

Valeria Assunta Amenta

*Ph.D Student at University of Catania
University of Catania, Department of Electric Electronic and
Computer Engineering.*

***Web interactive non intrusive load
disaggregation
system for active demand in smart grids***

Sommario

- . Sistemi Nialms:
- ✓ Soluzione Hardware e Software.
- . Set up sperimentale e primi risultati.
- . Demo con:
 - ✓ Generazione casuale del diagramma di carico.
 - ✓ Valutazione Qualitativa dell'algoritmo di disaggregazione.
 - Indici di qualità del carico.
 - Indici di qualità dell'algoritmo.
- ✓ Effetti del Feedback sull'errore di disaggregazione.
- . Sviluppi Futuri.

Scenario

- ✓ Installazione di contatori intelligenti entro il 2020, in tutti gli stati membri della Comunità Europea



- ✓ I contatori intelligenti forniscono i dati di consumo totali dell'utenza: «Household Level Data»



- ✓ I contatori intelligenti non forniscono i dati di consumo delle apparecchiature domestiche: «Appliance Level Data»



Non Intrusive Load Monitoring System (*NILMS*):

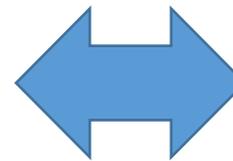
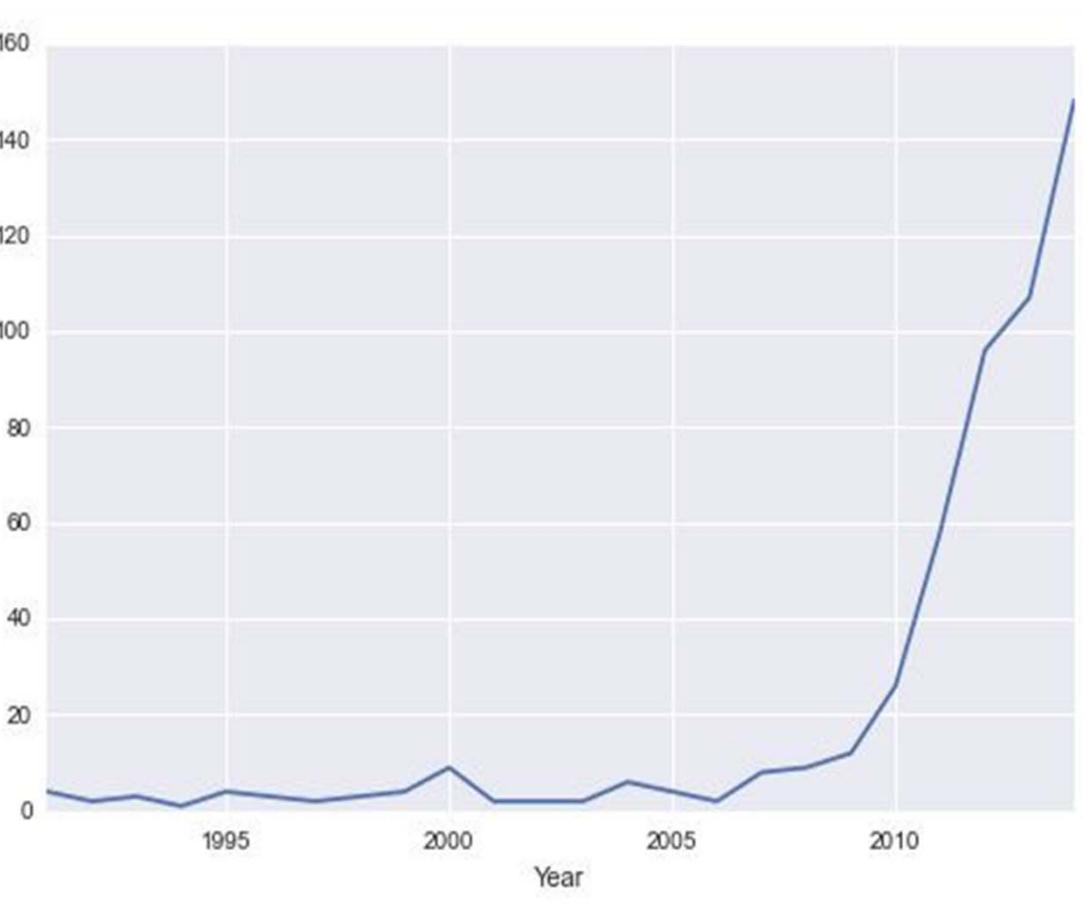
Utilizza le informazioni provenienti dallo Smart Meter, e fornisce le informazioni relative alle singole apparecchiature.

Is disaggregation the holy grail of energy efficiency[1] ????



[1] K. C. Arnel, A. Gupta, G. Shrimali, A. Albert: « Is disaggregation the holy grail of energy efficiency ? The use of electricity », Energy Policy 52 (2013) 213-214.(Stanford University)

