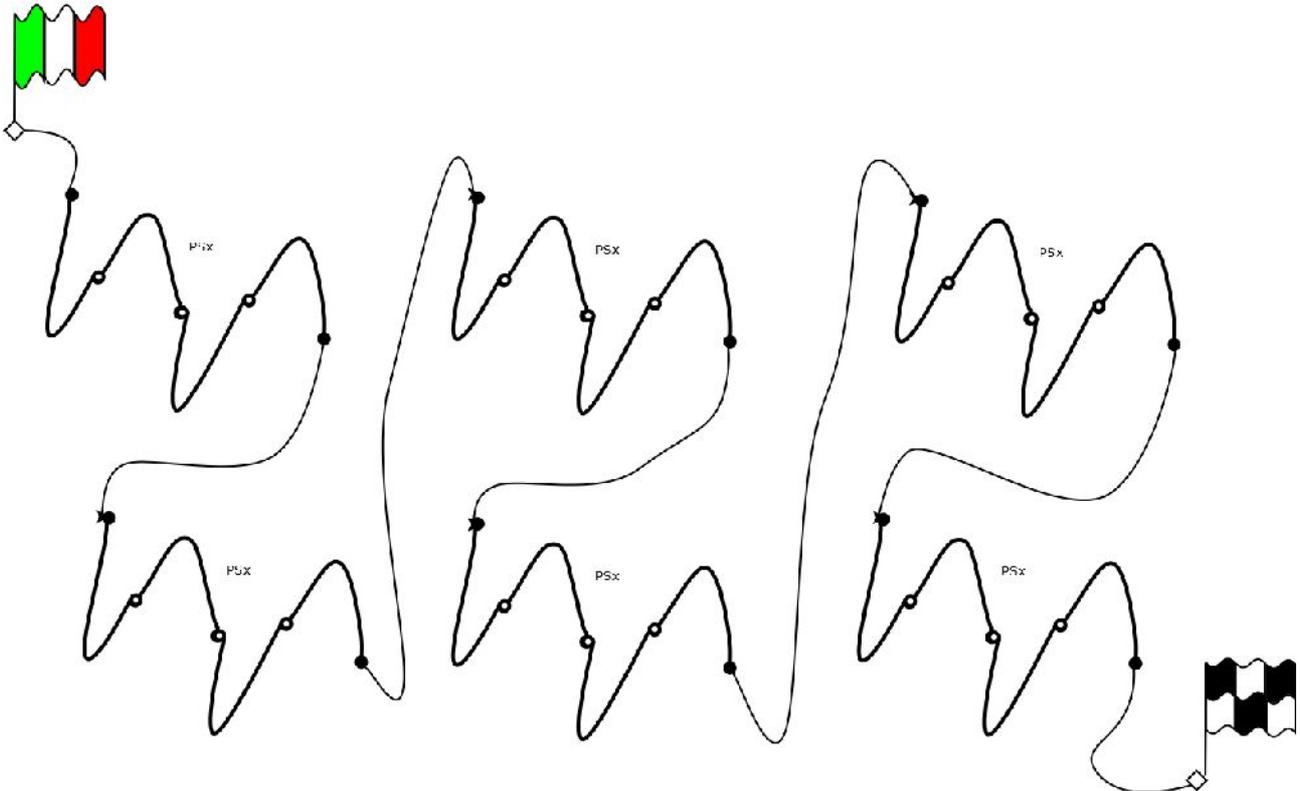


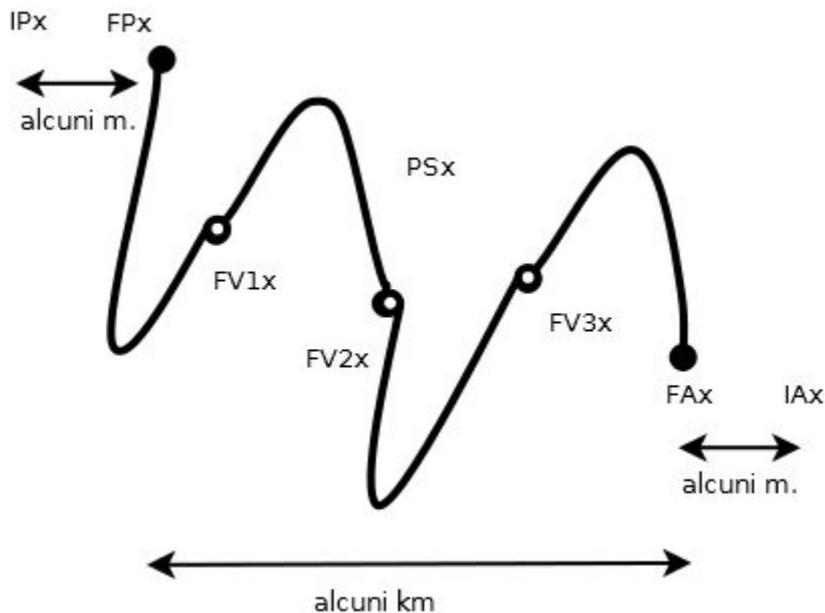
## Ipotesi di soluzione della seconda prova di sistemi Abacus 2012-06-23

### Schema del percorso della competizione



La competizione si sviluppa su un percorso stradale; all'interno del percorso sono disposte le sei prove speciali cronometrate.

### Dettaglio di una prova speciale



- IPx: postazione operatore di partenza posizionata in prossimità della FPx ma spostata di alcuni metri per motivi di sicurezza. Abilita l'inizio della prova speciale
- FPx: postazione fotocellula di partenza; viene abilitata da IPx e si interrompe generando il timestamp quando l'auto inizia la prova speciale
- FVnx: postazioni fotocellula intermedie; vengono abilitate quando ricevono il timestamp da FPx e rilevano sia il passaggio che la velocità grazie alla presenza di una doppia fotocellula.

- FAX: postazione fotocellula di arrivo; viene abilitata quando riceve il timestamp da FPx e si interrompe quando l'auto termina la prova speciale
- IAX: postazione operatore di arrivo posizionata in prossimità della FPx ma spostata di alcuni metri per motivi di sicurezza; convalida i dati della prova speciale.

La distanza fra i vari punti di rilevamento di ogni prova speciale è dell'ordine dei km.

La fotocellula FPx è collocata all'inizio del percorso; in prossimità dell'inizio si trova anche l'incaricato di partenza IPx dotato di un portatile per determinare l'inizio della prova. Le fotocellule Fvx sono lungo il percorso e non sono presidiate; la fotocellula Fax è collocata alla fine del percorso; in prossimità della fine si trova anche l'incaricato di arrivo Iax dotato di un portatile per convalidare la prova.

