

Progetto di impianti semaforici

R. Camus



Criteri per l'introduzione della regolazione semaforica



- **Sicurezza**
 - rilevazione incidenti
 -
- **Capacità**
 - valutazione di diverse alternative
 -

Altri obiettivi della regolazione semaforica



- contenere i tempi medi di attesa
- evitare l'insorgere di condizioni di blocco
- ridurre la lunghezza delle code evitando l'interferenza con intersezioni a monte (spill-back)
- dare precedenza a particolari classi di utenti, (bus, pedoni,..)
- contenere il consumo di carburante e le emissioni di inquinanti

Elementi costituenti un'intersezione semaforizzata



- Elementi geometrici
- Utenti e relativi movimenti
- Dispositivi di regolazione

Definizioni relative agli elementi geometrici - 1

- *Area di intersezione*: parte dell'intersezione dove si intersecano due o più correnti di traffico
- *ramo di intersezione*: tratto di strada afferente una intersezione
- *carreggiata*: parte della strada destinata allo scorrimento dei veicoli
- *corsia*: parte longitudinale della strada di larghezza atta al transito di una sola fila di veicoli

Definizioni relative agli elementi geometrici - 2

- *corsia riservata*: corsia destinata alla circolazione esclusiva di una o di alcune categorie di veicoli
- *canalizzazione*: insieme di apprestamenti per selezionare le correnti di traffico per guidarle in determinate direzioni
- *Attestamento*: insieme di corsie, a monte della linea di arresto, che permettono ai veicoli di attraversare l'intersezione, effettuando tutte le manovre consentite

Definizioni relative agli elementi geometrici - 3



- *Attestamenti*
 - *esterni (accessi)* : tratti di strada che provengono da altre intersezioni
 - *interni*: sono alimentati da veicoli provenienti da altri attestamenti (esterni o interni) appartenenti all'intersezione in esame

Definizioni relative agli elementi geometrici - 4



- *Manovre*: corrispondono alle possibili direzioni che si possono seguire nell'attraversamento dell'intersezione
- *Gruppo di corsie*: insieme di corsie che consente di effettuare un sottoinsieme delle manovre ammissibili (un gruppo di corsie è controllato da un unico segnale semaforico).

