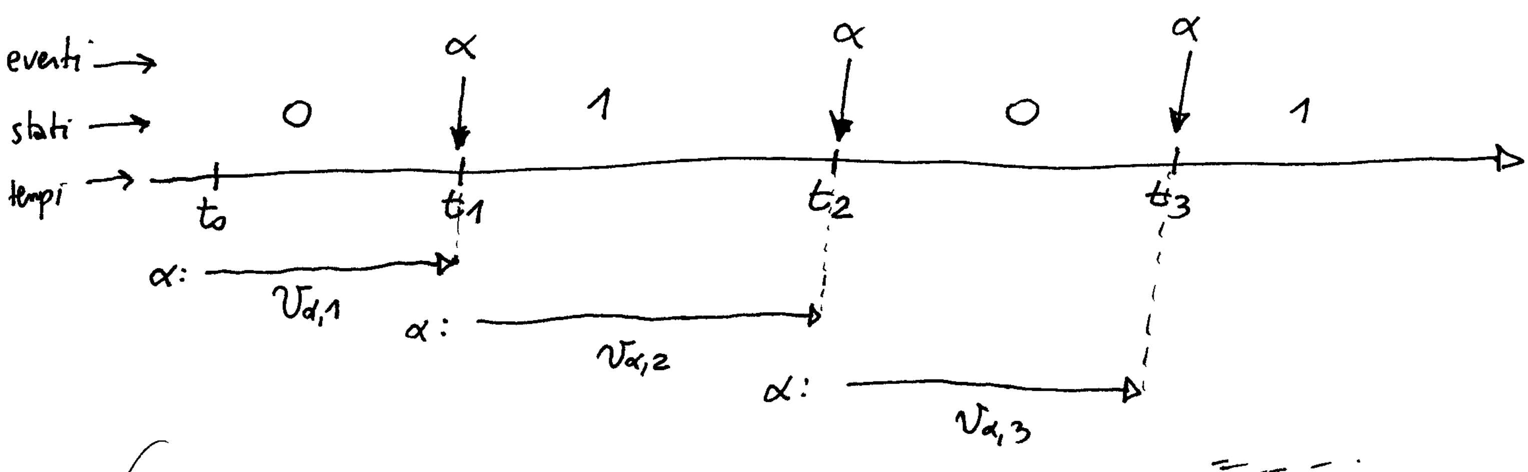
$\mathcal{E} = \{\alpha\}$

$\mathcal{X} = \{0, 1\}$

$\Gamma(0) = \Gamma(1) = \{\alpha\}$

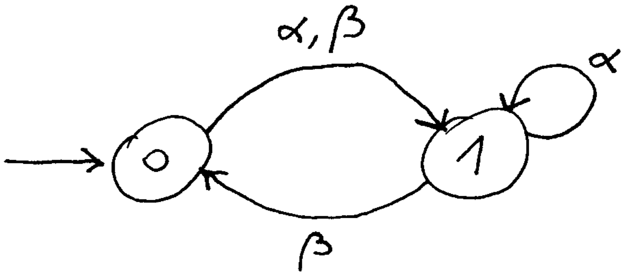
Associamo all'evento α una sequenza di durate di vita:

$$v_\alpha = \{ v_{\alpha,1},\ v_{\alpha,2},\ v_{\alpha,3},\ \dots \}.$$



$$\begin{cases} t_1 = t_0 + v_{\alpha,1} \\ t_2 = t_1 + v_{\alpha,2} \end{cases}$$