Le 5 fotocellule distano tra loro alcuni Km mentre i portatili degli incaricati distano dalle rispettive fotocellule alcuni metri

### **Scelta del sistema di comunicazione**

La necessità di comunicare ad alcuni km di distanza in ambiente pubblico e sul campo richiede l'utilizzo di fornitori di servizi di telecomunicazioni.

Le possibili soluzioni sono:

- WIMAX
- **GSM**
- GPRS
- UMTS

Si tratta in tutti i casi di comunicazioni wireless offerte dai fornitori di servizi

La soluzione WIMAX è sconsigliata per la scarsissima copertura del servizio; tra le altre tre soluzioni, tutte dotate di ampia copertura conviene adottare la soluzione GSM, più economica delle altre due, in considerazione della strettissima banda di comunicazione richiesta.

Nell'ambito della soluzione GSM si possono ipotizzare due tipi di realizzazione

- SMS
- **M2M**

Nel primo caso la comunicazione si basa sull'invio di SMS tra nodi della rete GSM

Nel secondo caso il nodo invece si presenta come un nodo IP attraverso un M2M-gateway offerto dal fornitore di servizi quindi si utilizza la normale catasta TCP/IP a banda stretta

In caso di utilizzo continuativo conviene la soluzione M2M che richiede un contratto a canone mensile mentre in caso di utilizzo sporadico può convenire la soluzione SMS che può essere realizzata con una scheda a consumo.