Definizioni relative al movimento degli utenti - 1



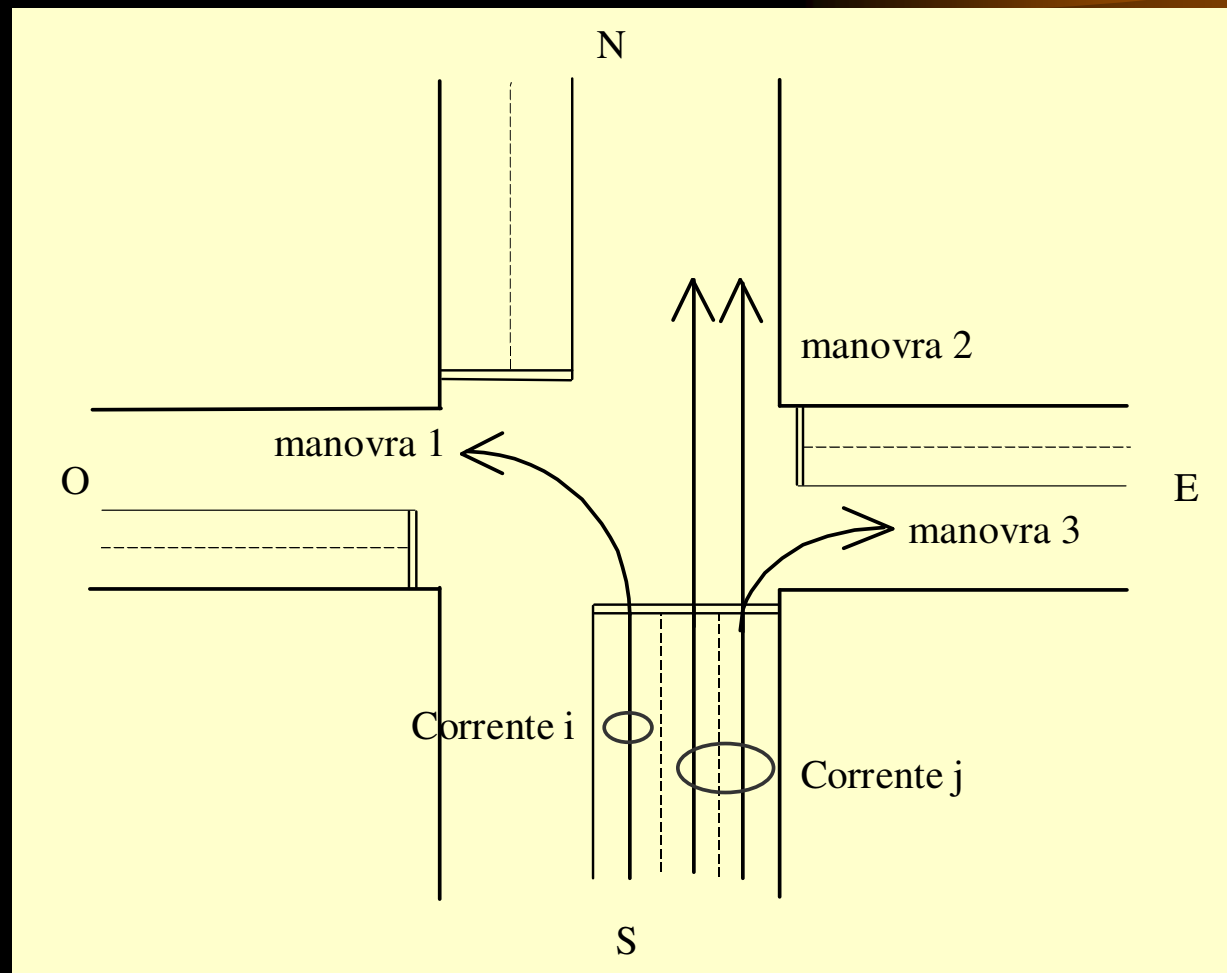
- *Corrente*: insieme di tutti gli utenti (veicoli, pedoni, ecc.) che effettuano le manovre di un gruppo di corsie (ogni corrente è controllata da un unico segnale semaforico)
 - *correnti compatibili* se possono attraversare contemporaneamente l'intersezione in condizioni di sicurezza
 - *correnti incompatibili* in caso contrario

Definizioni relative al movimento degli utenti - 2



- *Flusso*: numero di veicoli di una corrente che attraversano una sezione nell'unità di tempo (veicoli/secondo - veicoli/ora)
- *Flusso di saturazione*: flusso massimo che può attraversare a regime la linea d'arresto del gruppo di corsie appartenenti alla corrente, in presenza di coda continua

Esempio di attestamenti, correnti e manovre



Definizioni relative alla regolazione - 1



- *Lanterne semaforiche*: segnali luminosi (art. 41 del Nuovo Codice della Strada e artt. 158,159,160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167 del Regolamento)
- *Segnale semaforico*: insieme di lanterne semaforiche, costituito da una o più lanterne collegate fisicamente in parallelo, che controlla un'unica corrente (ad esempio un attraversamento pedonale o una corrente veicolare)

Definizioni relative alla regolazione - 2



- *gruppo di segnali*: insieme di uno o più segnali semaforici collegati fisicamente in parallelo

Definizioni relative alla regolazione - 3

- *Ciclo semaforico*: una sequenza di indicazioni semaforiche, alla fine della quale si ripresenta la medesima configurazione di luci esistente all'inizio della sequenza stessa. Una sequenza si dice completa se garantisce la via libera almeno una volta a tutte le correnti che impegnano l'intersezione. In genere per ciclo semaforico si intende una sequenza completa

Definizioni relative alla regolazione - 4

- *durata del ciclo semaforico (C)*: intervallo di tempo necessario per completare un ciclo semaforico (secondi)
- *fase*: parte di un ciclo in cui viene dato il verde ai segnali di un insieme di correnti mutuamente compatibili. Una fase è completa se non è possibile aggiungervi ulteriori correnti compatibili con quelle già incluse

