

SINTAC

Nella ricerca "Metodologia per il progetto della regolazione semaforica in reti urbane", svolta nell'ambito della Convenzione quadro stipulata tra l'ATAC S.p.A. ed il Dipartimento Idraulica, Trasporti e Strade dell'Università Sapienza di Roma, è stato sviluppato un nuovo modello per la regolazione delle arterie sincronizzate ed è stato realizzato un software per l'esecuzione degli algoritmi di calcolo sviluppati per la progettazione della regolazione, denominato SINTAC (Sincronizzazione del Traffico per l'ATAC).

La procedura di progetto della regolazione è stata basata sulla seguente serie di operazioni:

1. analisi dello stato dell'arte delle principali alternative tecnologiche per la regolazione semaforica delle reti urbane;
2. analisi dello stato dell'arte dei metodi di regolazione semaforica a tempo fisso, a selezione di piano e a generazione di piano, per le arterie e le reti;
3. confronto di diversi metodi di sincronizzazione di arterie stradali finalizzati alla minimizzazione del ritardo globale, scelta del metodo più appropriato e studio delle possibilità di estensione alla regolazione di rete;
4. studio e sviluppo di un'interfaccia per la simulazione degli algoritmi di regolazione applicativi di SINTAC;
5. applicazione in simulazione ad un caso reale (tratto urbano di Via Tiburtina da Via di Portonaccio a Piazza Santa Maria del Soccorso) di metodi innovativi di massimizzazione della banda di verde e di metodi per la minimizzazione dei tempi di percorrenza.

SINTAC è uno strumento matematico ed informatico per l'analisi e la progettazione delle arterie urbane semaforizzate.

L'approccio seguito integra i due approcci tradizionali alla sincronizzazione semaforica, quello dell'onda verde e quello relativo alla minimizzazione dei ritardi. Per entrambi i problemi di ottimizzazione sono stati utilizzati algoritmi specificatamente sviluppati dal gruppo ITS della sapienza. In particolare per la massima banda è stato utilizzato un algoritmo basato sui sistemi equivalenti, per la minimizzazione un metodo di risoluzione ibrido che applica in serie un algoritmo genetico e un algoritmo di hill climbing.

Il software è stato realizzato con due ambienti di sviluppo:

- Microsoft Visual Studio 2005.
- Matlab 7.5 R2007b.

Uno schema della divisione in moduli del software è rappresentato nella figura seguente.

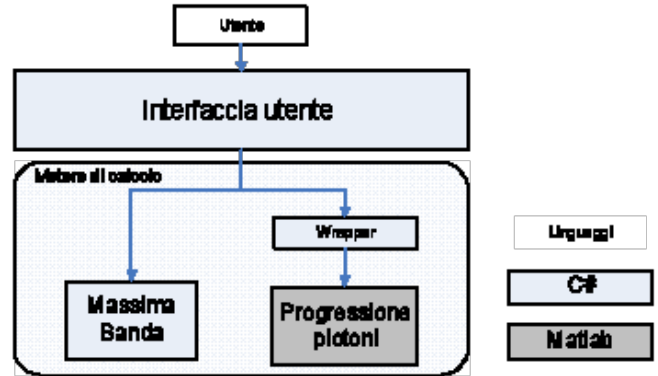


Figura 1 Schema della divisione in moduli del software.

L'interfaccia per l'immissione dei dati è strutturata a schede in linea con le ultime specifiche rilasciate dalla Microsoft.

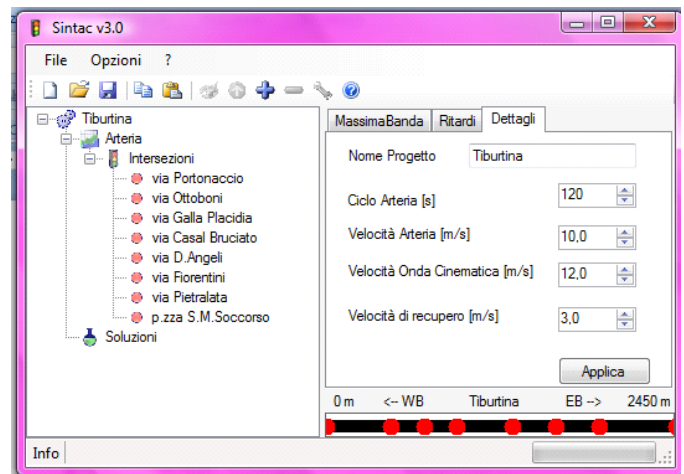


Figura 2 Scheda dettagli per impostare i dati di input o visualizzare i dati di output.