Un ulteriore vantaggio della comunicazione M2M è che essendo basata su TCP/IP consente un controllo della connessione mentre la tecnologia SMS non consente di verificare l'effettivo ricevimento dei messaggi

I due nodi IPx e IAX si trovano a pochi metri di distanza da FPx e FAX rispettivamente quindi la comunicazione con i rispettivi nodi può avvenire con un sistema di comunicazione wireless a breve distanza. Le possibili soluzioni sono:

- WIFI
- BLUETOOTH
- **ZIGBEE**

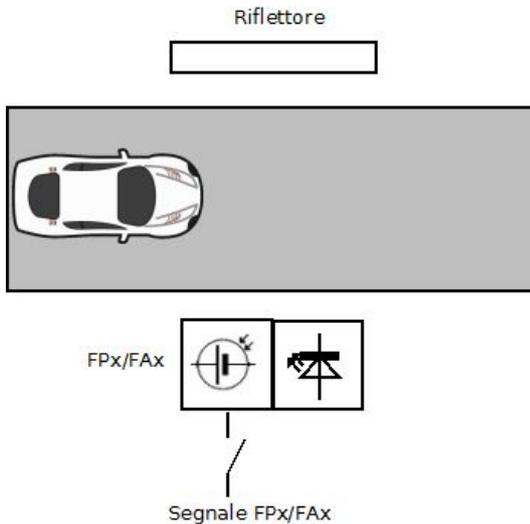
La soluzione preferibile è ZIGBEE che è caratterizzata da bassi costi e bassi consumi.

Ogni sezione di prova speciale deve anche comunicare con il sistema di gestione del gruppo che nell'ipotesi M2M è raggiunto attraverso la rete TCP/IP

## Acquisizione delle informazioni

L'acquisizione delle informazioni è basata sulle fotocellule.

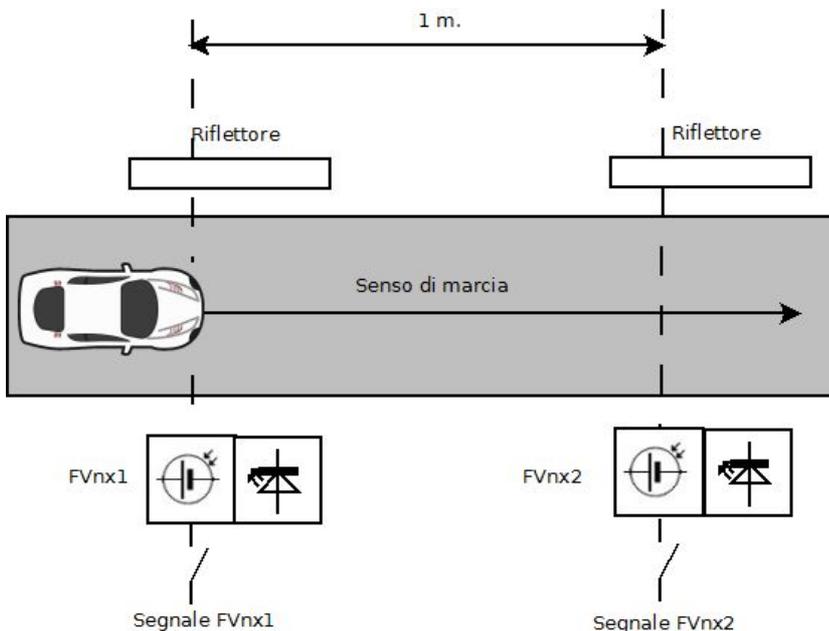
Una fotocellula è un sensore ottico che emette un fascio di luce; se il fascio viene interrotto la fotocellula provoca la chiusura di un contatto (relais allo stato solido) che è normalmente aperto. Se il contatto è collegato all'alimentazione è possibile generare un segnale variabile. Il sistema di acquisizione vede quindi la fotocellula come un segnale logico che sta normalmente a zero e produce un impulso ad un o quando il fascio luminoso viene interrotto (passaggio dell'auto)



Nel caso di FPx e FAx è sufficiente una singola fotocellula mentre nel caso di FVvx sono necessarie due fotocellule posizionate ad una distanza prefissata per determinare la velocità istantanea con la formula:

$$V = (S_2 - S_1) / (t_2 - t_1)$$

dove  $S_2 - S_1$  è la distanza tra le due fotocellule di un Fvx e  $t_2 - t_1$  è il tempo intercorso tra l'attivazione delle due fotocellule di un FVx