Definizioni relative alla regolazione - 5



- *Durata di una fase*: intervallo di tempo in cui è assegnato il verde a *tutti* i segnali della fase (secondi)
- *Transizione di fase*: passaggio da una fase ad un'altra (caratterizzata dal tempo fra l'istante in cui commuta al rosso il primo segnale della fase uscente e quello in cui commuta al verde l'ultimo segnale della fase entrante)

Definizioni relative alla regolazione - 6

- *Struttura di un piano semaforico*: successione ordinata di fasi e delle relative transizioni di fase (per realizzare un ciclo completo è necessario che ogni corrente abbia il verde in almeno una fase della struttura)
- *piano semaforico*: insieme delle informazioni necessarie a descrivere compiutamente sia la durata del ciclo semaforico sia gli istanti di accensione e di spegnimento dei singoli segnali.

Caratteristiche geometriche - 1



- Planimetrie
 - scala $(1:200) \div (1:500)$
 - indicazione attestamenti, corsie, segnaletica orizzontale e verticale, posizione dei segnali e relativa numerazione.
 - Ciascuna lanterna va indicata con il numero di segnale di riferimento, seguito dal numero d'ordine della lanterna (ad esempio: segnale 5, lanterne 5.1, 5.2,...)

Caratteristiche geometriche - 2

- Planimetrie (cont.)
 - segnali che controllano correnti diverse vanno indicati con numeri diversi
 - le correnti di traffico vanno indicate con il numero utilizzato per il segnale che le controlla
 - Qualora l'intersezione faccia parte di una rete semaforizzata è opportuno che sia prevista una tavola di inquadramento dell'intersezione stessa nella rete (scala non superiore a 1:2000)

Caratteristiche geometriche - 3



- Planimetrie (cont.)
 - elementi ricavabili per l'analisi funzionale sono, per ogni gruppo di corsie:
 - n_c numero di corsie;
 - w_c larghezza media delle corsie;
 - l_c lunghezza delle corsie.

Caratteristiche geometriche - 4



- Altri elementi geometrici
 - la pendenza delle zone di attestamento (p%);
 - la zona in cui si colloca l'intersezione (zona centrale, commerciale, esterna, ecc.)
 - la presenza di parcheggio o di fermate di mezzi pubblici.

Elementi di base

Caratteristiche di traffico - 1

- Autovetture equivalenti

Tipo veicolo	Ae
Autovetture	1,00
Veicoli pesanti	2,00
Autobus	2,00
V.pesanti con rimorvchio/Tram	2,50
Motocicli	0.33
Biciclette	0.20