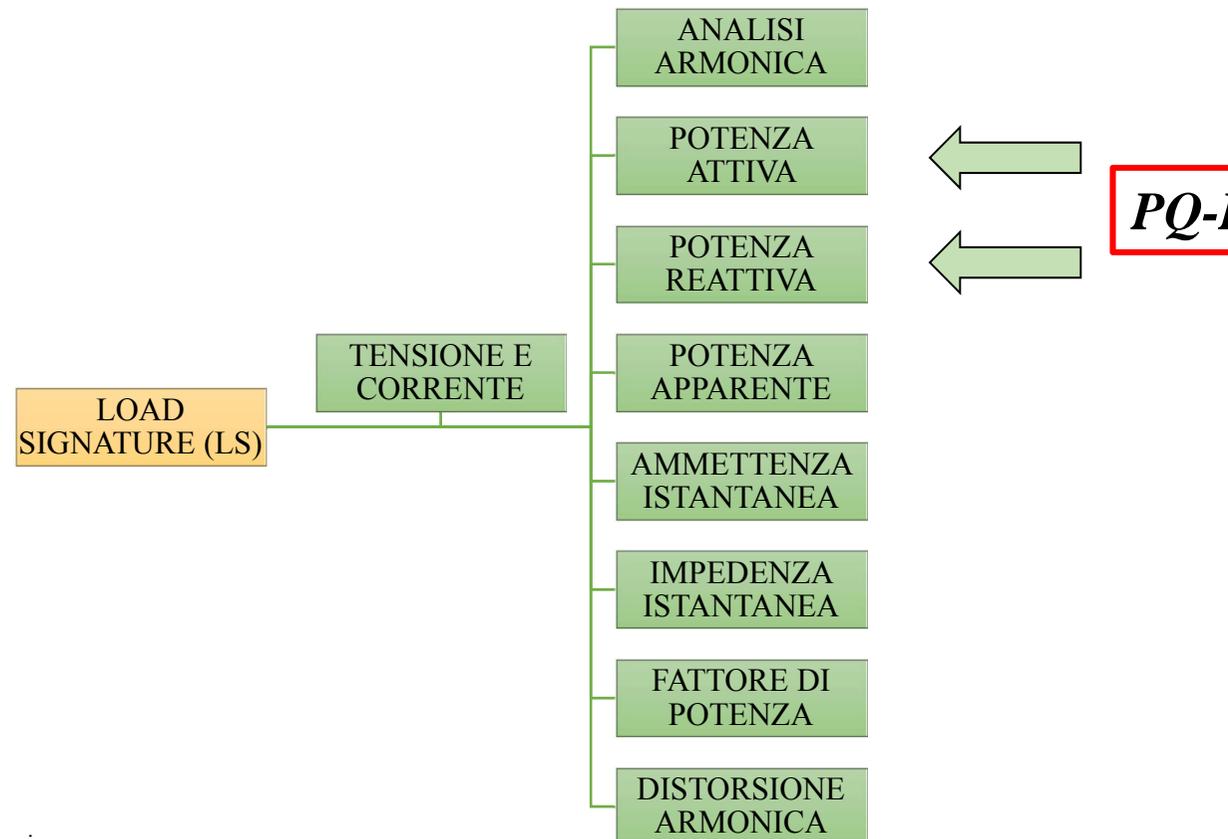
I SISTEMI NILMS UN INTERESSE ACCADEMICO E NON SOLO



[AlertMe](#), Cambridge, UK;
[Bidgely](#), , CA, USA;
[Energy Aware](#), Vancouver, BC, Canada;
[Fludia](#), Paris, France;
[LoadIQ](#), NV, USA;
[Navetas](#), Oxford, UK;
[Onzo](#), London, UK;
[PlotWatt](#), NC, USA;
[Powersavvy](#), Castlebar, Ireland;
[Verdigris](#), CA, USA;
[Verlitics](#), , OR, USA;
[Wattics](#), Dublin, Ireland;
[Wattseeker](#), Nice, France;
[Watty](#), Stockholm, Sweden;
[Yetu](#), Berlin, Germany.

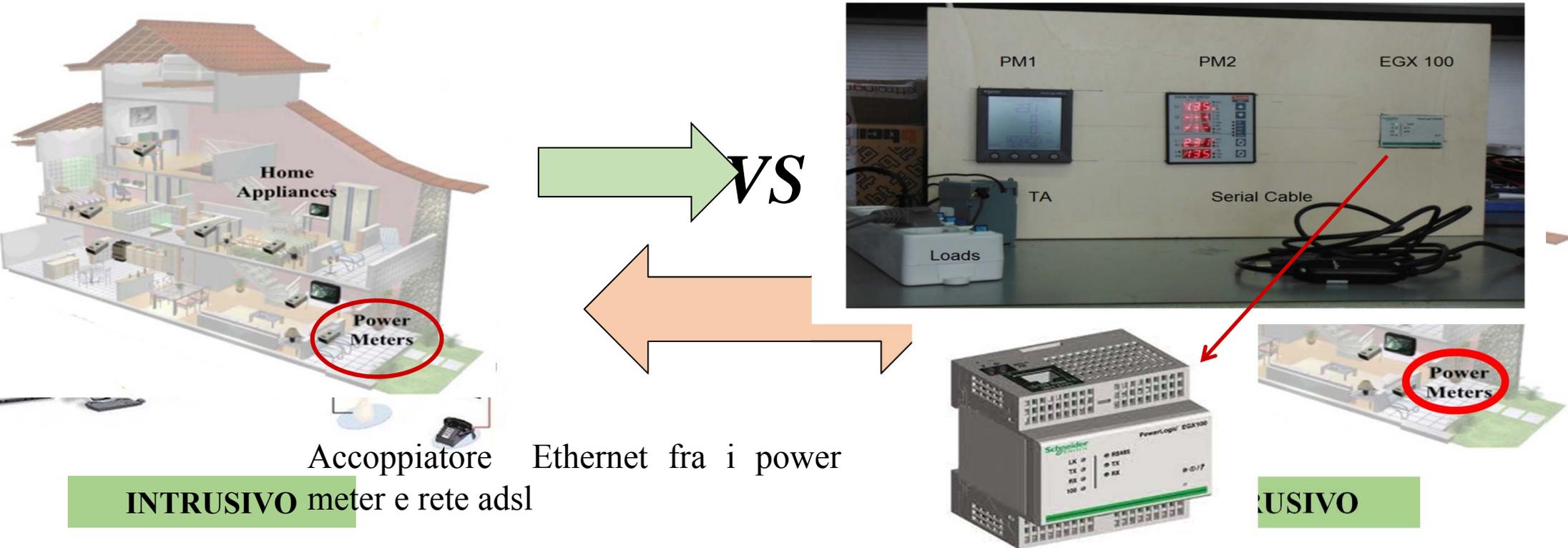
NIALMS TOPICS

Un LS è definito come il comportamento elettrico di un dispositivo/apparecchiatura elettronica quando è in funzione. Ogni apparecchio elettronico contiene delle caratteristiche uniche, nel suo comportamento [2].