## Calcolo della velocità istantanea

Supponendo che la velocità dell'auto possa arrivare fino a 200 Km/h e supponendo di avere la possibilità di risolvere fino ad 1mS la distanza minima tra le due fotocellule risulta di 5,5 cm. Una distanza di 1m consente di avere una differenza di 18 mS a 200 Km/h

## **Realizzazione del cronometro**

Quando le fotocellule vengono attivate da IPx devono rilevare l'attraversamento dell'auto e riferirlo ad un istante iniziale che è quello dell'attraversamento della prima fotocellula.

Poiché si tratta di sistemi indipendenti è necessario definire una forma di sincronizzazione tra i dispositivi in modo che tutti gli eventi siano riferiti ad un stesso istante di tempo indipendentemente dai tempi di comunicazione.

Si possono ipotizzare due scelte:

- RTC+ Batteria tampone
- **GPS**

Nel primo caso ogni sistema ha un proprio orologio indipendente che deve essere sincronizzato prima di utilizzare i dispositivi. La sincronizzazione si basa sulla stabilità dell'RTC nel tempo.

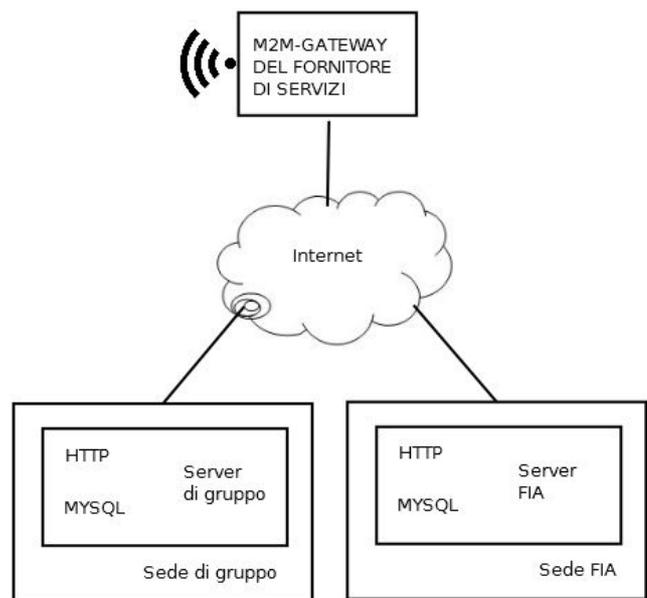
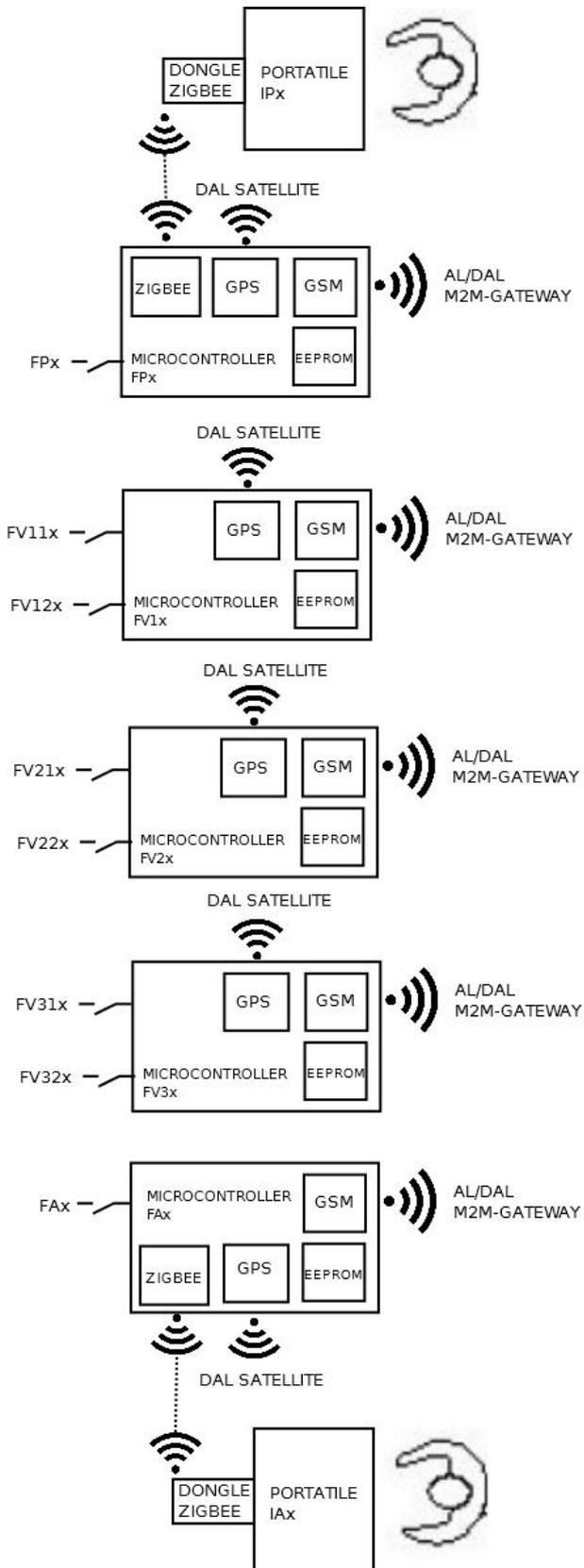
La batteria tampone consente di mantenere il conteggio del tempo anche in caso di spegnimento del dispositivo