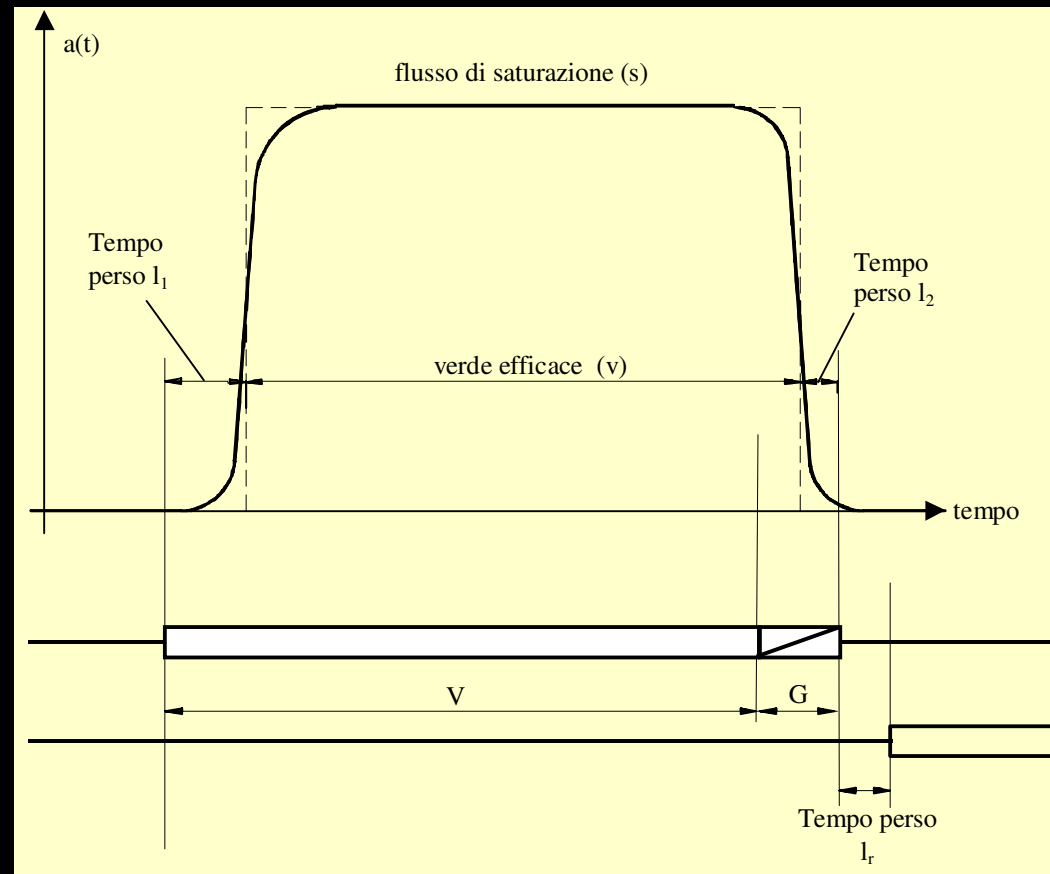
Caratteristiche di traffico - 2

- Flusso
 - Per tenere conto della composizione veicolare della corrente, considerando le autovetture equivalenti, il flusso si esprime con la:

$$f = \sum_i (f_i \cdot A e_i)$$

Caratteristiche di traffico - 3

- Flusso di saturazione



Caratteristiche di regolazione - 1



- Segnali semaforici
 - è conveniente identificare ciascun segnale con un numero (o con una stringa alfanumerica)
 - è opportuno che la numerazione consenta di individuare semplicemente il tipo di corrente controllata dal segnale: ad esempio si possono riservare alcune numerazioni per i segnali veicolari, altre per quelli pedonali, altre ancora per velocipedi, ecc.

Caratteristiche di regolazione - 2



- Segnali semaforici (cont.)
 - E' in genere consigliabile (spesso necessario) individuare con numeri diversi i segnali che controllano correnti distinte, anche se questi segnali vengono connessi fisicamente in parallelo sulla stessa uscita di potenza del regolatore semaforico.

