

## Proposta di soluzione della seconda prova del corso ABACUS

**autore: salvatore salzano**

*Il seguente testo rappresenta una possibile soluzione per la seconda traccia proposta all'esame di stato per l'istituto tecnico industriale sperimentale ABACUS.*

*La soluzione è stata sviluppata senza ricorrere a strumenti di cui gli studenti non potevano disporre durante lo svolgimento, pertanto contiene soluzioni non riferite a precisi prodotti commerciali che, più facilmente, avrebbero potuto risolvere la situazione descritta, ma ottenute applicando i concetti normalmente proposti in un triennio ABACUS.*

*Ovviamente questa è solo una delle possibili soluzioni. Sono ben accetti suggerimenti e critiche.*

*Il tempo impiegato da me per la soluzione è di quasi 5 ore, questo fa ritenere che verosimilmente pochi studenti possono aver completato, con questo dettaglio, la prova che, pur non essendo concettualmente molto difficile, è, a mio parere, piuttosto lunga per il tempo disponibile.*

*Io stesso ho dovuto tralasciare molte parti, limitandomi, in diversi casi, ad indicazioni di massima.*

### Indice generale

Ipotesi aggiuntive.....	2
Analisi del problema.....	3
Architettura del sistema.....	5
Sistemi di archiviazione.....	7
Dati gestiti dalla stazione di rilevamento.....	7
Dati gestiti dal server di gruppo.....	8
Dati inviati sul server FIA.....	9
Logica del software.....	10
SWPIC.....	10
SWFP.....	11
SWFA.....	11
SWFA.....	12
SWSRVGRP.....	12
Soluzione di emergenza.....	13

## ***Ipotesi aggiuntive***

Oltre a quanto descritto nella traccia, occorre formulare alcune altre ipotesi per meglio definire la situazione.

1. Trattandosi di una gara su strada si presume che le distanze in gioco rendano praticamente impossibile pensare a collegamenti via cavo tra le stazioni di rilevamento e il sistema di gestione del gruppo, che possono distare diverse decine di km. E' invece preferibile ipotizzare che ogni postazione di rilevamento sia una postazione autonoma in grado di connettersi ad Internet e dialogare con i server opportuni
2. Le 6 prove speciali possono essere intese sia come 6 differenti strade, ciascuna dotata di 5 postazioni di rilevamento, che come una unica strada, con le 5 postazioni di rilevamento, che viene percorsa 6 volte. In entrambi i casi l'architettura non dovrebbe cambiare, in quanto si tratta semplicemente di una variazione nel numero di postazioni. Qui ipotizzeremo 6 differenti percorsi.
3. Da quanto emerge dalla traccia, in particolare l'indicazione di utilizzare un sistema a fotocellule, si intuisce che le prove verranno svolte facendo percorrere il circuito ad un'auto per volta, altrimenti la presenza di più auto contemporaneamente sulla stessa pista potrebbe comportare problematiche, come i sorpassi, che potrebbero essere gestiti solo con altre tecnologie che consentano di individuare la vettura, ad esempio trasponder a bordo delle vetture
4. Le postazioni di rilevamento devono essere totalmente indipendenti dalla presenza di connessioni e di energia elettrica, pertanto è verosimile pensare a dispositivi portatili a basso consumo, magari con collegamento a pannelli solari per la ricarica, e chiavette HSDPA o simili per la connessione ad Internet
5. La precisione con la quale saranno rilevati i dati dipende dal sistema di riferimento utilizzato per il tempo. Siccome gli apparati saranno comunque connessi fra loro tramite rete Internet, è verosimile ritenere che i tempi di latenza siano tali da rendere vano ogni tentativo di ottenere precisioni paragonabili a quelle che si potrebbero ottenere con l'uso delle tecnologie che si utilizzano in circuito, dove la telemetria arriva a prestazioni nell'ordine del millesimo di secondo. In questo caso ha molto più senso sincronizzare tutte le postazioni su un orologio condiviso, tramite il protocollo NTP, e accontentarsi dell'ordine di misura del secondo