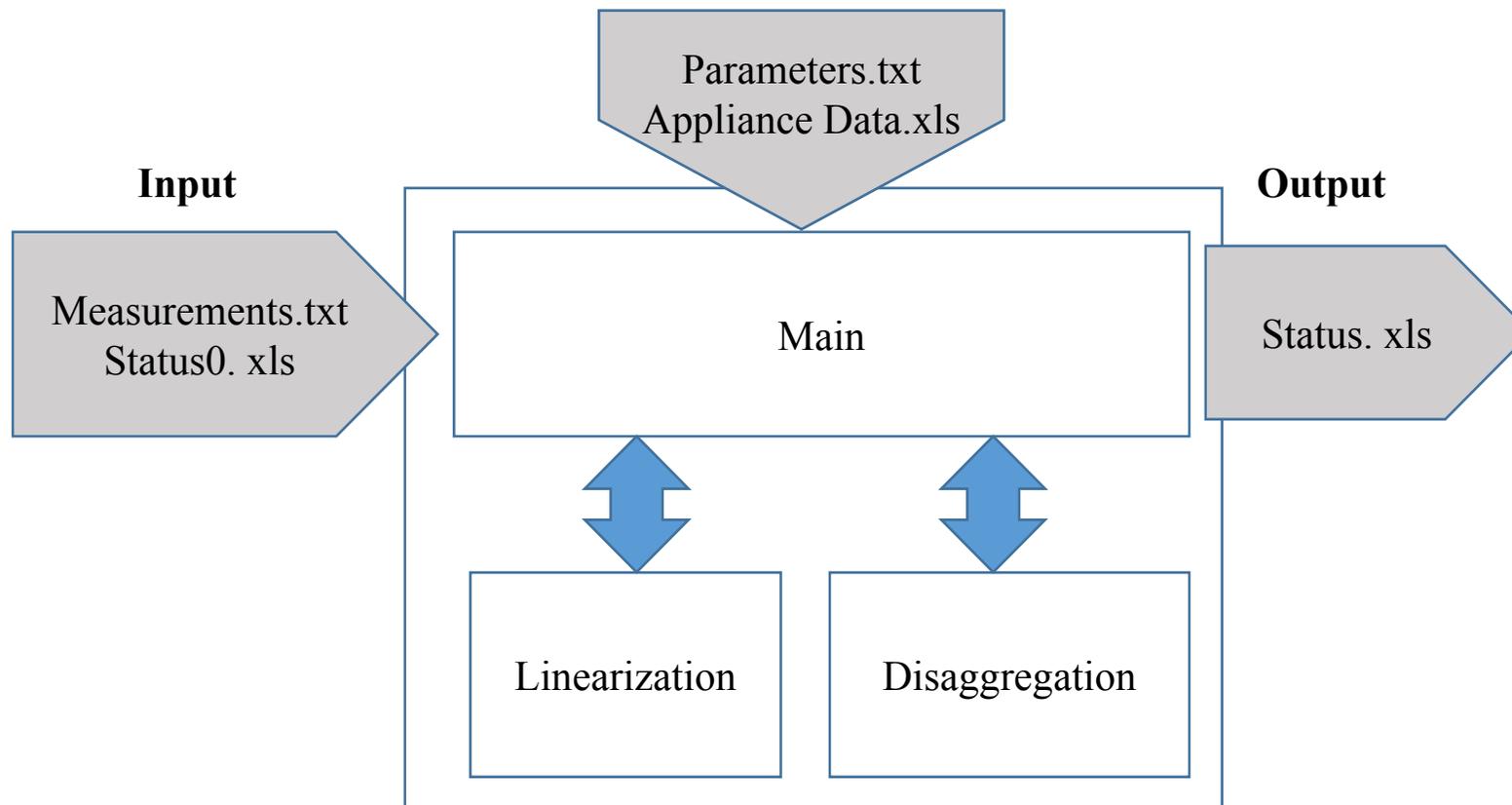


[2] Mario E.Berges, Ethan Goldman, H. Scott Matthews, and Lucio Soibelman, "Enhancing Electricity Audits in Residential Buildings with Nonintrusive Load Monitoring", journal of Industrial Ecology, vol. 14, num.5, pp.844-856.