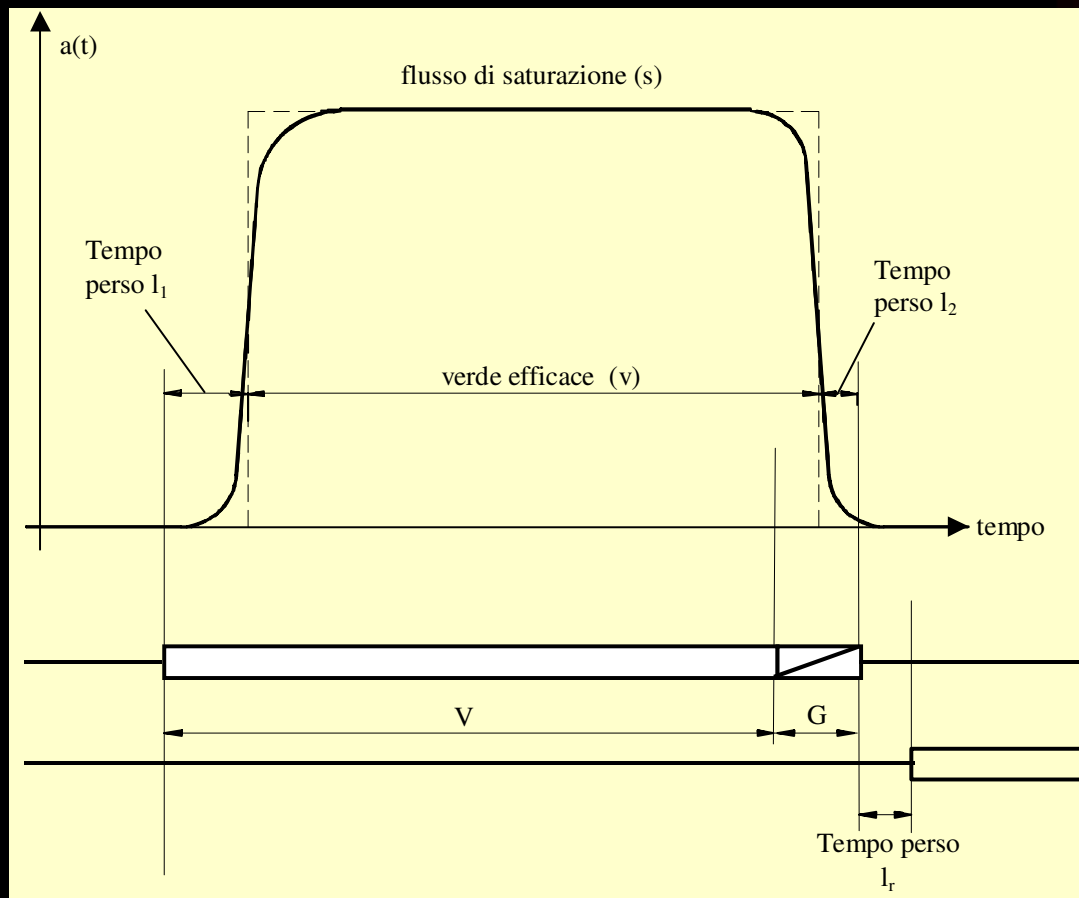
Caratteristiche di regolazione - 3



- Gruppi di segnali
 - i gruppi di segnali (più segnali in parallelo) sono pilotati dalle uscite di potenza dei regolatori. Conviene pertanto numerare i gruppi in sequenza utilizzando la stessa numerazione delle uscite di potenza.

Caratteristiche di regolazione - 4

- Verde efficace



$$v_k = \frac{1}{s} \int_0^{V+G} a(t) \cdot dt$$

Caratteristiche di regolazione - 5

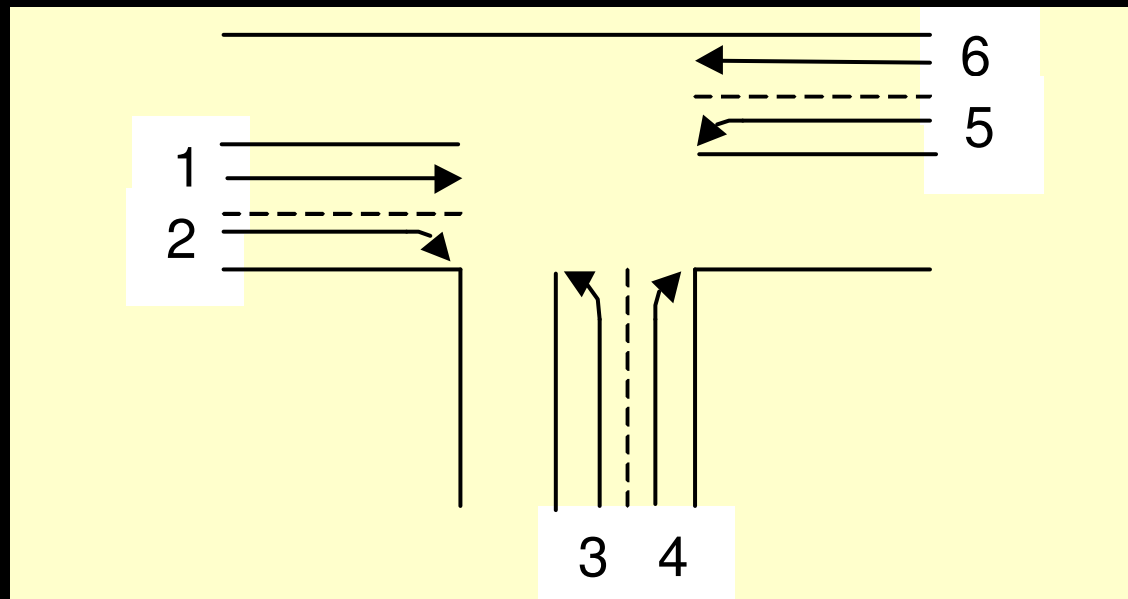


- Tempi persi:
 - transitorio di avviamento della coda all'inizio del verde (l_1)
 - transitorio di uscita alla fine del verde e durante il giallo (l_2)
 - tempo di tutto rosso fra la fine del giallo e l'inizio del verde della fase successiva (l_r)