## **Analisi del problema**

Il problema proposto dalla traccia può essere schematicamente riassunto come segue:

- esistono delle stazioni di rilevamento collegate in rete locale ad un "server di gruppo" al quale inviano periodicamente dei dati contenenti un orario, con precisione al secondo.
- la rilevazione dei dati deve avvenire tramite un dispositivo ad hoc, ad esempio una scheda a microcontrollore che gestisce i dispositivi di rilevamento e invia i dati al PC (o dispositivo equivalente, come uno smartphone con Android o Iphone) di cui è dotata la propria postazione. Sono possibili anche altre soluzioni, come ad esempio utilizzare una scheda a microcontrollore su cui installare anche lo stack tcp/ip e consentire alla scheda stessa di connettersi ad internet, senza ricorrere all'intermediazione di un PC o equivalente, ma si tratta di soluzioni più complesse e meriterebbero di essere maggiormente approfondite, più di quanto si possa fare nel poco tempo a disposizione.

Sarebbe anche possibile mettere le fotocellule, tramite apposita scheda, sulla porta parallela, ma si tratterebbe di una soluzione piuttosto arcaica ed inoltre vincolerebbe all'esistenza della porta parallela sulla stazione di appoggio, cosa tutt'altro che scontata sui moderni PC portatili

Per quanto riguarda il problema proposto, noi immaginiamo la stazione di rilevamento come costituita da alcuni sensori connessi ad una scheda gestita da un PIC che comunica con una stazione di appoggio, probabilmente un netbook dotato di scheda Wi-Fi e dispositivo modem hsdpa, relativamente vicina al punto da poter essere connessa tramite Wi-Fi, e questa a sua volta connessa al server di gruppo.

- Viene chiesto di rilevare anche la velocità istantanea, e questo richiede che ciascuna scheda PIC disponga non di una ma di due fotocellule, posizionate a pochi metri di distanza l'una dall'altra, in modo da implementare in modo semplice ed economico una specie di autovelox.
- la connessione delle stazioni di rilevamento al server di gruppo viene a costituire una piccola LAN, quindi, essendo le postazioni collegate direttamente ad Internet, ricorreremo alla creazione di una piccola VPN. Questo è un altro elemento che ci fa propendere per l'uso di un PC su ogni stazione di rilevamento, in quanto ciò consente di utilizzare software come OpenVPN che facilitano enormemente l'implementazione della soluzione adottata.
- La comunicazione delle informazioni al server di gruppo può avvenire in diversi modi, in questo caso risulta molto comodo ipotizzare un server web locale, quindi una sorta di intranet, sul quale sarà disponibile una applicazione C/S, realizzata con tecnologia LAMP, che verrà periodicamente richiamata dalle postazioni di rilevamento. L'invio vero e proprio dei dati consisterà, in estrema sintesi, in una chiamata http all'applicazione in intranet, e nel contemporaneo invio dei dati tramite il metodo GET. In questo modo i dati verranno inseriti in tempo reale, direttamente al passaggio davanti alla stazione di rilevamento.
- La presenza dell'incaricato alla partenza e dell'incaricato all'arrivo ha più che altro valore di controllo, per fare in modo che il sistema funzioni correttamente. Ad esempio l'incaricato alla partenza potrebbe aver il compito di identificare la vettura, inserire nel sistema tramite interfaccia web i dati della vettura e l'orario di partenza, ed una cosa simile potrebbe essere fatta dall'incaricato all'arrivo. La presenza di questo elemento umano rappresenterebbe comunque un controllo sulla validità dei dati, in quanto ogni rilevamento delle postazioni

dovrebbe essere compreso fra l'orario di partenza e quello di arrivo.