Nella scheda *Dettagli* dell'arteria è possibile selezionare:

- Il ciclo di sincronizzazione dell'arteria.
- La velocità media dell'arteria.
- La velocità media dell'onda cinematica.
- La velocità di recupero dei plotoni.

La scheda *Ritardi* permette il calcolo del ritardo di una qualsiasi configurazione semaforica (in particolare quella attuale) e consente di impostare l'ottimizzazione semaforica secondo il criterio di minimo ritardo.

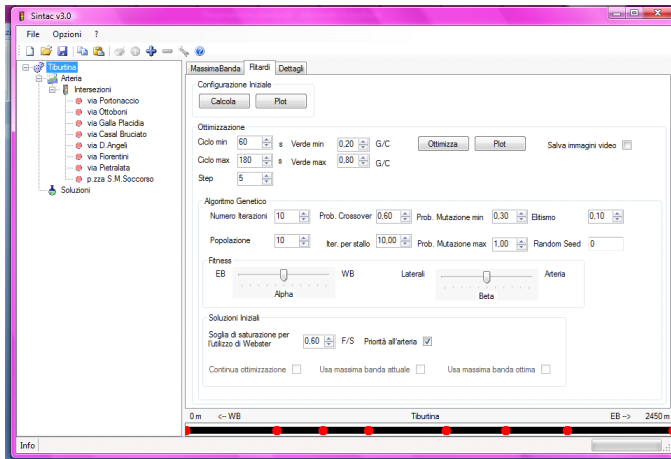


Figura 3 Scheda Ritardi.

La scheda *Massima Banda* permette il calcolo della banda con una qualunque configurazione di verdi e di cicli (in particolare quelle attuali) e consente l'ottimizzazione semaforica secondo il criterio di onda verde.

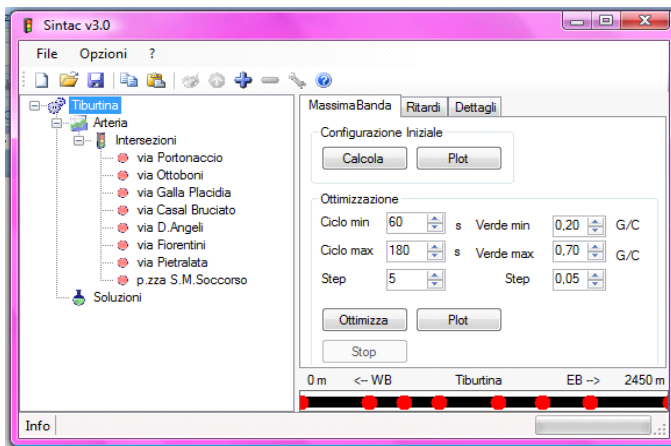


Figura 4 Scheda Massima Banda.

Al termine delle procedure di ottimizzazione è possibile visualizzare i risultati in forma numerica e grafica.

La figura seguente mostra le finestre degli output numerici del metodo di massima banda.

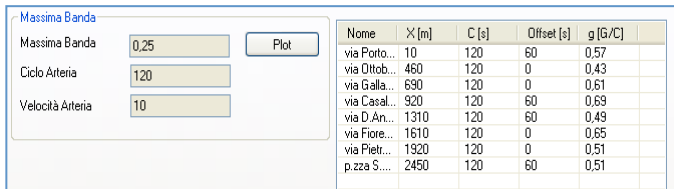


Figura 5 Output numerici per il metodo di Massima Banda.

Analogamente è possibile visualizzare anche i risultati dell'ottimizzazione secondo il criterio di minimo ritardo, come illustrato nella figura seguente.