Nel secondo caso si sfrutta il timestamp fornito da un ricevitore GPS; non è quindi necessaria una procedura di sincronizzazione che è automatica quando il ricevitore di un dispositivo riconosce i satelliti.

Questa seconda soluzione, seppure più costosa, è consigliabile perché garantisce una maggiore stabilità della sincronizzazione.

Ogni nodo della rete delle prove speciali invia agli altri nodi le informazioni sotto forma di messaggio contenente l'evento che si è verificato ed il timestamp che identifica l'istante in cui si è verificato svincolando quindi il sistema dai ritardi di comunicazione.

# Schema della rete



Il portatile dell'operatore IPx comunica solo con il microcontroller della fotocellula di partenza che si trova a pochi metri di distanza quindi è dotato di un dongle ZIGBEE. Un dongle ZIGBEE è una periferica USB in grado di effettuare comunicazioni con dispositivi ZIGBEE nell'ambito di alcune decine di metri.

Il microcontroller FPx acquisisce il segnale digitale della fotocellula FPx, comunica punto a punto con il nodo IPx attraverso un dispositivo ZIGBEE, riceve il timestamp da satellite attraverso il dispositivo GPS, comunica con gli altri microcontroller della stessa prova speciale mediante il dispositivo GPS-M2M.

I microcontroller FVx acquisiscono i segnali digitali delle due fotocellule FVn1x e Fvn2x ricevono il timestamp da satellite attraverso il dispositivo GPS, comunicano con gli altri microcontroller della stessa prova speciale mediante il dispositivo GPS-M2M.

Il microcontroller FAX acquisisce il segnale digitale della fotocellula FAX, comunica punto a punto con il nodo IPx attraverso un dispositivo ZIGBEE, riceve il timestamp da satellite attraverso il dispositivo GPS, comunica con gli altri microcontroller della stessa prova speciale e con il server di gruppo mediante il dispositivo GPS-M2M.

### **Logica di controllo**

Si suppone che i dati della gara ed i piloti iscritti con il relativo numero di gara siano già stati inseriti nel database del server di gruppo.

I concorrenti arrivano uno per volta all'inizio di una prova speciale x.

L'operatore IPx inserisce in una applicazione front-end il numero di gara ed invia il messaggio di abilitazione.

Il messaggio di abilitazione viene inviato sul collegamento punto-a-punto ZIGBEE al controller FPx che abilita localmente l'acquisizione della fotocellula FPx ed invia un messaggio di abilitazione in broadcast UDP su una porta dedicata a tutti gli altri nodi della stessa prova speciale.

Il messaggio contiene anche il numero di gara del concorrente.

Ad esempio:

#### **ENxyyy**

dove x è il numero di prova speciale e yyy è il numero di gara del concorrente.