- Circa i dati che vengono gestiti da questo sistema possiamo distinguere:
  - dati che vengono scambiati tra la scheda di rilevamento e la stazione di appoggio
    - segnale di avvenuto passaggio
    - numero intero indicante la velocità istantanea
  - dati che vengono scambiati tra la stazione di appoggio e il server di gruppo
    - id della stazione di rilevamento
    - orario del passaggio, sincronizzato attraverso NTP
  - dati che vengono scambiati tra il server di gruppo e il server FIA
    - dati identificativi di concorrenti e autovetture, codice della prova, velocità media, etc etc... (tutti i dati indicati nella traccia d'esame)

## Architettura del sistema

Prima di descrivere l'architettura complessiva veniamo alla descrizione delle singole componenti:

1. **stazione di rilevamento.** Quantità: 30. Si compone di:
  1. coppia di sensori fotocellule del tipo ad interruzione di fascio, da posizionare nel punto di passaggio delle autovetture, collegate via cavo alla scheda PIC
  2. **scheda di rilevamento** composta da un PIC, con le relative componenti per l'alimentazione e da un modulo di comunicazione Wi-fi
  3. **stazione di appoggio**, cioè netbook o altro dispositivo portatile dotato di scheda di rete Wi-Fi in modo da costituire una rete ad-hoc con la scheda PIC, chiavetta HSDPA per connessione ad Internet, opportuna configurazione software che prevede
    1. server che sia in ascolto in attesa della comunicazione dei dati dalla scheda (sarà sviluppato meglio nella parte dedicata alla logica software del sistema)
    2. software per elaborazione locale dei dati da inviare al server di gruppo, che consenta di gestire anche il caso di interruzione della connessione e di conseguente invio ritardato dei dati
    3. software per l'accesso a VPN (ad esempio: OpenVPN) per consentire alle singole stazioni di rilevamento di implementare una VPN che le connetta tutte fra loro e al server di gruppo
    4. software per la gestione di inizio e fine prova, che deve consentire agli addetti alla prima e all'ultima stazione di inserire i dati necessari (dati autovettura, ora di inizio prova, ora di arrivo al traguardo, eventuali penalità).
2. **Server di gruppo.** Quantità: 1. Rappresenta il server della LAN. Deve essere dotato di connessione ad Internet, software VPN, software per archiviazione ed elaborazione dei dati via via ricevuti dalle stazioni di rilevamento.
3. **Server FIA.** Quantità: 1. Questo elemento va preso come un dato di fatto, in quanto si tratta di un server appartenente ad una organizzazione esterna alla quale dobbiamo comunicare solo la classifica finale della gara. Potremmo ipotizzare che questo server, che offre certamente un servizio web disponibile su Internet, consenta all'addetto di accedere ad un'area riservata e inserire, per mezzo di un classico meccanismo di upload, un file pdf con la classifica. Oppure potremo ipotizzare che consenta di inviare una apposita query che inserisca la classifica sotto forma di t-uple di una apposita tabella facente parte del database FIA e della quale saranno stati preventivamente comunicati struttura e modalità di accesso.

Tutte le componenti della VPN saranno indirizzate con una rete privata di classe C. Non si ritiene necessario effettuare un subnetting.

Occorreranno:

- 30 ip per le stazioni di rilevamento (da 192.168.1.1 a 192.168.1.30 )
- 1 ip per il server di gruppo (192.168.1.254)