$$l = l_1 + l_2 = V + G - v$$

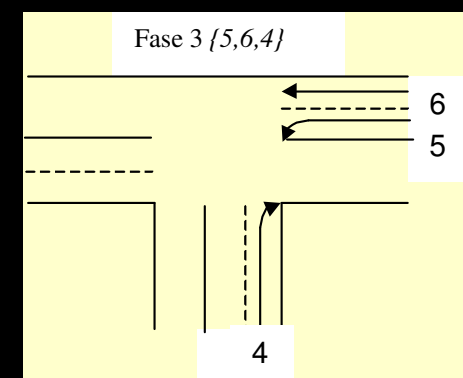
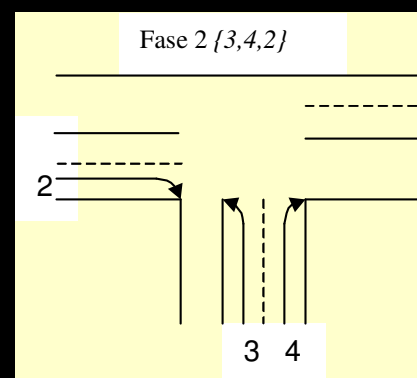
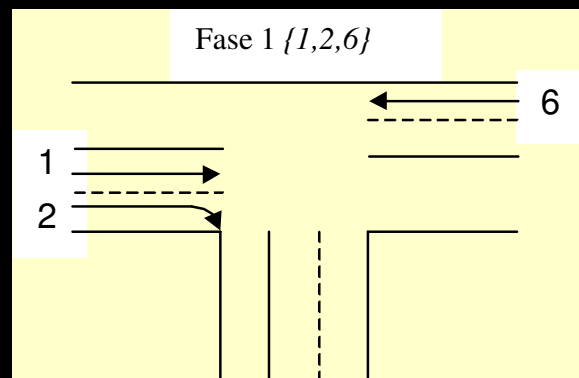
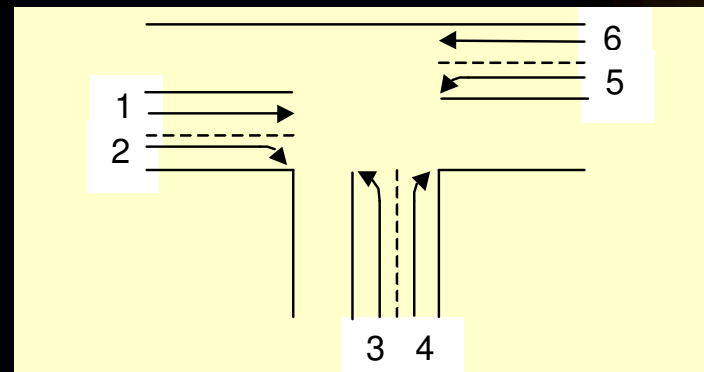
Caratteristiche di regolazione - 6

- Correnti compatibili (1,2), (1,6), (2,3), (2,4), (2,6), (3,4), (4,5), (4,6)
- Correnti incompatibili (1,3), (1,4), (1,5), (3,5), (3,6), (5,2)