Soluzione Hardware: Tecniche di Monitoraggio



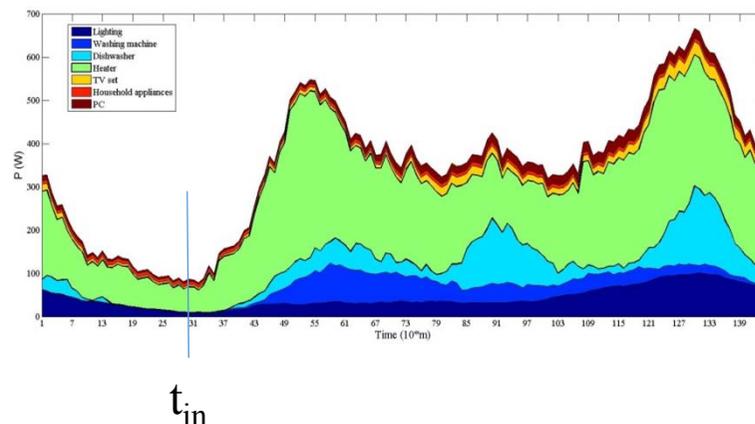
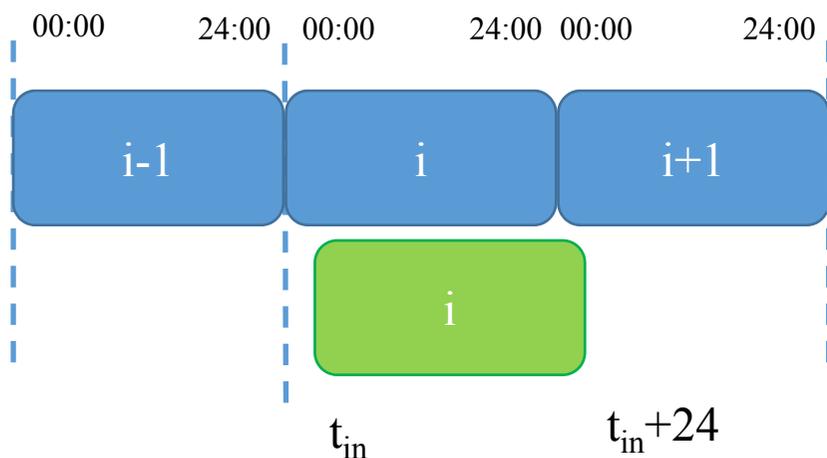
Soluzione Software PQ-DA, sviluppato in ambiente Matlab



Implementazione pratica dell'algoritmo NILMS

L'algoritmo di disaggregazione ha una **periodicità giornaliera** e si basa sulle misure di grandezze elettriche tra (V, I, $\cos\phi$, P, Q, THD) elaborate con frequenza $f_d \geq 1$ Hz a partire da un campionamento ad alta frequenza

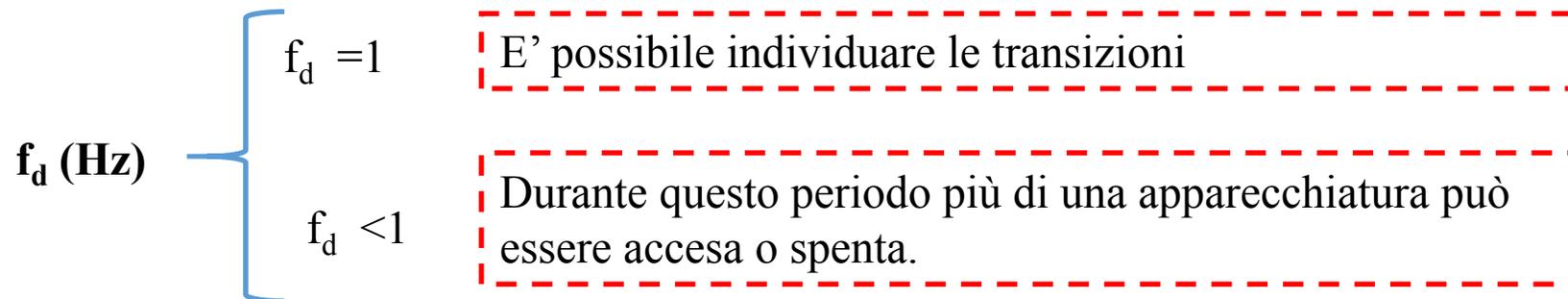
Il periodo di applicazione del NILMS, di 24 h, **non ha inizio alle ore 00:00**



t_{in} è il momento del giorno quando il carico è minimo

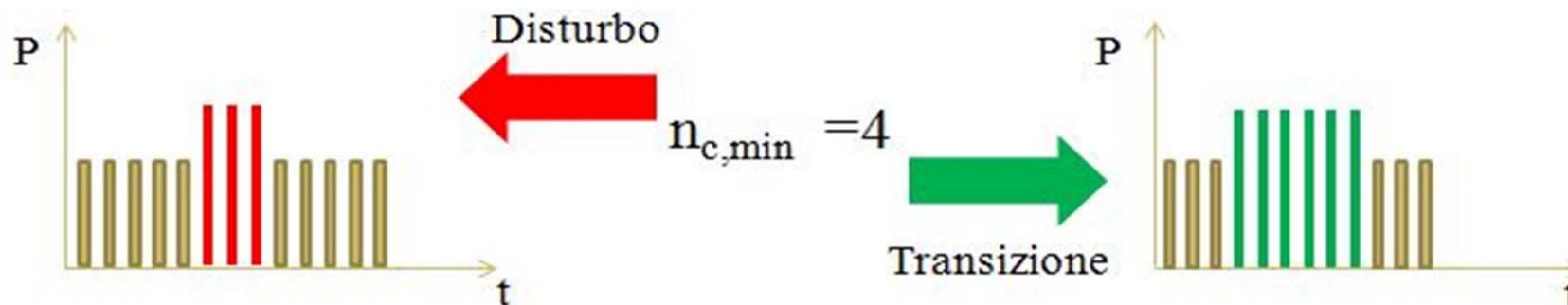
Esso dipende dalle abitudini dell'utente