Quando il concorrente attraversa la fotocellula di partenza FPx il controller FPx effettua una connessione client TCP su una porta di servizio dedicata verso il controller FAX ed invia il messaggio di inizio prova composto dall'identificatore della fotocellula, dal numero di gara del concorrente e dal timestamp dell'evento.

Ad esempio:

#### **FPxyyyttttttttt.ttt**

dove x è il numero di prova speciale, yyy è il numero di gara del concorrente e tttttttt.ttt è il timestamp dell'evento espresso in epoch unix con risoluzione fino al millisecondo.

Se la connessione TCP fallisce il controller memorizza i dati in eeprom e li marca come non spediti.

Quando il concorrente attraversa una fotocellula di partenza FVn1x il controller FVnx attende l'attraversamento della fotocellula FVn2x effettua il calcolo della velocità e poi effettua una connessione client TCP verso il controller FAX ed invia il messaggio di passaggio intermedio prova composto dall'identificatore della fotocellula, dal numero di gara del concorrente e dal timestamp dell'evento e dalla velocità di passaggio.

Ad esempio:

#### **Fvxnyyyttttttttt.tttvvv.vv**

dove x è il numero di prova speciale, n è il numero di fotocellula intermedia, yyy è il numero di gara del concorrente e tttttttt.ttt è il timestamp dell'evento espresso in epoch unix con risoluzione fino al millisecondo e vvv.vv è la velocità istantanea espressa in m/s con risoluzione fino al cm.

Se la connessione TCP fallisce il controller memorizza i dati in eeprom e li marca come non spediti.

Durante tutta la fase di abilitazione il controller FAX si mantiene in ascolto su una porta TCP dedicata per accettare connessioni dagli altri nodi della stessa prova speciale. Ad ogni connessione riceve il messaggio dal nodo e lo memorizza in modo temporaneo.

Quando il concorrente attraversa la fotocellula di arrivo FAX il controller FAX invia sul collegamento punto-a-punto ZIGBEE al portatile IAx un messaggio contenente tutte le

informazioni raccolte da FAX (numero di gara, timestamp di partenza, intermedi e di arrivo e velocità intermedie).

Ad esempio:

**Faxyyyttttttttt.tttFVxntttttttttt.tttvvv.vv...altri FV...FPxtttttttttt.ttt**

in caso di dati non ricevuto il valore corrispondente viene posto a 0.

Il portatile IAX presenta questi dati in una applicazione front-end che viene consultata dall'operatore IAX.

Nella presentazione, oltre ai dati grezzi viene mostrato il tempo di prova ottenuto per differenza dei timestamp FA-FP ed i tempi intermedi ottenuti per differenza Fvn-FP.

Se i dati sono corretti, l'operatore IAX, dopo aver aggiunto le eventuali penalità (esprese in secondi) conferma i dati.

L'applicazione front-end invia un messaggio sulla connessione punto a punto ZIGBEE al controller FAX contenente la conferma del concorrente e le eventuali penalità.

Ad esempio

**CFxyyyttt**

dove x è il numero di prova speciale, yyy il numero di gara del concorrente e ttt la penalità espressa in secondi.

Il controller FAX effettua una connessione client verso il server di gruppo sulla porta 80 (HTTP) inviando un messaggio di GET, dotato di parametri di GET, che fa riferimento ad uno script PHP che carica i dati nella banca dati di gruppo.

Ad esempio:

**GET loadps.php?ps=x&dr=yyy&tt=ttt.ttt&tp[1]=ttt.ttt&...altri tp...&tp[n]=ttt.ttt&pn=ttt**

dove

ps individua il numero di prova speciale x

dr individua il numero di gara del concorrente yyy

tt individua il tempo totale della prova ttt.ttt con risoluzione al millisecondo

tp[i] individua ciascun tempo intermedio all'interno della prova con lo stesso formato

pn individua l'eventuale penalità espressa in secondi.

La presenza della struttura ad array per i tempi parziali consente di realizzare gare con un numero qualsiasi di tempi parziale. I parametri di GET forniti in questo modo sono visti lato server come un unico array tp contenente un numero qualsiasi di elementi. La generazione delle istanze di prova speciale può quindi essere realizzata percorrendo l'array.