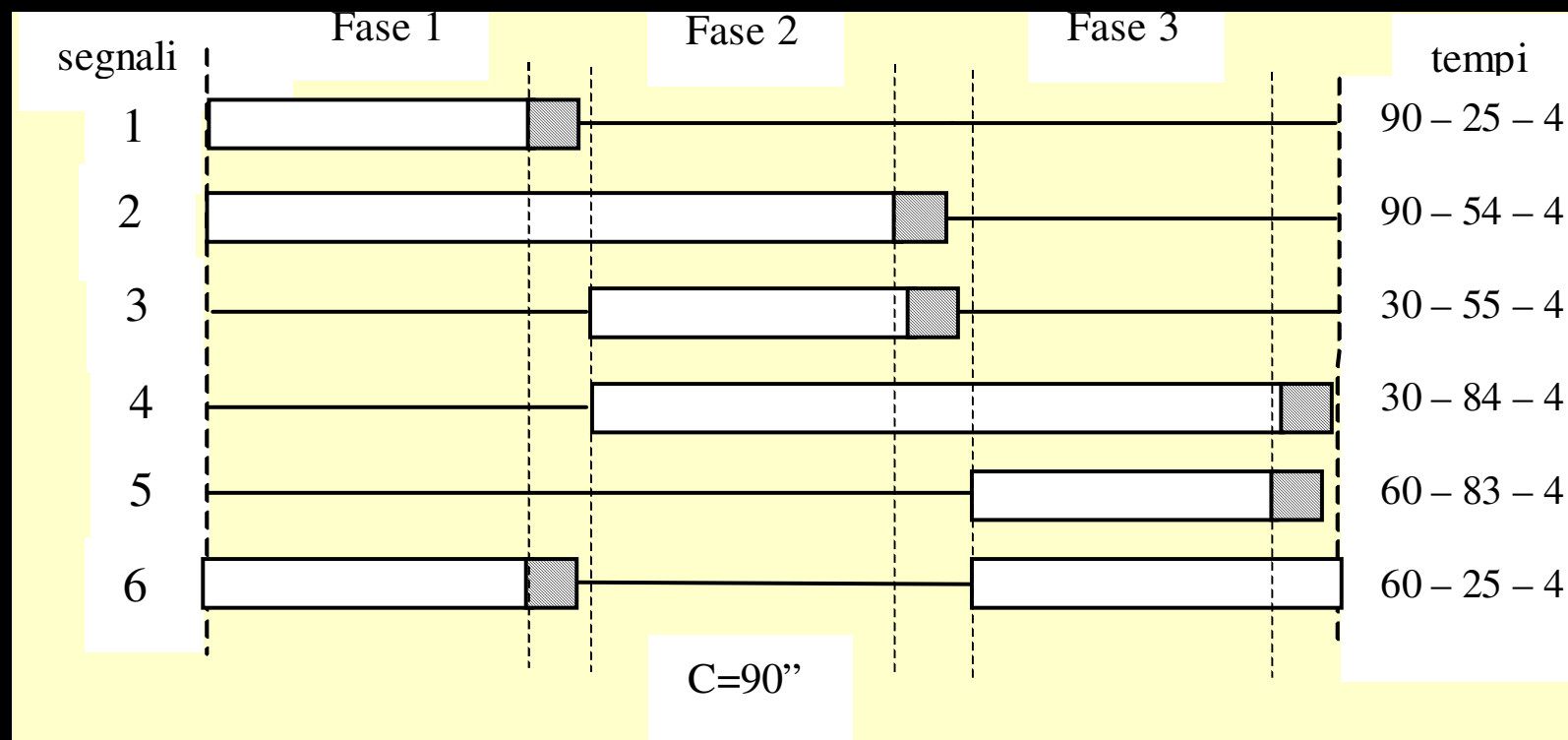
Caratteristiche di regolazione - 7

- Fasi



Caratteristiche di regolazione - 8

- Piano semaforico



Elementi di base

Classificazione delle intersezioni



{
 isolate
 interdipendenti

{
 semplici
 complesse

Elementi di base

Modalità di controllo - 1



- Controllo di intersezioni isolate
- Controllo di intersezioni interdipendenti

Modalità di controllo - 2



- Intersezioni isolate
 - Controllo manuale
 - Controllo a tempi fissi
 - controllo attuato dal traffico
 - controllo semi-attuato
 - controllo a selezione di piano
 - controllo a formazione di piano

Elementi di base

Modalità di controllo - 3

- Intersezioni interdipendenti
 - Controllo coordinato a selezione di piano
 - Controllo coordinato a formazione di piano

Elementi di base

Modalità di gestione dei piani



controllo sequenziale

controllo a moduli di fase

controllo a gruppi di segnale

Elementi di base

Controllo sequenziale