Parametri algoritmo NILMS: f_d e $n_{c,min}$



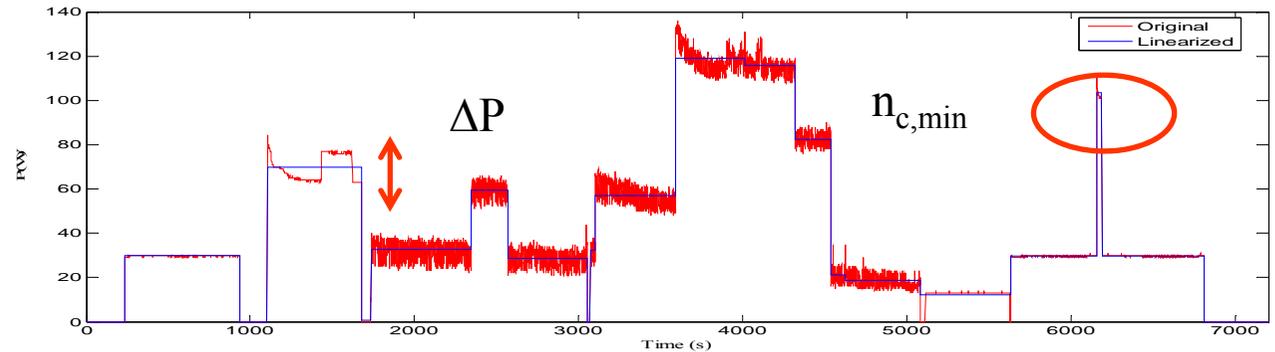
$n_{c,min}$ = Numero minimo di campioni o durata minima transizioni

Per distinguere un **disturbo** da una **transizione** (On o Off) la potenza attiva (reattiva) deve permanere per un numero minimo di campioni (almeno 5 o 6)

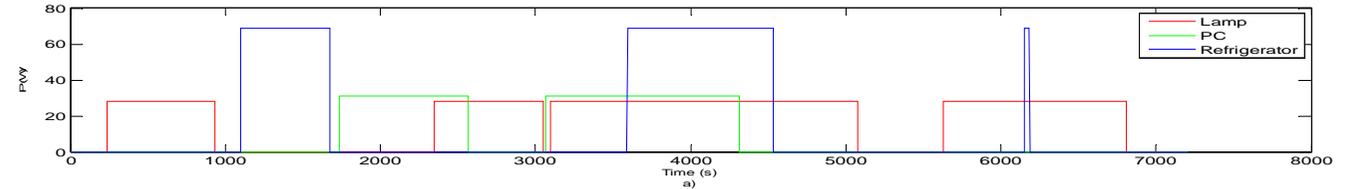


uni Risultati.....

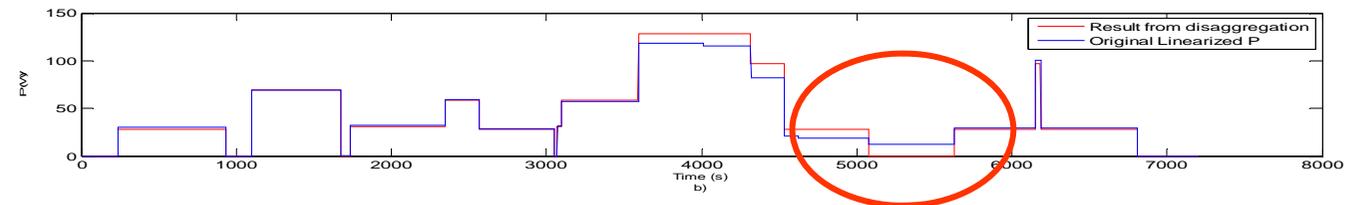
Linearizzazione



Output



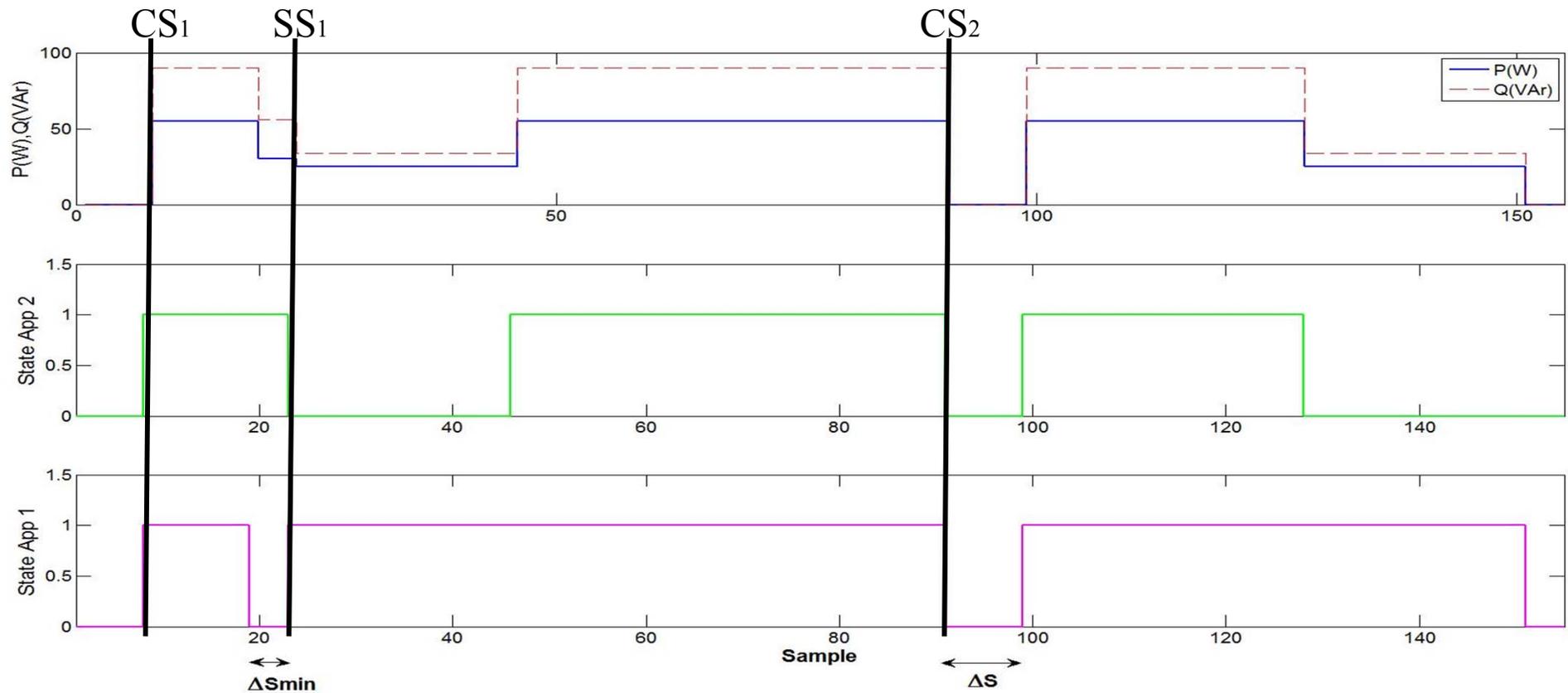
Cause:



- Dati di ingresso incompleti, o mancanti
- Carichi di piccola potenza
- Carichi con potenze nominali vicine
- Accensioni multiple

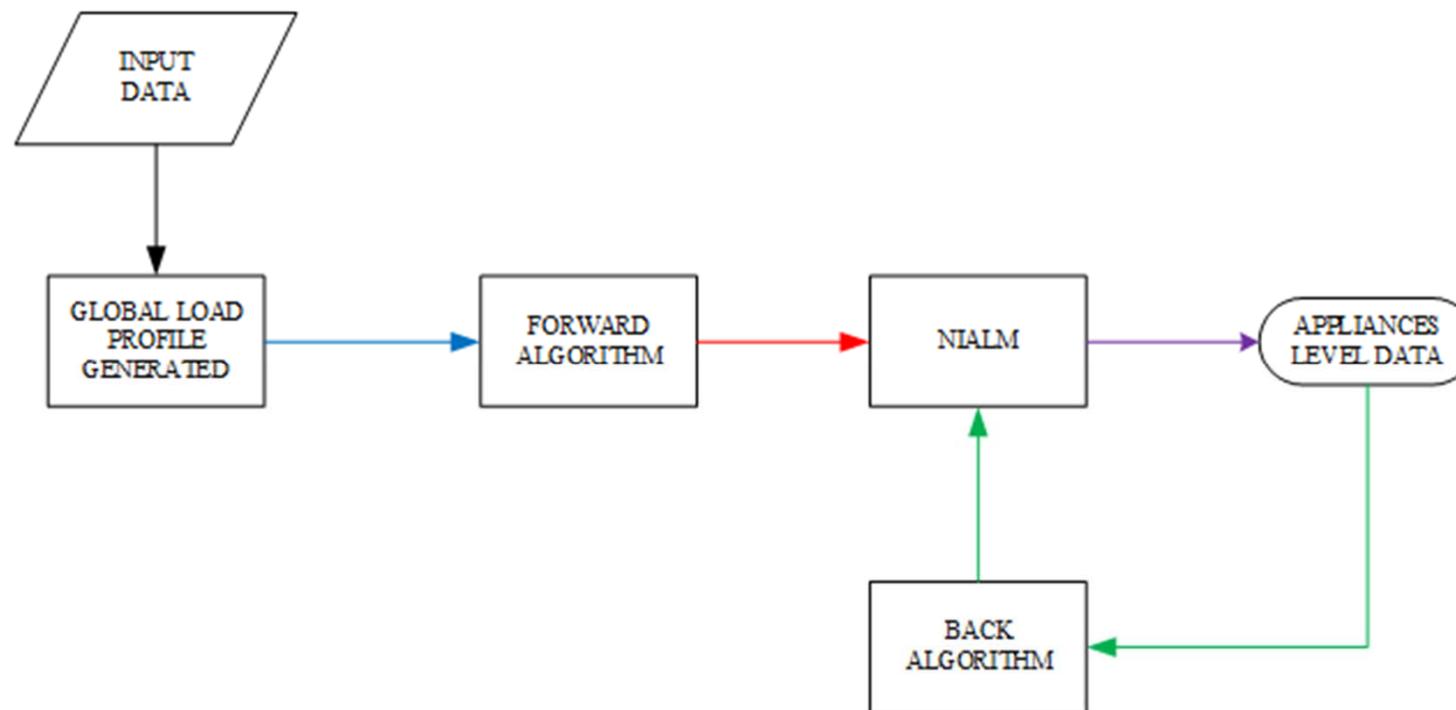
Esempio Pratico:

- Accensioni Contemporanei: CS
- Accensioni e Spegnimenti Simultanei: SS



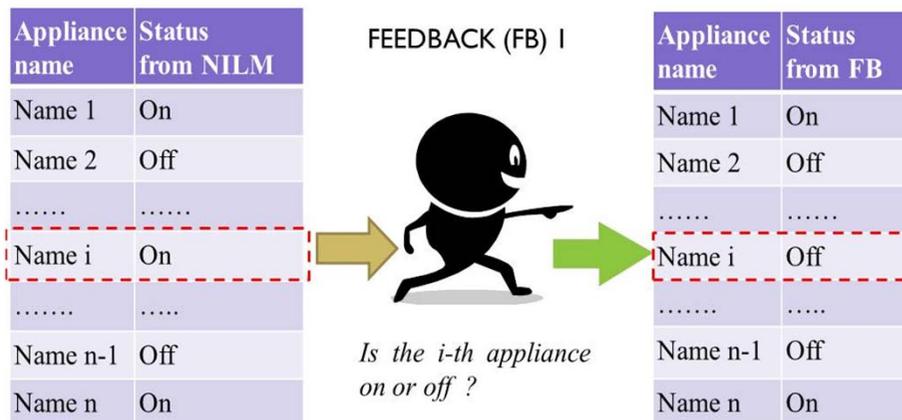
Valutare quantitativamente le diverse cause di inefficienza dell'algoritmo PQ-DA