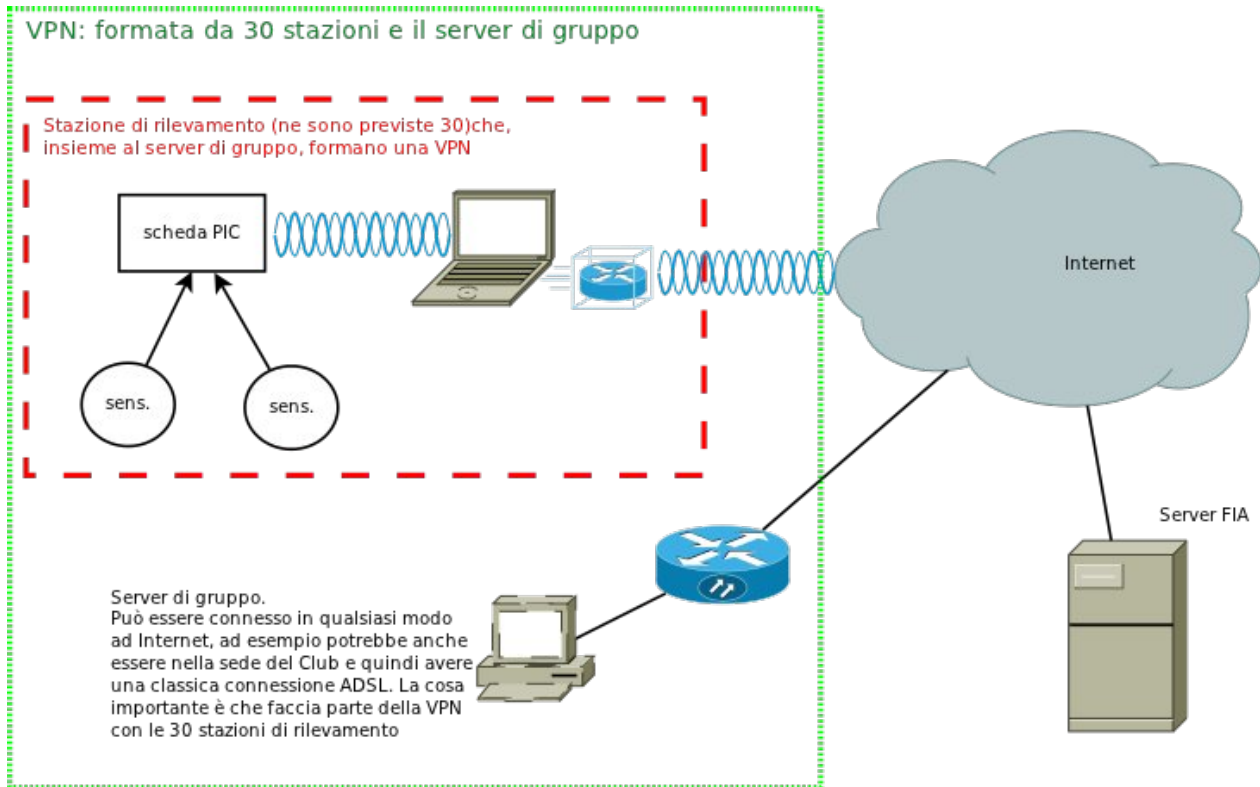
Un discorso a parte meritano gli indirizzi per la comunicazione fra le schede di rilevazione e le rispettive stazioni di appoggio. Queste si configurano come 30 reti ad hoc, pertanto possono essere tutte configurate assegnando alla scheda PIC un indirizzo privato su una sottorete diversa e alla stazione di appoggio un indirizzo idoneo. Questa coppia di indirizzi può ripetersi uguale per

tutte le 30 stazioni di rilevamento:

- scheda PIC: 192.168.100.2
- stazione di appoggio: 192.168.100.1

Le subnetmask per entrambe le reti saranno 255.255.255.0.

Una rappresentazione grafica dell'insieme potrebbe essere la seguente:



## Sistemi di archiviazione

Distinguiamo tre differenti momenti per l'archiviazione dei dati

### Dati gestiti dalla stazione di rilevamento.

- 1) stazione FP, fotocellula alla partenza.  
dati inseriti manualmente dall'addetto:
  1. targa autovettura, che viene automaticamente comunicata alle postazioni FV
  2. penalità alla partenza (cause possibili: ritardi, non conformità autovettura, etc. etc.)  
dati inseriti automaticamente dal sistema al momento in cui l'addetto dà il via alla prova
  3. ora di inizio prova
  4. id stazione
- 2) stazioni FV1, FV2, FV3
  1. ora di passaggio (timestamp dell'ora di sistema della stazione di appoggio al momento in cui la scheda PIC segnala il passaggio dell'autovettura)
  2. id stazione
  3. velocità istantanea (calcolata dalla scheda PIC e comunicata come numero intero compreso fra 0 e 255, in modo da poter utilizzare un unsigned char)
- 3) stazione FA, fotocellula all'arrivo  
dati inseriti manualmente dall'addetto
  1. penalità all'arrivo (eventuali irregolarità commesse durante la prova)
  2. targa autovettura (per confermare e validare la serie di dati raccolti durante la prova)
  3. flag di ok o annullamento della provadati inseriti automaticamente dalla stazione
  4. ora di arrivo (timestamp dell'ora di sistema della stazione di appoggio al momento in cui la scheda PIC segnala l'arrivo dell'autovettura)
  5. id stazione

L'inserimento dei dati di arrivo comporta anche l'invio alla prima stazione della tratta di un segnale che autorizza la partenza di un'altra autovettura.

Questi dati vengono raccolti nelle stazioni di rilevamento e gestiti mediante un semplice file di testo in formato CSV, ma potrebbe andare benissimo anche una tabella di database oppure un qualsiasi altro formato che consenta di gestire i dati indicati.

Per mantenere leggera la stazione di appoggio, che potrebbe anche essere un semplice dispositivo mobile, si preferisce la soluzione di un file di testo con il seguente tracciato:

nome campo	formato e dimensione	note
idStazione	numero, 8 bit	utilizzando un unsigned char si possono avere valori da 0 a 255, più che sufficienti per individuare le 30 stazioni previste dal sistema. In particolare gli 8 bit sono suddivisi in due sottocampi: i primi 4 identificano la prova e gli ultimi 4 la stazione. I valori 0000 sono riservati e non vanno utilizzati. Esempio: la stazione n°3

		della 4a prova avrà id pari a: 0100 0011
orario	timestamp, 32 bit	è il classico timestamp Unix, cioè il numero di secondi a partire dal 1° gennaio 1970. Per la stazione FP rappresenta l'orario di partenza, per la FA l'orario di arrivo, per le altre l'orario di passaggio
targa	carattere, 8 byte	E' la targa dell'autovettura in formato ASCII. Ci sono ancora in giro auto d'epoca con la targa a 8 cifre, anche se le targhe moderne sono solo a 7 cifre. Per le stazioni intermedie il campo è valorizzato automaticamente dalla stazione di appoggio che interroga la stazione FP della propria tratta.
penalità	numero, 8 bit	varia da 0 a 255
velocità	numero, 8 bit	varia da 0 a 255

Ogni volta che viene rilevata una lettura, cioè un passaggio di auto nelle stazioni intermedie, una partenza o un arrivo, i dati vengono inviati al server di gruppo. Dopo ogni invio effettuato il file di testo viene azzerato e pronto per ricevere nuovi dati. Nel caso di invio fallito, i nuovi dati verranno semplicemente accodati ai precedenti nel file di testo, che verrà inviato e cancellato appena possibile. Questo garantisce di non perdere rilevazioni in caso di problemi di connessione fra le stazioni di rilevamento e il server di gruppo

## Dati gestiti dal server di gruppo

Il server di gruppo utilizza un database per gestire i dati.

Le principali entità coinvolte sono:

- autovetture (targa, modello, marca.....)
- piloti (id, nome, cognome, .....
- rilevazioni (id, gara, stazione, orario, penalità, velocità)

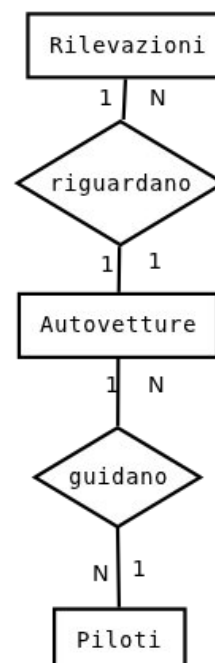
Volendo è possibile anche prevedere entità con finalità descrittive, come ad esempio:

- stazioni(id, descrizioni, indirizzo, persona di riferimento, telefono.....)