Esempio 2 - SED con due eventi sempre possibili



SED logico $(\Sigma, \mathcal{X}, \Gamma, f, x_0)$

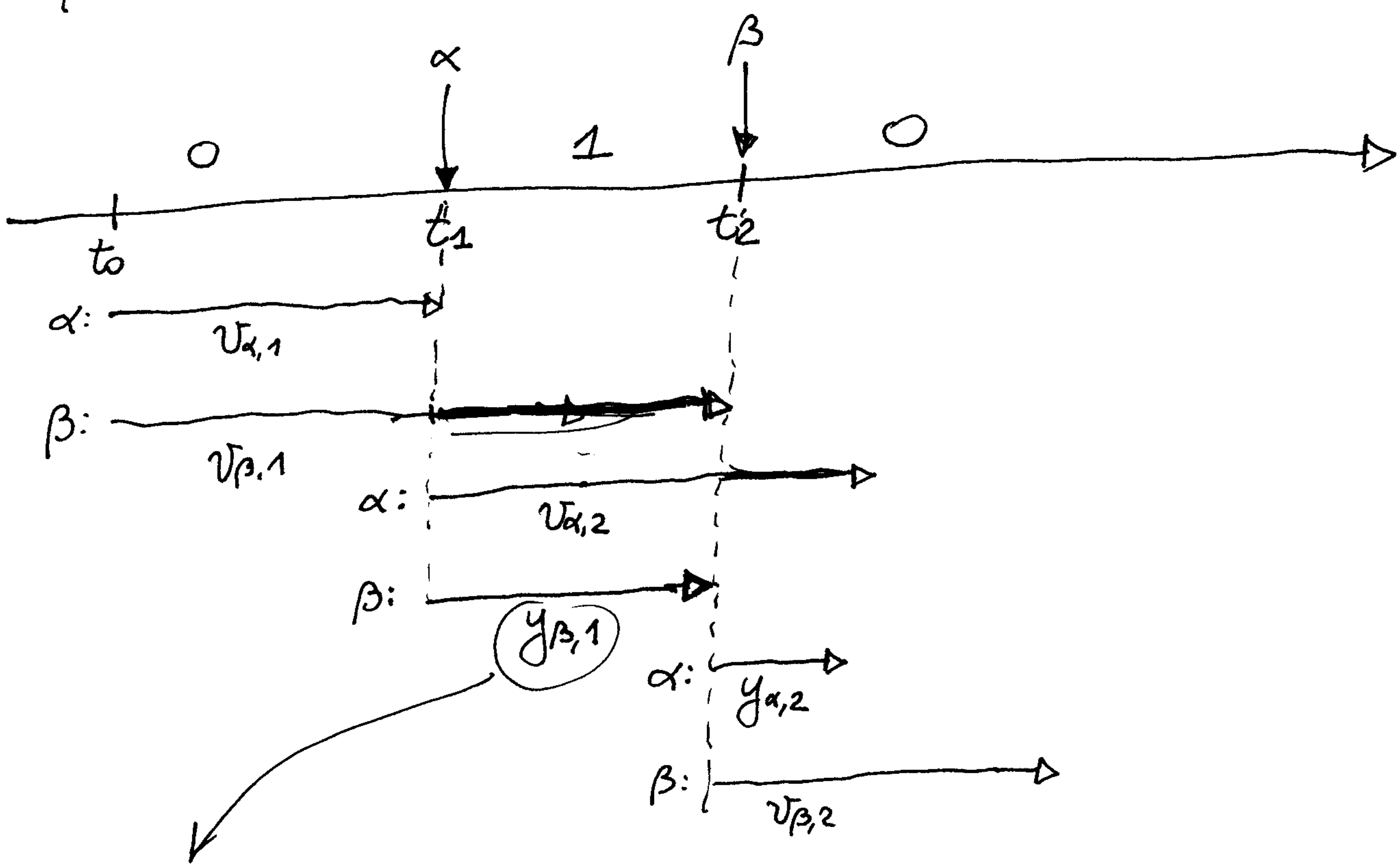
$\Sigma = \{\alpha, \beta\}$

$\mathcal{X} = \{0, 1\}$

$\Gamma(0) = \Gamma(1) = \{\alpha, \beta\}$

$$V_\alpha = \{ v_{\alpha,1}, v_{\alpha,2}, v_{\alpha,3}, \ldots \}$$

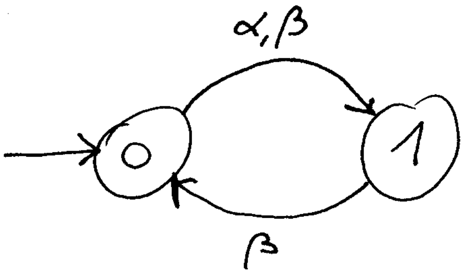
$$V_\beta = \{ v_{\beta,1}, v_{\beta,2}, v_{\beta,3}, \ldots \}$$



$$y_{\beta,1} = v_{\beta,1} - v_{\alpha,1}$$

durata di vita residua

Esempio 3 - SED con due eventi, di cui uno non è sempre possibile.



