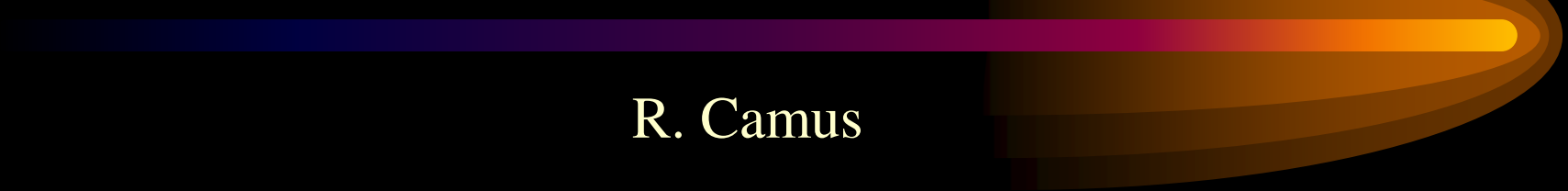


Progetto di impianti semaforici - 5

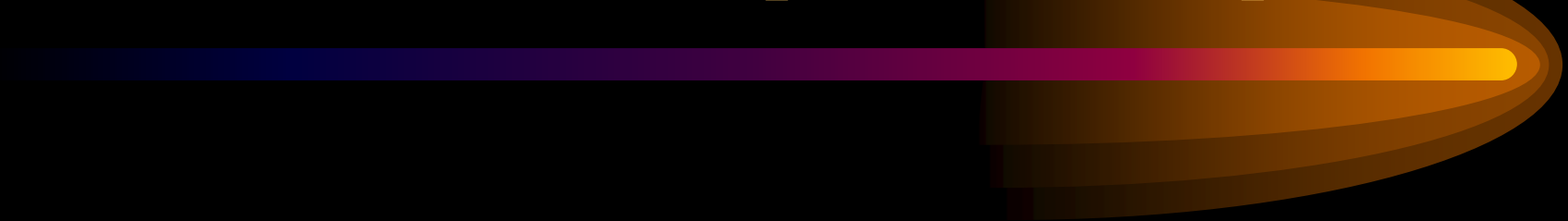


R. Camus

Progettazione assistita da
calcolatore:

calcolo del piano semaforico
ottimo

Intersezioni semplici e complesse



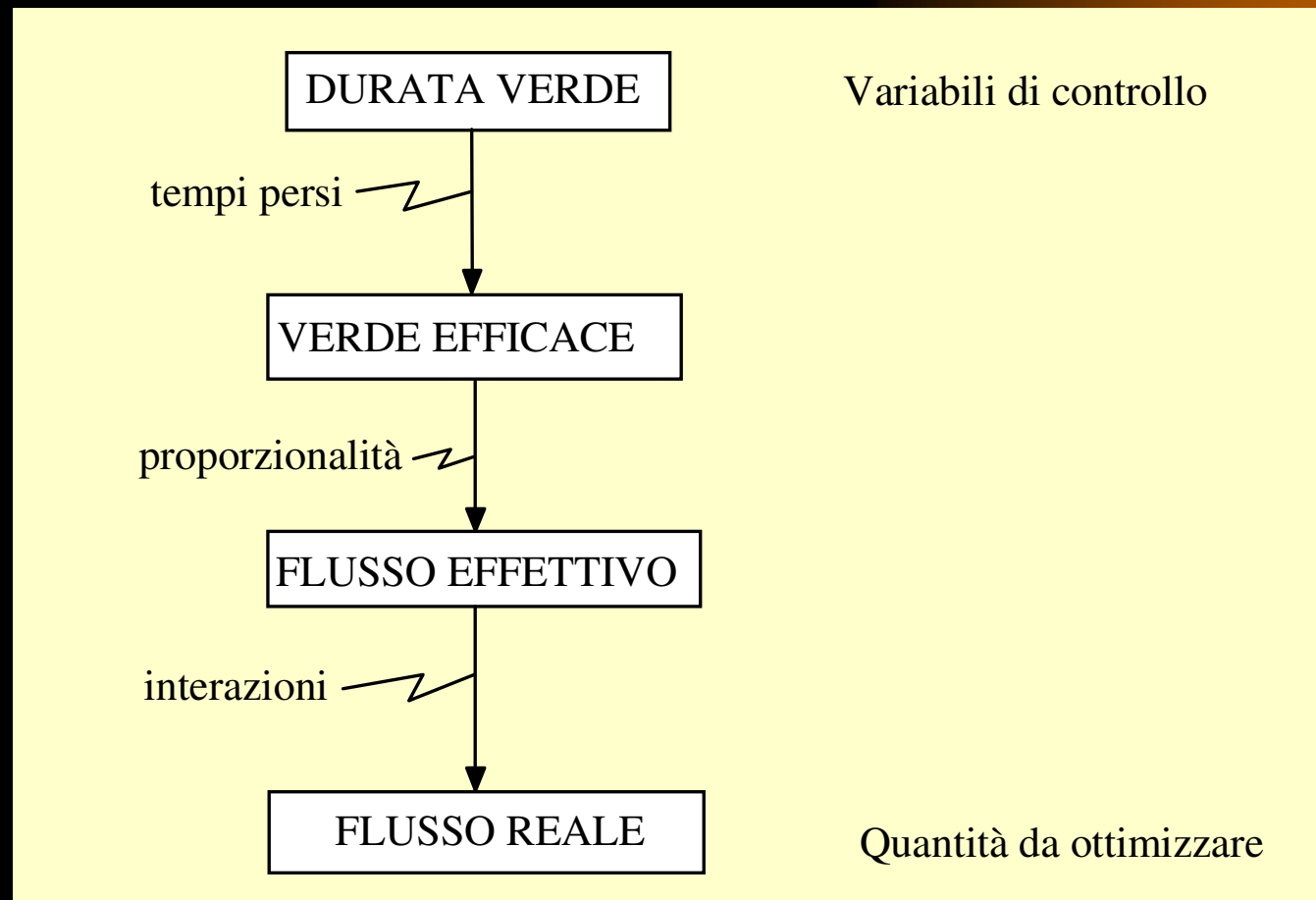
- INTERSEZIONI NORMALI

Il flusso massimo che può attraversare la linea di attestamento di ciascun segnale è proporzionale al tempo di verde effettivo del segnale stesso.

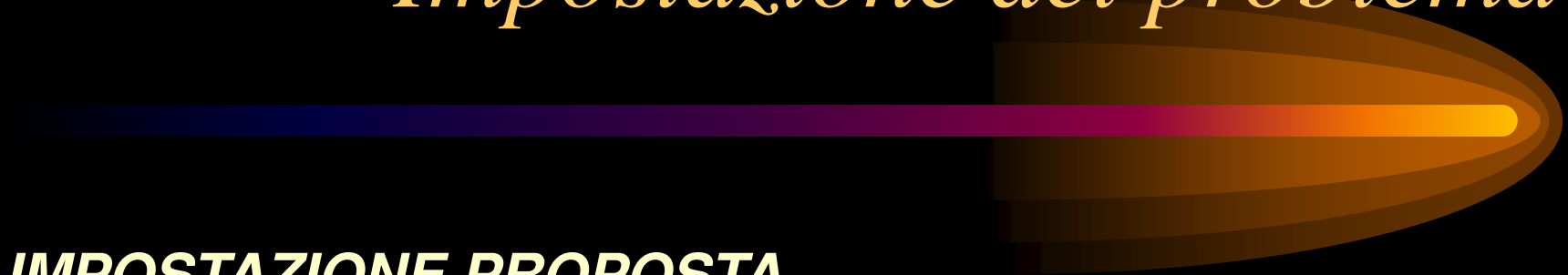
- INTERSEZIONI COMPLESSE

Il flusso massimo che può attraversare la linea di attestamento di ciascun segnale può dipendere anche dal tempo di verde di altri segnali dell'intersezione.

Relazioni tra durata verde e flusso



Impostazione del problema



IMPOSTAZIONE PROPOSTA

introduzione di vincoli per eliminare le interazioni ed a garantire la stabilità interna:

vincoli di stabilità interna: la durata del verde dei segnali interni deve essere non inferiore a quella necessaria per smaltire il flusso in arrivo

vincoli di disaccoppiamento: la coda in corrispondenza a segnali interni non deve superare la capacità di accumulo.