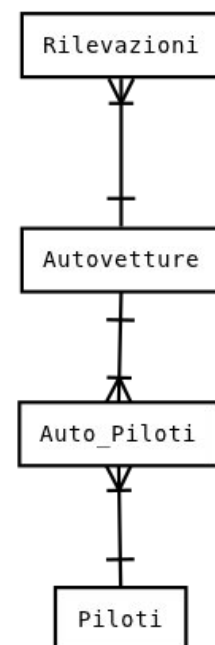
La traduzione nel modello logico secondo lo schema relazionale prevede di sviluppare la associazione N:N fra autovetture e piloti, e di inserire le chiavi esterne per la gestione dell'integrità referenziale

L'immagine mostra il modello concettuale e la sua traduzione in modello logico secondo lo schema relazionale. Non sono indicati gli attributi in quanto la trattazione precedente risulta abbastanza chiara.

Modello Concettuale



Modello Logico





## Dati inviati sul server FIA

Ipotizziamo che il server della FIA voglia avere solo i dati relativi alla classifica, che vengono calcolati dal server di gruppo a partire dai dati delle singole rilevazioni.

Il server della FIA utilizzerà un database formato da due tabelle, in relazione 1:M:

**GARE** ---1-----N ---**CLASSIFICHE**

Pertanto una opportuna procedura di elaborazione presente sul server di gruppo ed attivata dall'addetto si conatterà al database della FIA ed inserirà i seguenti dati nella tabella CLASSIFICHE:

- posizione in classifica
- nome pilota
- cognome pilota
- targa autovettura
- marca
- modello
- tempo prova 1
- tempo prova 2
- tempo prova 3
- tempo prova 4
- tempo prova 5
- tempo prova 6
- velocità max prova 1
- velocità media prova 1
- velocità max prova 2
- velocità media prova 2
- velocità max prova 3
- velocità media prova 3
- velocità max prova 4
- velocità media prova 4
- velocità max prova 5
- velocità media prova 5
- velocità max prova 6
- velocità media prova 6
- penalità totali
- fk\_gare

e nella tabella GARE:

- id
- data svolgimento
- luogo

## Logica del software

Ci sono differenti possibili soluzioni software e diverse funzioni svolte nel sistema.

1. **SWPIC**: il software presente nel pic per gestire le fotocellule, calcolare la velocità istantanea e comunicare i dati alla stazione di appoggio
2. il software presente sulla stazioni di appoggio per **ricevere** i dati, **completarli** delle informazioni mancanti e **inviarli** al server di appoggio. Questo si divide in tre varianti:
  1. **SWFP**: software per la stazione FP, che consente anche l'avvio della prova, e viene utilizzato dalle altre stazioni per conoscere le informazioni sull'autovettura che sta svolgendo la gara
  2. **SWFV**: software per le stazioni FV1 FV2 FV3, che si limita a ricevere i dati dalla scheda di rilevamento e a leggere dalla postazione FP la targa dell'autovettura in gara.
  3. **SWFA**: software per la stazione FA, che consente di inserire i dati all'arrivo e segnalare alla stazione FP che si può far partire un'altra autovettura
3. **SWSRVGRP**: Il software presente sul server di gruppo, che elabora i dati presenti nel database, estrapola la classifica e invia al server della FIA i dati

Esaminiamo in dettaglio le funzioni svolte dai diversi software:

### SWPIC

E' un programma scritto in linguaggio C (C18, SDCC....) e memorizzato nel pic. Il programma si interfaccia con le librerie TCP/IP fornite dalla Microchip per la gestione delle connessioni WiFi in quanto dovrà comunicare con la stazione di appoggio.