- ✓ Algoritmo per la generazione casuale di profili di assorbimento
- ✓ Algoritmo di FEEDBACK

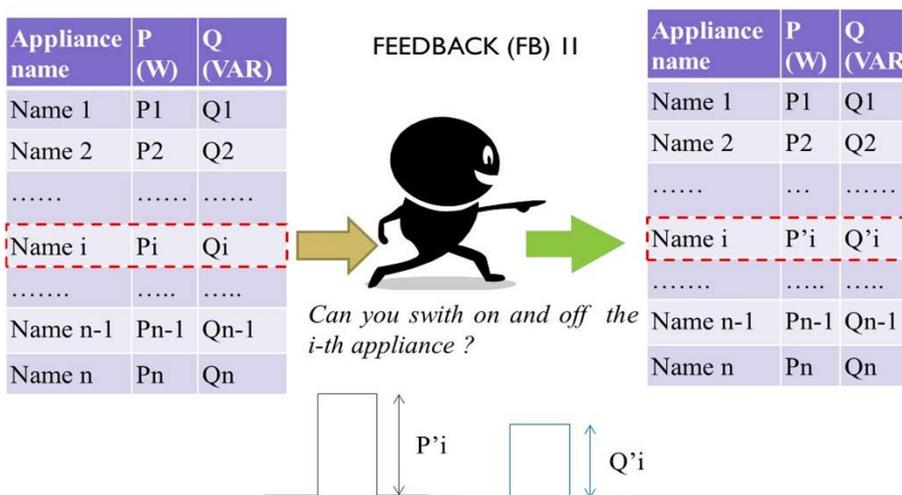


FEEDBACK ACTIONS

Check status feedback



Verify signature feedback



DEMO:

- ✓ Generazione Casuale dei profili di carico;
- ✓ Check status feedback Action



NIALM SYSTEM

INPUT

Set Input

Num App= 10
Sample= 500
P Range (W) = 10-P<100
cos_phy= 0.5<cos_phy<1

Loads Features

	Power Active (W)	Reactive Power (VAr)
APP_1		
APP_2		
APP_3		
APP_4		
APP_5		
APP_6		
APP_7		
APP_8		
APP_9		
APP_10		

Randomly Load Profile

Step 1: Generate SSA Load_SSA

Controlled Randomly Load Profile

All Exceptions

GNSS= Result Choice 2
GNCS= Result Choice 3

Step 2: Generate Profile

Characteristics: Load Profile

DeltaMinimo Delta_Min
P.Max Profile P_Max_Profile

Global Load Profile Generated

Global Load Profile Disaggregated

Disaggregation Section

Total Disaggregation SSA_Forward

Single Appliances Disaggregation

Historical Individual Appliances

Load 1 Load 2 Load 3 Load 4 Load 5 Load 6 Load 7 Load 8 Load 9 Load 10

Quantitative Evaluation Nialm Algorithm

Estimate

	Values
Eta_s	
Eta_p	
DG	
KG	
GNSS	
GNCS	

FEEDBACK ACTION

Predizione sulla caratterizzazione dei dispositivi domestici

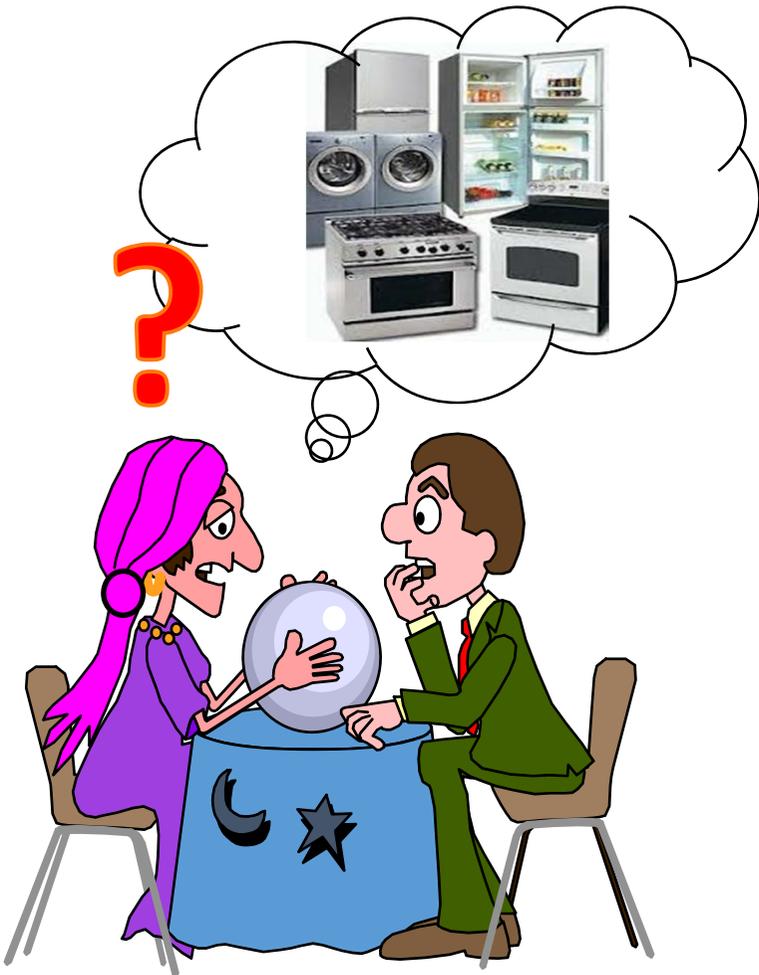
Feedback Forecast Modul (HHM):

Sviluppo di un algoritmo di previsione, basato sullo studio del profilo di carico.