Le effettive azioni svolte dallo script loadps.php sono sviluppate nella gestione delle banche dati.

Se la connessione TCP fallisce il controller memorizza i dati in eeprom e li marca come non spediti.

## Modello relazione delle banche dati

Il problema richiede la realizzazione di due banche dati separate, una collocata nella sede di gruppo e l'altra nella sede FIA.

Le due banche dati contengono però lo stesso tipo di informazioni e quindi hanno lo stesso modello.

Si tratta in sostanza di un problema di sincronizzazione.

## Ricerca delle entità

Il punto di partenza può essere il "pilota" che si suppone debba già essere registrato presso la FIA prima di partecipare ad una qualsiasi gara. In una soluzione essenziale i suoi attributi sono il nome e cognome; si può anche inserire tra gli attributi il numero di gara che per tradizione viene assegnato in modo univoco ad un pilota almeno per il periodo della stagione e tale attributo può essere unico.

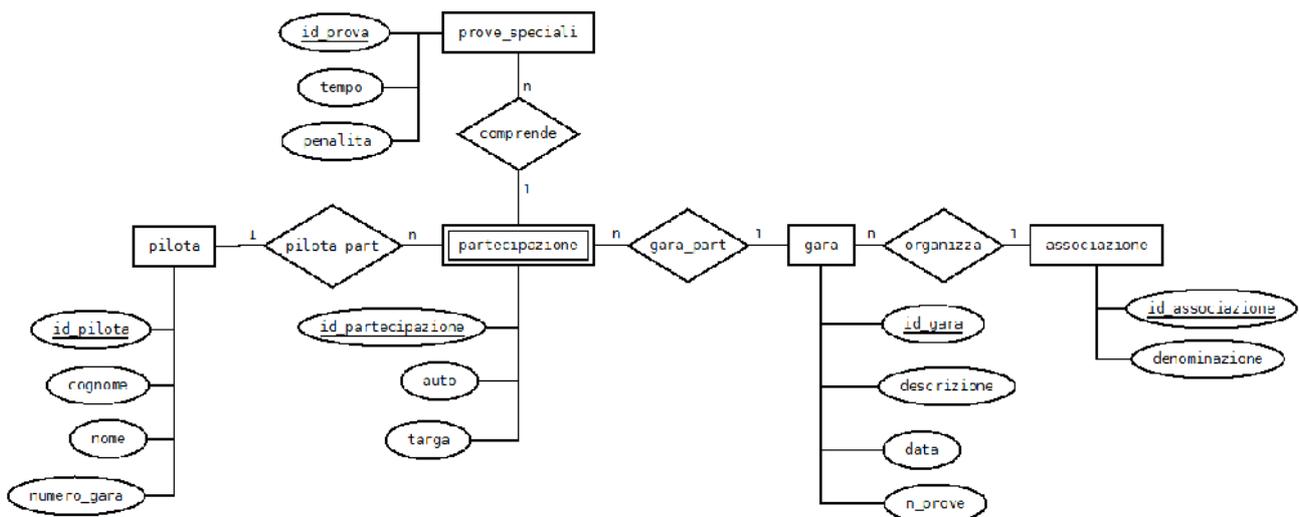
Una seconda entità può essere l'"associazione" organizzatrice; si può supporre che la FIA accetti gare da più organizzazioni e che tali organizzazioni debbano essere in precedenza registrate presso la FIA. In una soluzione essenziale un attributo indispensabile è solo la denominazione

Una associazione può chiedere alla FIA l'autorizzazione ad effettuare una gara; questa ipotesi fa nascere una entità gara che è associata N:1 con "associazione" in modo da mantenere il legame con l'associazione che la organizza e che ha come attributi essenziali la descrizione, la data di svolgimento, il numero di prove speciali che si suppone variabile da gara a gara.

Il problema ora consiste nel legare un pilota con una gara registrando gli effettivi risultati che ha ottenuto.