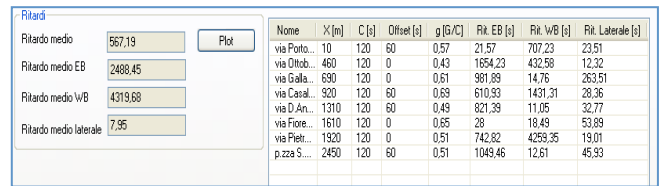


Figura 6 Output numerici per il metodo di Minimizzazione dei Ritardi.

Per ogni soluzione è possibile visualizzare un output di tipo grafico. Per la massima banda vengono visualizzati, nel piano spazio-temporale, i tempi di rosso effettivo in ciascuna intersezione reale e le progressioni delle bande di verde nei due sensi (figura seguente).

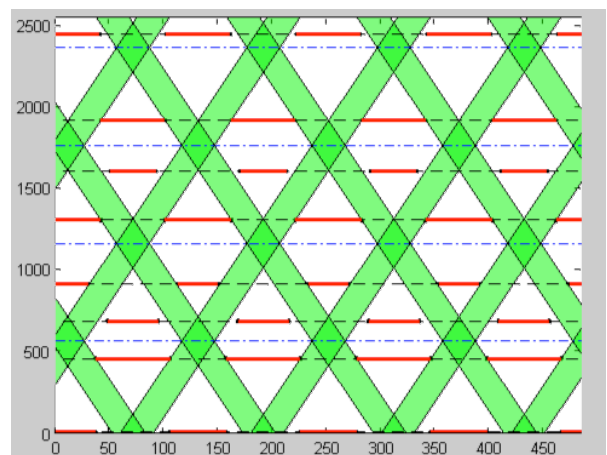


Figura 7 Tempi di rosso effettivo e progressioni delle bande di verde nei due sensi.

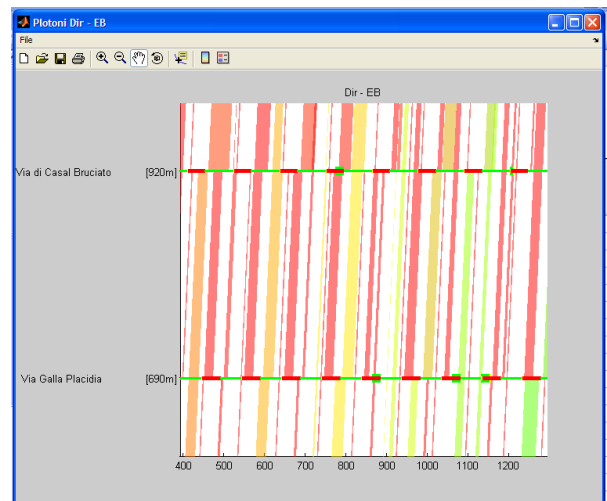


Figura 8 Progressione dei plotoni in direzioni EB dell'arteria.

Per le soluzioni di minimo ritardo, in due grafici prodotti automaticamente dal programma viene visualizzata la progressione dei plotoni in ciascuna delle due direzioni dell'arteria. Il colore dei plotoni permette di distinguerli durante la progressione.

SINTAC BUS

La ricerca "Procedura per il progetto di un sistema di regolazione preferenziale del trasporto pubblico sulle arterie stradali urbane" è stata finalizzata ad affrontare in maniera sistematica il progetto della regolazione di un sistema di arterie percorse dalle linee principali del trasporto pubblico ed a fornire uno strumento di ausilio per la progettazione della regolazione semaforica delle arterie con preferenziamento per il trasporto pubblico.

In particolare, sono stati svolti i seguenti argomenti:

- Metodologia e criteri di gestione preferenziale del trasporto pubblico di superficie:
 - Criteri di individuazione e dimensionamento delle corsie preferenziali;
 - Organizzazione delle aree di incrocio:
 - *bus advanced area*;
 - *virtual bus lane*;
 - altri sistemi organizzativi.
- Sincronizzazione semaforica ottimizzata con priorità al trasporto pubblico:
 - sistemi di preferenziamento a chiamata;
 - sistemi di sincronizzazione semaforica con determinazione delle progressioni di plotoni di veicoli adibiti al trasporto collettivo.