SED logico $(\mathcal{E}, \mathcal{X}, \Gamma, f, x_0)$

$\mathcal{E} = \{\alpha, \beta\}$

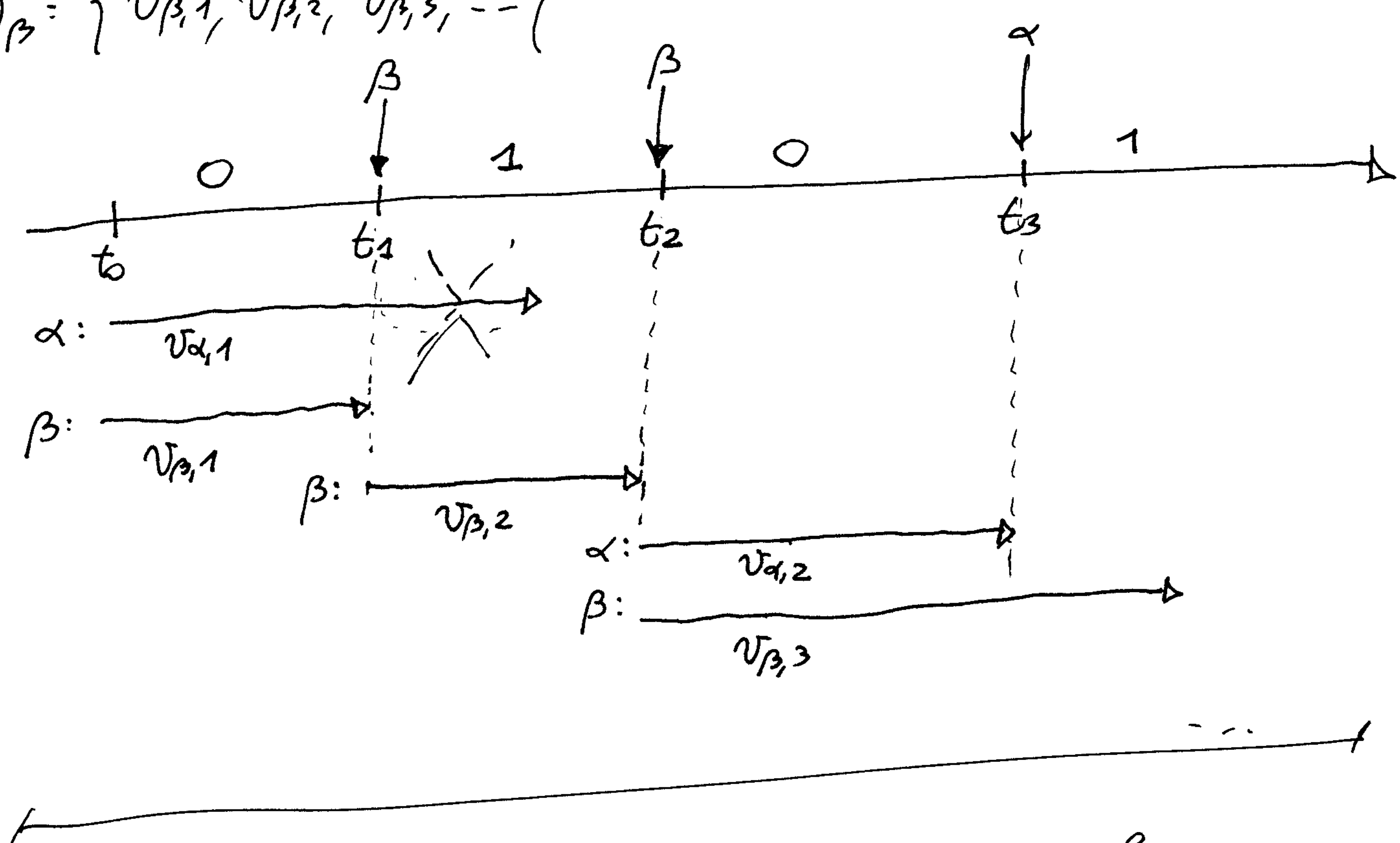
$\mathcal{X} = \{0, 1\}$

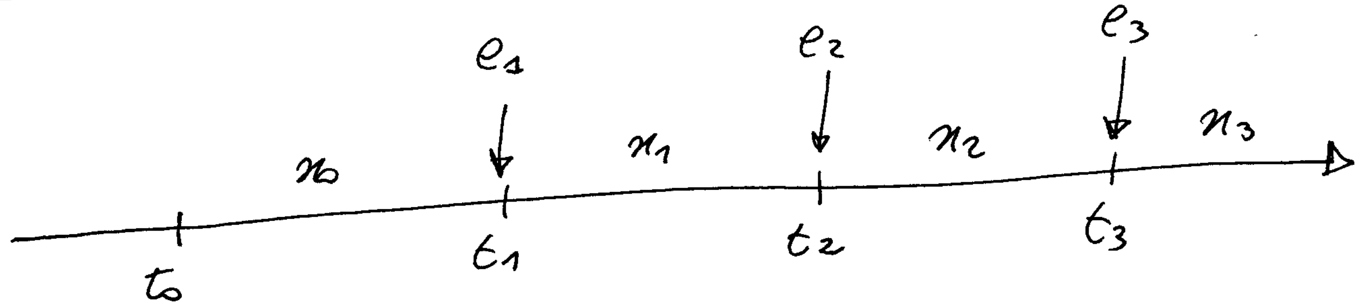
$\Gamma(0) = \{\alpha, \beta\}$

$\Gamma(1) = \{\beta\}$

$$V_\alpha = \{v_{\alpha,1}, v_{\alpha,2}, v_{\alpha,3}, \dots\}$$

$$V_\beta = \{v_{\beta,1}, v_{\beta,2}, v_{\beta,3}, \dots\}$$





...

meccanismo di selezione del prossimo evento

1. Il prossimo evento è quello a cui corrisponde la minima durata di vita residua tra tutti gli eventi possibili nello stato corrente

2. Un evento e viene attivato (cioè gli viene assegnata una durata di vita residua coincidente con una durata di vita presa dalla corrispondente sequenza ~~della~~ di temporizzazione) se:

   i) è appena accaduto e rimane possibile nel nuovo stato

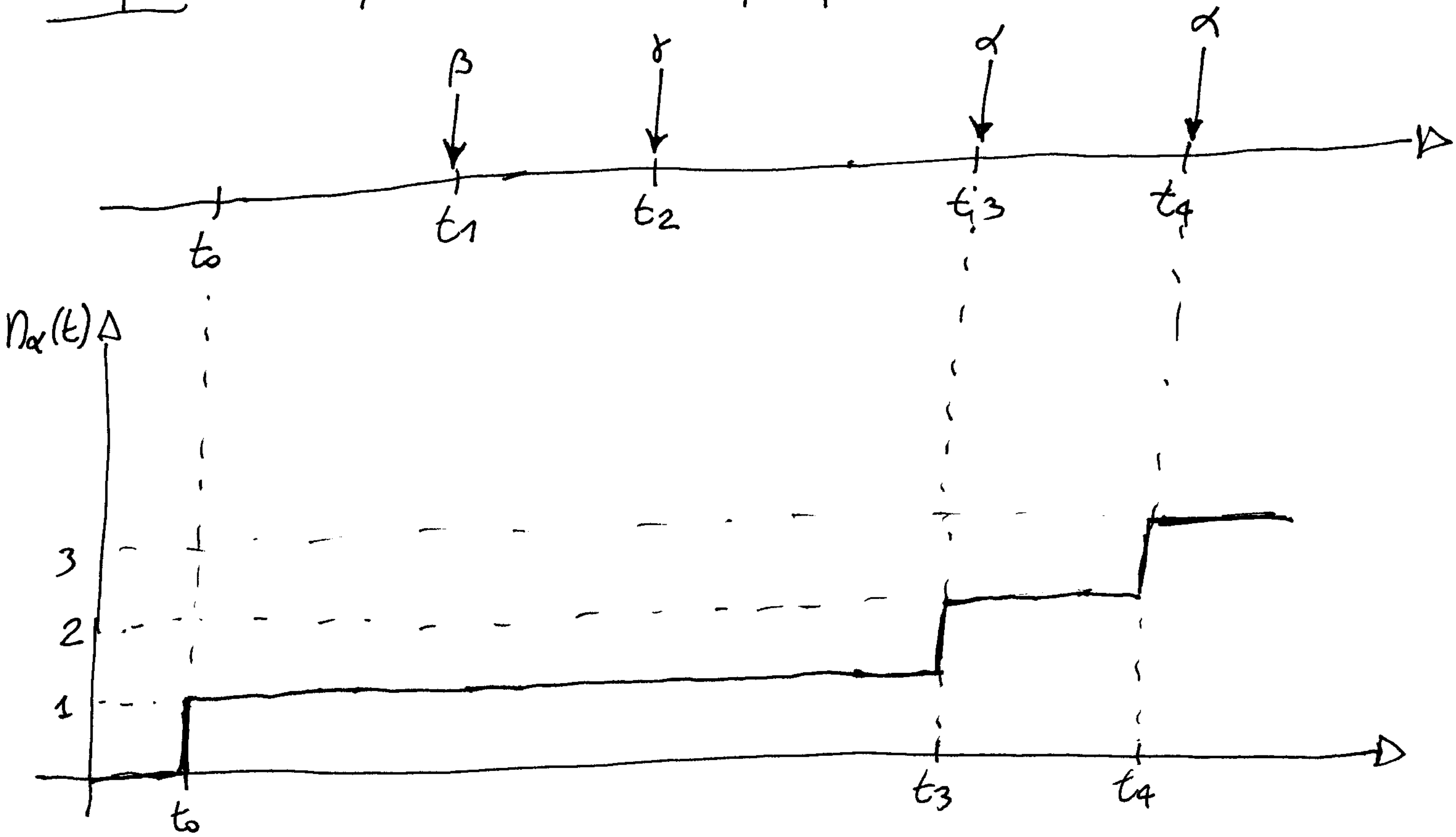
   ii) un evento differente è accaduto mentre e non era possibile, causando una transizione verso un nuovo stato dove e è possibile.

3. Un evento e viene disattivato quando un evento differente da e accade, ~~esu~~ mentre e è possibile, causando una transizione verso uno stato dove e non è possibile.

$$\left.\begin{array}{c}\text{sequenze di temporizzazione}\\ + \\ \text{modello logico del SED}\\ + \\ \text{meccanismo di selezione del}\\ \text{prossimo evento}\end{array}\right\} \begin{array}{c}\text{evoluzione temporale (dinamica)}\\ \text{del SED.}\end{array}$$

Definizione - Chiamiamo contatore di attivazione $n_e(t)$ relativo all'evento $e \in \mathcal{E}$ il numero di volte che l'evento e è stato attivato nell'intervallo temporale $[t_0, t]$.

esempio - $\mathcal{E} = \{\alpha, \beta, \gamma\}$, α sempre possibile



utilizzeremo $n_\alpha(t)$ come puntatore alla sequenza di durate di vita dell'evento α.

$$v_\alpha = \{v_{\alpha,1}, v_{\alpha,2}, v_{\alpha,3}, \dots\}$$

NOTAZIONI

- rispetto al tempo $\rightarrow$ t variabile temporale

$x(t)$: stato all'istante t

$n_e(t)$: contatore di attivazione dell'evento e all'istante t

$y_e(t)$: durata di vita residua dell'evento e all'istante, definita solo per $e \in \Gamma(x(t))$.