A prima vista sembrerebbe sufficiente una associazione N:N tra "pilota" e "gara" (un pilota può partecipare a più gare, in una gara partecipano più piloti) dotando l'associazione di attributi relativi alla prestazione di gara. Tuttavia le prove speciali sono delle informazioni di tipo multiplo in quantità indeterminata quindi non possono essere messe come attributi di una associazione ma vanno a costituire una nuova entità. Sebbene sia in linea di principio possibile realizzare una associazione ternaria tra pilota/gara/prove speciali questa tipo di soluzione è raramente adottato nei modelli ER preferendo scomporre l'associazione N:N in una entità debole "partecipazione" legata 1:N sia con pilota che con gara; l'entità debole "partecipazione" contiene tutte le informazioni semplici legate ad una partecipazione di un pilota ad una gara (automobile, targa) ed è associata 1:N con l'entità "prove speciali" che per ogni prova speciale sostenuta da un pilota in una gara riporta tempi e penalità

## Modello ER



Il tempo totale e la classifica non sono attributi di alcuna entità perché sono dati calcolati. Non sono inseriti in banca dati i tempi intermedi per la loro presenza in banca dati non è esplicitamente richiesta dalla traccia.

### **Procedimento di sincronizzazione**

Lo scopo del procedimento di sincronizzazione è di garantire l'unicità delle chiavi nella replica tra le due banche dati

Si suppone che tutti i possibili piloti partecipanti siano già registrati presso il database FIA e si suppone che l'associazione sia già registrata presso il database FIA.

L'associazione comunica alla FIA i dati della gara ed i piloti iscritti.

Nel database della FIA viene generata una nuova istanza della tabella gara associata all'associazione richiedente, vengono create le istanze di partecipazione relative ai piloti partecipanti e le istanze relative alle prove speciali dei piloti in quantità dipendente dal numero di prove programmate per la gara con dati fittizi.

Viene esportata la porzione di database della FIA relativa alla gara e viene questa porzione viene importata nel database di gruppo.

Durante la gara, in tempo reale le istanze di prova speciale vengono modificate in base agli effettivi tempi registrati.

Al termine della gara si esporta dal database di gruppo la porzione relativa alla gara e si importa nel database FIA sostituendo i dati pre-esistenti.

La caratteristica di questo procedimento è di garantire la consistenza delle chiavi primarie che vengono replicate nei due database e di eliminare la possibilità di incongruenze dovute a mancanza di associazioni (pilota, associazione organizzatrice)

### **Alternativa alla sincronizzazione**

Pur conservando una corrispondenza tra i due database si può effettuare l'aggiornamento anche senza la sincronizzazione.

In questo caso nella banca dati FIA non deve essere fatta alcuna operazione "a priori".

Nella banca dati della associazione organizzatrice viene generata una nuova istanza di gara con le relative partecipazioni dei piloti.

In tempo reale vengono aggiornate le prove speciali e al termine della gara viene inviato al server della FIA un file contenente i risultati che vengono interpretati dallo script sul server e caricati in banca dati.

Il difetto di questa soluzione è di non garantirsi nei confronti di incongruenze nelle associazioni

### **Gestione dell'interruzione del servizio di comunicazione**

La comunicazione tra il campo ed il sistema gestionale di gruppo avviene attraverso il canale GSM/M2M sul quale si appoggia una catasta TCP/IP.

L'uso di connessione client/server su porta TCP consente di stabilire un canale di comunicazione affidabile (esente da errori) e di avere una segnalazione della perdita di comunicazione.

E' quindi possibile, per ogni nodo che si comporta come client TCP (Fpx,FVx,FAx) discriminare tra comunicazione completata con successo e comunicazione interrotta o non stabilita.

In caso di comunicazione interrotta o non stabilita il nodo memorizza in EEPROM le informazioni marcandole come "non inviate".

Il nodo può tentare di ripetere l'invio delle informazioni dopo un intervallo di tempo programmabile a patto che la fotocellula sia in stato "disabilitato" (cioè nell'intervallo tra la prova di un concorrente e un altro).

Se la comunicazione ha successo il relativo pacchetto di dati viene rimosso dalla EEPROM.

Nel caso in cui la comunicazione non possa essere ristabilita per tutta la durata della gara i nodi continuano a raccogliere i dati memorizzandoli in EEPROM.

Al termine della gara i dati possono essere scaricati dalla EEPROM mediante un collegamento diretto (USB, seriale, wireless) tra il nodo ed una applicazione front-end su un host del gruppo.