Il software sviluppato nel corso del progetto di ricerca rappresenta una versione avanzata del software SINTAC, aggiornato ed esteso per rappresentare il movimento degli autobus lungo l'arteria e ottimizzare le modalità di regolazione semaforica e preferenziamento. In particolare, la priorità al trasporto pubblico avviene attraverso le tecniche di anticipo del verde o di prolungamento del verde, la cui attuazione avviene in base alle seguenti regole di priorità:

- Regola FIFO
- Numero di passeggeri a bordo
- Rispetto della tabella oraria
- Priorità ad una data linea

La formulazione del problema è abbastanza generale da consentire di prendere in considerazione simultaneamente tutti e

quattro i criteri, pesandoli con un peso scelto dall'utente in funzione degli obiettivi della progettazione.

Rispetto alla versione base del software SINTAC, l'interfaccia è stata aggiornata in SINTAC BUS con la scheda *Progetto*, in cui è possibile inserire alcuni parametri generali del progetto di base, come è possibile vedere nella seguente figura.

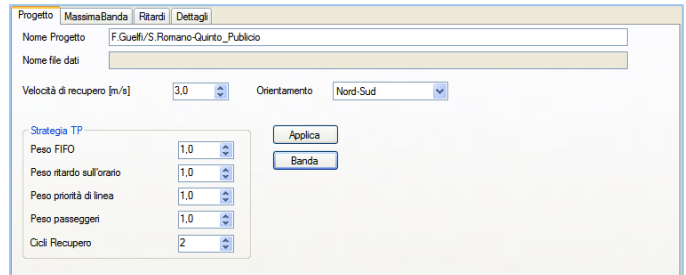


Figura 9 Scheda Progetto.

Nella scheda dettagli è possibile visualizzare e inserire tutte le caratteristiche rilevanti di ciascuna fermata e di ogni linea.

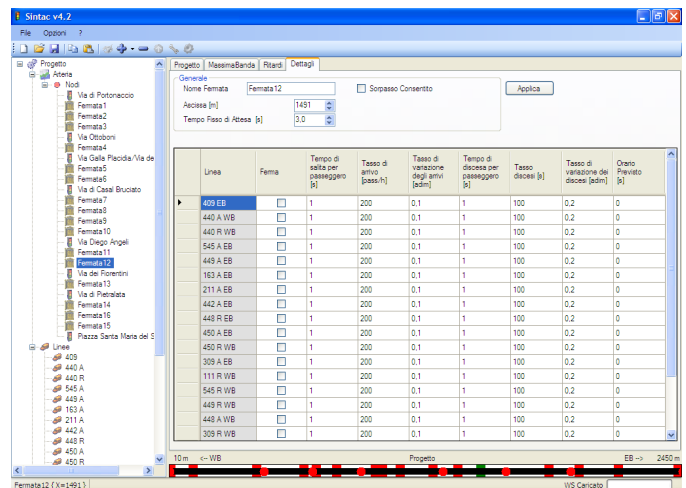


Figura 10 Scheda dei dettagli delle fermate.

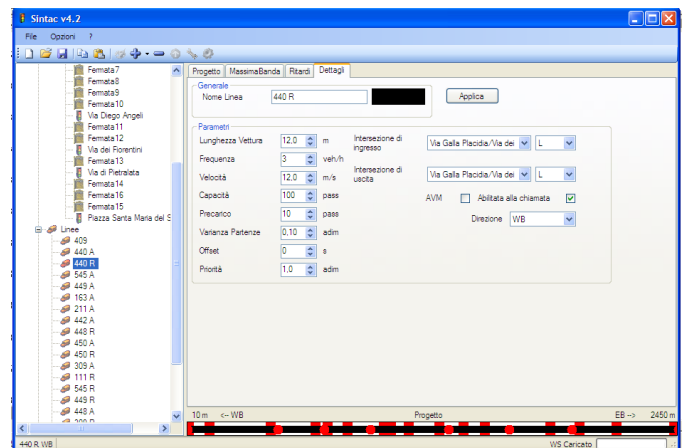


Figura 11 Scheda dei dettagli delle linee.