Impostazione del problema 2



CONSEGUENZE

il flusso reale coincide con quello effettivo

le quantità da ottimizzare sono legate alle variabili di controllo da relazioni lineari

Dati del problema

K	insieme dei segnali dell'intersezione
$I \subset K$	insieme dei segnali di ingresso
s_k	flusso di saturazione del segnale $k \in K$ (veic./h)
f_i	flusso entrante nel segnale $i \in I$ (veic./h)
$\alpha_{i,k}$	percentuale del flusso entrante f_i diretta verso il segnale $k \in K-I$
q_k	coda massima ammissibile sul segnale $k \in K-I$ (m)
$l_{j,k}$	distanza fra due segnali $j, k \in K$ lungo un possibile percorso veicolare (m)

Dati del problema 2

$v_{j,k}$	velocità media lungo il percorso che collega j a k (km/h)
r_k	durata minima del rosso del segnale $k \in K$ (sec.)
C	Durata del ciclo (sec.)
$[c_{j,k}]$	Matrice dei tempi di sicurezza

Valori calcolati

tempo di percorrenza del percorso che collega i segnali j e k (sec.)

$$t_{j,k} = l_{j,k} / v_{j,k}$$

durata massima del verde del segnale $k \in K$ (sec.)

$$d_k^M = C - r_k$$

durata minima del verde del segnale $k \in K$ (sec.)

$$d_k^m = \frac{C}{S_k} \cdot \sum_{i \in I} \alpha_{i,k} \cdot f_i \quad (\text{stabilità relativa})$$

$$d_k^m = \frac{C}{S_k} \cdot \sum_{i \in I} \alpha_{i,k} \cdot s_i \cdot d_i \quad (\text{stabilità assoluta})$$



Variabili

$\mathbf{e_k}$ istante di fine del verde del segnale $k \in K$
(sec.) all'interno del ciclo C

$\mathbf{d_k}$ durata del verde del segnale $k \in K$ (sec.)

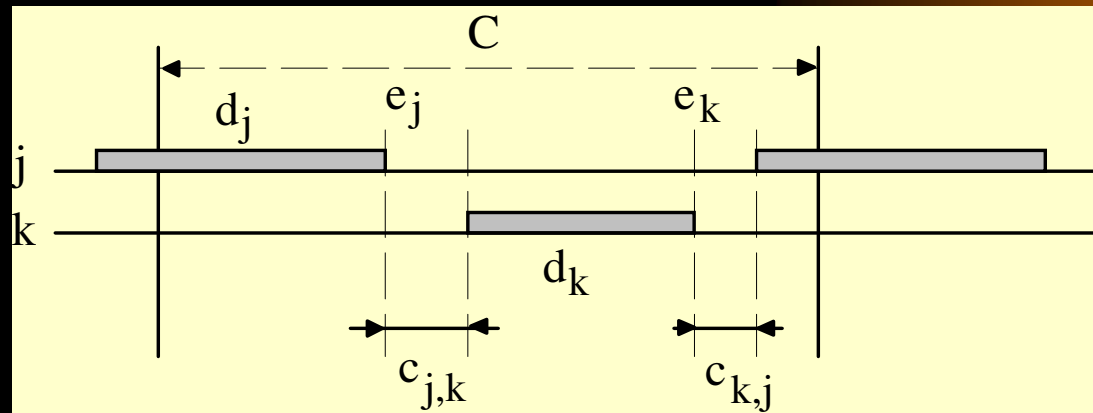
Vincoli di durata



per ogni segnale $k \in K$ deve essere:

$$d_k^m \leq d_k \leq d_k^M$$

Vincoli di conflitto



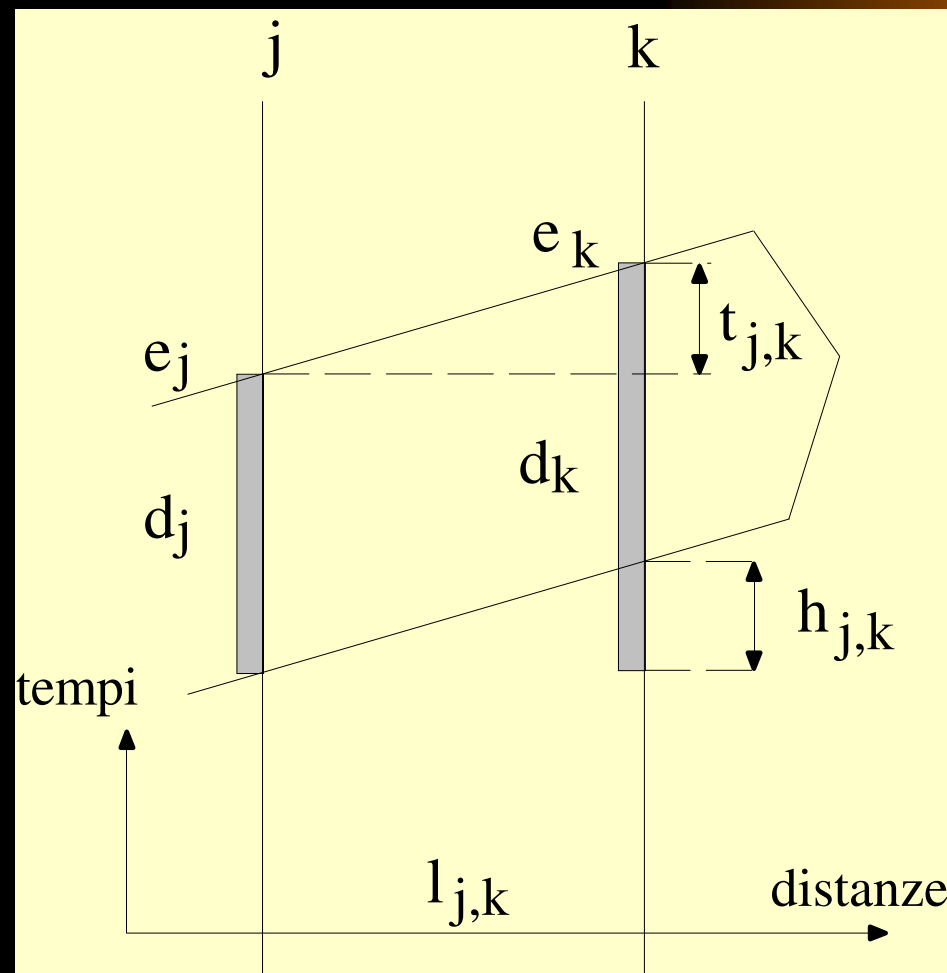
per ogni coppia di segnali nemici $j, k \in K$ devono essere soddisfatte le due relazioni

$$\begin{aligned} e_k - d_k - e_j + a_{k,j} \cdot C &\geq c_{j,k} \\ e_j - d_j - e_k + (1 - a_{k,j}) \cdot C &\geq c_{k,j} \end{aligned}$$

avendo introdotto la variabile binaria $a_{k,j}$

$$a_{k,j} = \begin{cases} 0 & \text{se } e_k > e_j \\ 1 & \text{se } e_k < e_j \end{cases}$$

Vincoli di coordinamento 1



Vincoli di coordinamento 2

$$e_k - e_j + b_{j,k} \cdot C \geq t_{j,k}$$

$$(e_k - d_k) - (e_j - d_j) + b_{j,k} \cdot C \leq t_{j,k} - h_{j,k}$$

con

$$b_{j,k} = \begin{cases} 0 & \text{se } e_k > e_j \\ 1 & \text{se } e_k < e_j \end{cases}$$

$h_{i,k}$ tempo necessario a smaltire la coda di veicoli
provenienti da altri segnali

Funzione obiettivo 1



Si può scegliere una funzione obiettivo che consente di:

- massimizzare le durate dei verdi

- ripartire il tempo di verde (per quanto possibile)
proporzionalmente ai flussi

- variare i pesi dei singoli segnali

Funzione obiettivo 2

$$\Psi = \beta \cdot \sum_{k \in K} w_k \cdot d_k + \gamma \cdot F$$

dove:

w_k, β, γ

sono opportuni coefficienti di peso

F

e' una variabile reale che consente di ottenere la ripartizione proporzionale sulla base di ulteriori vincoli aventi la forma seguente:

$$d_i - C \cdot \frac{f_i}{s_i} \cdot F \geq 0 \quad i \in I$$