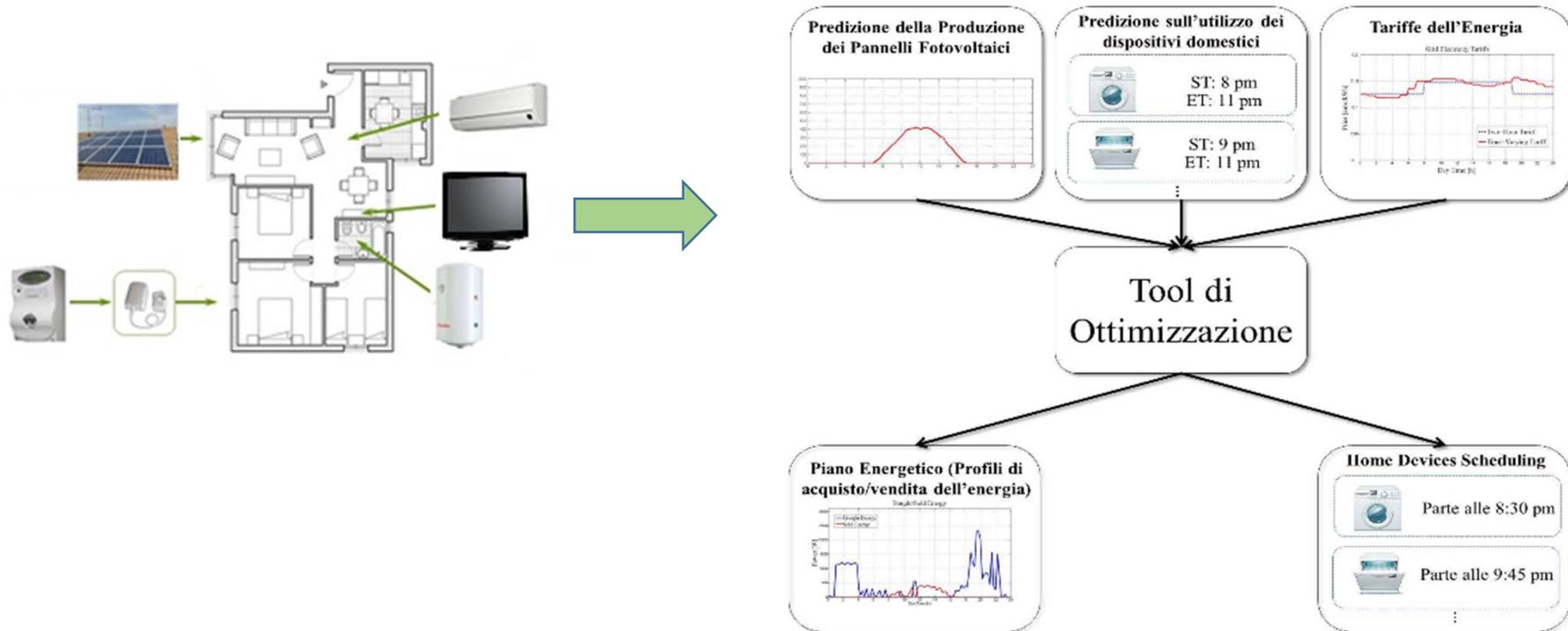
Obiettivi:

- Caratterizzare il profilo di carico, prima di applicare PQ-DA;
- Diminuire la quantità di informazione da richiedere all'utente.



Sviluppi Futuri

Sperimentazione in campo su una utenza domestica: **con impianto di auto produzione**



Fonti di Finanziamento



Regione Siciliana

PO. FESR 2007-2013 - Sicilia - Linea di Intervento
4.1.1.2

Titolo:

**S.E.E.E. - Sistemi di Efficienza per l'Emancipazione
Energetica**

Costo del progetto: € 728.000,00

Tipologia di Intervento: Sviluppo Sperimentale

Settori di Intervento: Energia e Ambiente

Durata del progetto: 18+3 mesi (dal 2/2012 al 10/2013)



Onda energia S.p.A



Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Elettronica e Informatica



Fonti di Finanziamento



Regione Siciliana

PO. FESR 2007-2013 - Sicilia - Linea di Intervento 4.1.1.1

Titolo:

GALACON – Sviluppo di sistemi non invasivi per la disaggregazione dei carichi

Costo del progetto: € 2.796.595,00

Tipologia di Intervento: Sviluppo Sperimentale

Settori di Intervento: Energia e Ambiente

Durata del progetto: 30 mesi (da gennaio 2013 a Luglio 2015)

INVENTA ENGINEERING SRL.

LOGOS SPA

Onda energia S.p.A



Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Elettronica e Informatica



Pubblicazioni periodo 2014/ 2015

1. Tina GM, *Amenta V*, Di Modica G, Tomarchio O. “Web interactive non-intrusive load disaggregation system for active demand in smart grids.” EAI Endorsed Transactions on Energy 2014; 1(3):e4.
2. *V. Amenta*, G. Tina, “Load Demand Disaggregation based on Simple Load Signature and User’s Feedback”, submitted to SEB 2015, 7th International Conference on Sustainability in Energy and Buildings.



**DIEEI**
Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Elettronica e Informatica

Grazie per l'attenzione !



Valeria Amenta,
valeria.amenta@dieei.unict.it