Per svolgere la funzione di autovelox il programma usa due sensori e gli interrupt del timer per effettuare conteggi ad intervallo di 1 millesimo di secondo

Il software svolgerà essenzialmente il seguente compito:

```
inizializza porte e periferiche
inizializza timer e impostalo a 1millesimo di secondo
conteggio = 0;
ip-staz-appoggio = "192.168.100.1" //indirizzo della stazione di appoggio
distanza_fra_sensori = 10 //distanza espressa in m fra i sensori
while (!sensore1); //attesa attiva per il primo sensore
//faccio partire il timer che inizia i conteggi
while (!sensore2); //attesa attiva per il secondo sensore
//dopo che sono scattati i due sensori calcolo la velocita in metri al sec.
velocita = (distanza / conteggio)/1000
//converto in km/h:
velocita = velocita * 3.6
/*
apro connessione con stazione di appoggio e gli invio la velocita. Questa
azione comporta anche la segnalazione di avvenuto passaggio:*/
http://ip-staz-appoggio/index.php/?velox=velocita&scelta=3
/*
al momento di realizzare effettivamente il codice occorre fare riferimento
alle specifiche delle librerie TCP/IP fornite dalla Microchip per poter
scrivere il codice in modo corretto. In questa sede si è inteso solamente
indicare la modalità di comunicazione
*/
```

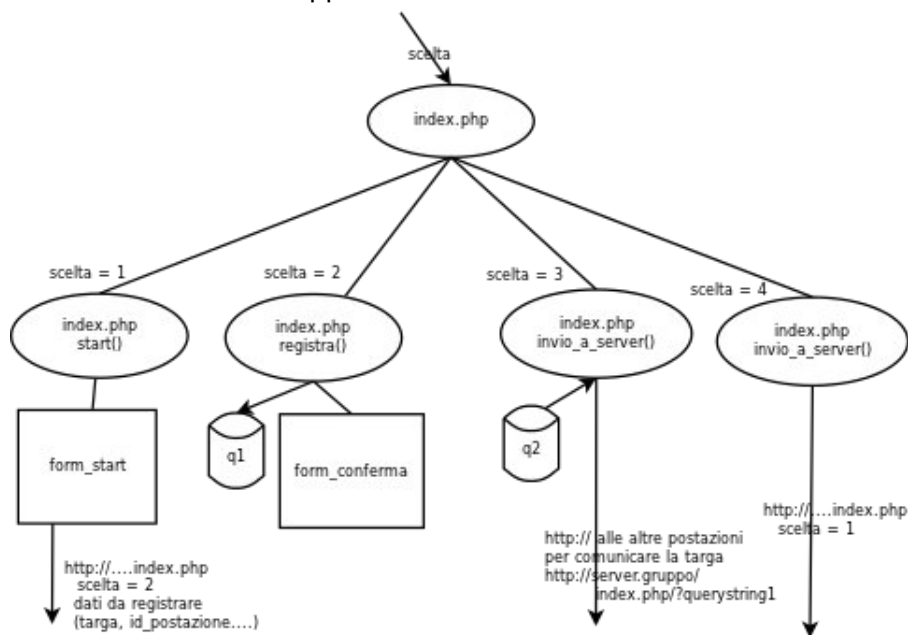
## SWFP

Software in funzione sulla stazione di appoggio della postazione di partenza. Il software funziona in modo client/server con tecnologia LAMP. Sulla stazione di appoggio è in funzione un server http che può fungere da interprete php.

Il software svolge le seguenti funzioni:

1. consente all'operatore di inserire i dati della macchina che sta per partire in un apposita pagina accessibile con browser.
2. riceve dalla pagina web i dati, li registra su file e presenta all'operatore una schermata di conferma e lo lascia in attesa
3. racchiude diverse azioni, attivate dalla scheda PIC:
  1. salva su file di testo i dati da inviare al server di gruppo,
  2. comunica con una connessione http alle postazioni FV la targa dell'autovettura che sta gareggiando
  3. comunica con una connessione http al server di gruppo i dati leggendoli dal file
  4. in caso di successo, azzerava il file con i dati da inviare
4. riceve richiesta di sblocco dalla postazione FA

Il software è così schematicamente rappresentato:



q1: operazione di scrittura su file dei dati  
q2: operazione di lettura dei dati per inviarli al server di gruppo  
querystring1: invio dei dati al server di gruppo tramite metodo GET.  
I dati sono inviati con lo schema variabile=valore&.....