- rispetto al verificarsi degli eventi $\rightarrow$ k contatore del numero di eventi

t_k : istante in cui avviene il k-esimo evento.

e_k : il k-esimo evento

x_k : lo stato dopo il k-esimo evento

$n_{e,k}$: il contatore di attivazione dell'evento e dopo il k-esimo evento

$y_{e,k}$: la durata di vita residua dell'evento e all'istante t_k.

Definizione - La struttura di temporizzazione associata a un insieme $\mathcal{E}$ di eventi è un insieme

$$V = \{ v_e : e \in \mathcal{E} \}$$

costituito da sequenze di temporizzazione per ciascun evento e:

$$v_e = \{ v_{e,1}, v_{e,2}, v_{e,3}, \dots \}, \quad v_{e,i} \geq 0 \quad i = 1, 2, 3, \dots$$

Def. – Un <u>automa a stati temporizzato</u> è una sestupla $(\mathcal{E}, \mathcal{X}, \Gamma, f, x_0, V)$ dove:

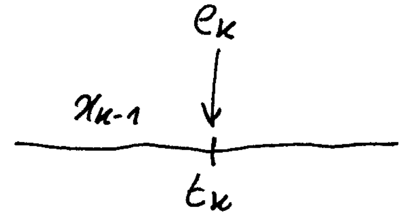
- $(\mathcal{E}, \mathcal{X}, \Gamma, f, x_0)$ è un automa a stati
- $V = \{v_e : e \in \mathcal{E}\}$ è una struttura di temporizzazione.

<u>ALGORITMO</u> (<u>DINAMICA DI UN AUTOMA A STATI TEMPORIZZATO</u>)

<u>Passo 0</u> (inizializzazione)

- Per ogni $e \in \mathcal{E}$:
  - se $e \in \Gamma(x_0)$, allora $n_{e,0} = 1$ e $y_{e,0} = v_{e,1}$.
  - altrimenti, allora $n_{e,0} = 0$ e $y_{e,0}$ rimane non definita.
- Porre $k = 1$.

<u>PASSO 1</u> (selezione del prossimo evento)



$$e_k = \arg \min_{e \in \Gamma(x_{k-1})} y_{e,k-1}$$

PASSO 2 (determinazione dell'istante in cui accade il k-esimo evento)

$$t_k = t_{k-1} + y^*_{k-1},$$

dove $y^*_{k-1} = \min\limits_{e \in \Gamma(x_{k-1})} y_{e,k-1}$

PASSO 3 (determinazione del prossimo stato)

$$x_k = f(x_{k-1}, e_k)$$

PASSO 4 (aggiornamento dei contatori di attivazione)

$$\forall e \in \mathcal{E}. \quad n_{e,k} = \begin{cases} n_{e,k-1} + 1 & \text{se } (e = e_k,\ e \in \Gamma(x_k)) \\ & \text{oppure } (e \notin \Gamma(x_{k-1}),\ e \in \Gamma(x_k)) \\ n_{e,k-1} & \text{altrimenti} \end{cases}$$

PASSO 5 (aggiornamento delle durate di vita residue)

$$\forall e \in \mathcal{E}. \quad y_{e,k} = \begin{cases} v_{e,n_{e,k}} & \text{se } (e = e_k,\ e \in \Gamma(x_k)) \\ & \text{oppure } (e \notin \Gamma(x_{k-1}),\ e \in \Gamma(x_k)) \\ y_{e,k-1} - y^*_{k-1} & \text{se } (e \in \Gamma(x_{k-1}),\ e \neq e_k,\ e \in \Gamma(x_k)) \\ \text{indefinita} & \text{altrimenti.} \end{cases}$$

PASSO 6 - Porre $k = k+1$, e tornare al PASSO 1.

OSSERVAZIONI

i) Cosa succede se alla minima durata di vita residua corrispondono due o più eventi? Quale evento accade per primo?

$\Rightarrow$ assegnare regole di priorità tra gli eventi.

ii) In alcuni casi può non essere ragionevole assumere di interrompere il processo associato a un evento; potrebbe invece essere ragionevole "mettere in pausa" (sospenderlo).

es. macchina soggetta a guasti.