Oltre agli output già previsti in SINTAC è possibile calcolare e visualizzare il ritardo e le traiettorie dei diversi autobus che percorrono l'arteria, come si può vedere nelle figure seguenti.

| Ritardi | | | | | | | |
|---------------------|------------|------------|------------|------------|----------------|---------------|--------------|
| Ritardo Arteria | 892531,41 | Ritardo NB | 182852,61 | Ritardo SB | 709678,8 | Plot | |
| Ritardo Laterale | 2309569,54 | | | | | Salva | |
| Ritardo Pubblico | 35457,31 | Ritardo NB | 22306,88 | Ritardo SB | 13150,44 | Salva Plotoni | |
| | | | | | | Banda | |
| Nome | X [m] | C [s] | Offset [s] | g [G/C] | Rit. Art. [s] | Rit. Lat. [s] | Rit. Bus [s] |
| S. Romano/F. Gueffi | 100 | 136 | 4 | 0,47-0,47 | 59,35 - 26,24 | 1289,11 | 0 - 0 |
| Pedonale_Mazzo... | 190 | 136 | 0 | 0,64-0,64 | 8,2 - 1,53 | 0 | 3,78 - 0 |
| Salvoil/F. Serafini | 312 | 136 | 4 | 0,51-0,51 | 1,46 - 6,47 | 27,28 | 9,28 - 0 |
| Pedonale_Civico... | 408 | 136 | 0 | 0,64-0,64 | 2,32 - 0,91 | 0 | 5,06 - 2,2 |
| Chiovenda | 492 | 136 | 0 | 0,54-0,44 | 6,95 - 26 | 30,69 | 4,86 - 10,64 |
| Pedonale_Ottato | 702 | 136 | 0 | 0,64-0,64 | 7,71 - 1,03 | 0 | 0 - 4,45 |
| Quinto Pubblico | 828 | 136 | 4 | 0,37-0,37 | 49,31 - 386,03 | 22,45 | 17,91 - 8,08 |

Figura 12 Output numerici per il metodo di Minimizzazione dei Ritardi.

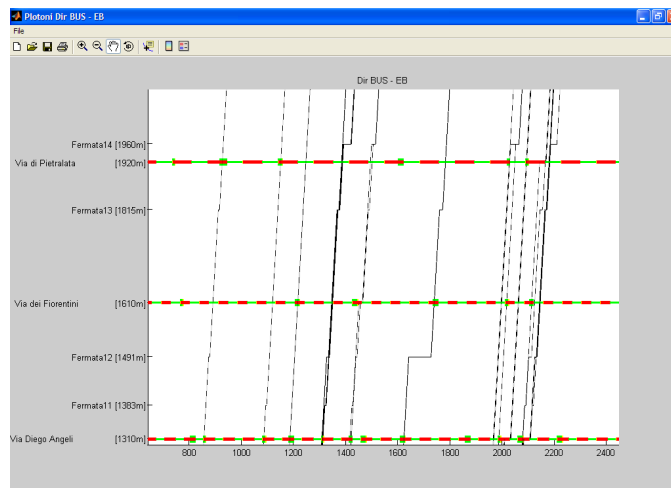


Figura 13 Traiettorie dei diversi autobus che percorrono l'arteria.

Riferimenti bibliografici

G.Fusco, C. Colombaroni, A. Gemma. Design Problem of Traffic Signal Synchronization with Bus Priority. Paper presented at Tristan VII International Symposium, Tromso, Norway, 20-25 June 2010.

C. Colombaroni, G.Fusco, A. Gemma, A Model and an Algorithm for Signal Synchronization and Bus Priority on Urban Arteries. Int. Conf. "Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems", Aracne, 2010. ISBN: 978-88-548-3025-7.

C. Colombaroni, G.Fusco, A. Gemma. Optimization of Traffic Signals on Urban Arteries through a Platoon-Based Simulation Model, in Proc. of the 11th WSEAS Int. Conf. "Automatic Control, Modelling and Simulation", Istanbul, Turkey, published by WSEAS Press. ISBN: 978-960-474-082-6.

N.Papola, G.Fusco, Maximal Bandwidth Problems: a New Algorithm Based on the Properties of Periodicity of the System, Transportation Research-Part B, Vol.32, No.4, pp.277-288.