## SWFA

Software in funzione sulla stazione di appoggio della postazione di arrivo. Il software funziona in modo client/server con tecnologia LAMP. Sulla stazione di appoggio è in funzione un server http che può fungere da interprete php.

Il software svolge le seguenti funzioni:

1. racchiude diverse funzioni:

1. consente all'operatore, di inserire in una pagina web i dati della macchina che è arrivata
  2. salva su file di testo i dati da inviare al server di gruppo
  3. comunica con una connessione http alla postazione FP la targa dell'autovettura che è arrivata, sbloccando la postazione FP
  4. comunica con una connessione http al server di gruppo i dati leggendoli dal file
  5. in caso di successo, azzerà il file con i dati da inviare
2. consente di fermare il cronometro al momento in cui la macchina passa davanti alla fotocellula, registrando su file i dati di velocità e orario. Questa funzione è attivata dalla scheda PIC con una chiamata HTTP (valore della variabile scelta = 3)

la rappresentazione grafica è omessa in quanto molto simile alla precedente e risulta eccessivo in quest'ambito dedicare tempo all'approfondimento di questo aspetto

## **SWFA**

Software in funzione sulla stazione di appoggio delle postazioni intermedie. Il software funziona in modo client/server con tecnologia LAMP. Sulla stazione di appoggio è in funzione un server http che può fungere da interprete php. Il software svolge le seguenti funzioni:

1. consente di inserire i dati della macchina che sta transitando davanti alla fotocellula. Questa funzione è attivata dalla scheda PIC con una chiamata HTTP (valore della variabile scelta = 3)
2. registra su apposito file temporaneo, in seguito a connessione http dalla postazione FP, la targa dell'autovettura che sta gareggiando
3. salva su file di testo i dati da inviare al server di gruppo.
4. utilizzando il file di testo, invia i dati al server di gruppo e, in caso di successo, azzerà il file con i dati da inviare

Questo software è molto simile ai due precedenti, dei quali rappresenta un sottoinsieme di funzioni

## **SWSRVGRP**

Questo software è in funzione sul server di gruppo, ed ha lo scopo di gestire tutti i dati della corsa, di elaborarli e di inviare la classifica al server FIA

Il software funziona in modo client/server con tecnologia LAMP. Sul server è in funzione un server http che può fungere da interprete php. Il software svolge le seguenti funzioni:

1. riceve tramite connessione http i dati dalle varie postazioni di rilevamento e li registra tramite query sql all'interno del database
2. tramite interfaccia web consente all'operatore le seguenti funzioni:
  1. inserimento dati informativi generali relativi alla gara
  2. chiusura dalla gara con conseguente rifiuto di ulteriori connessioni http dalle postazioni
  3. elaborazione dei dati per estrapolare la classifica. Questa operazione può essere effettuata con un opportuno utilizzo di SQL, sfruttando funzioni di raggruppamento e salvataggio in tabelle temporanee
  4. invio dei dati al server FIA

## ***Soluzione di emergenza***

Il comportamento da adottare in caso di mancanza di connessione fra le postazioni e il server di gruppo è stato discusso precedentemente e viene qui riportato per comodità del lettore.

Ogni volta che viene rilevata una lettura, cioè un passaggio di auto nelle stazioni intermedie, una partenza o un arrivo, i dati vengono inviati al server di gruppo. Dopo ogni invio effettuato il file di testo viene azzerato e pronto per ricevere nuovi dati. Nel caso di invio fallito, i nuovi dati verranno semplicemente accodati ai precedenti nel file di testo, che verrà inviato e cancellato appena possibile. Questo garantisce di non perdere rilevazioni in caso di problemi di connessione fra le stazioni di rilevamento e il server di gruppo