

**Corso di Laurea Magistrale di Ingegneria Elettrica**  
**Gestione, automazione e comunicazione**  
**dei sistemi elettrici**  
**AA 2014-15**

# **Smart Metering**

**Francesco Benzi**

**Versione in fase di revisione e sistemazione.  
Non pubblicare o diffondere senza questo avviso.**

## **Sviluppo dello Smart Metering**

**Gli impulsi allo sviluppo dello Smart Metering per la misura efficiente e a distanza dei consumi energetici viene congiuntamente da:**

- Requisito essenziale per l'implementazione di ogni tipologia di Smart Grid**
- Precise indicazioni legislative derivanti da successive delibere dell'Unione Europea e in altri contesti a livello internazionale (Progetto 20-20-20)**
- Possibili vantaggi in termini di bilancio costi-benefici per le utilities e le aziende interessate (produttori, distributori)**

**Per ragioni tecniche la diffusione su larga scala di Smart Meters si svolge a partire dalla misura dell'energia elettrica (Progetto Contatore ENEL in Italia nel 2000) e si sta estendendo alla misura di gas, acqua e calore con tempi più lunghi**

## La Direttiva Unione Europea

DIRETTIVA 2012/27/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

del 25 ottobre 2012

sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE

- (27) Per quanto riguarda l'energia elettrica, e conformemente alla direttiva 2009/72/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 13 luglio 2009, relativa a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica <sup>(1)</sup>, che giudica positivamente l'introduzione dei contatori intelligenti, almeno l'80 % dei consumatori dovrebbe essere dotato di sistemi intelligenti di misurazione entro il 2020. Per quanto riguarda il gas, e conformemente alla direttiva 2009/73/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 13 luglio 2009, relativa a norme comuni per il mercato interno del gas naturale <sup>(2)</sup>, che giudica positivamente l'introduzione dei sistemi di misurazione intelligenti, gli Stati membri o qualsiasi autorità competente da essi designata, dovrebbero elaborare un calendario per l'attuazione di sistemi di misurazione intelligenti.

## La Direttiva Unione Europea

### *Articolo 9*

#### **Misurazione**

1. Gli Stati membri **provvedono affinché, nella misura in cui ciò sia tecnicamente possibile, finanziariamente ragionevole e proporzionato rispetto ai risparmi energetici potenziali, i clienti finali di energia elettrica, gas naturale, teleriscaldamento, teleraffreddamento e acqua calda per uso domestico, ricevano a prezzi concorrenziali contatori individuali che riflettano con precisione il loro consumo effettivo e forniscano informazioni sul tempo effettivo d'uso.**

Un tale contatore individuale a prezzi concorrenziali è sempre fornito quando:

- a) è sostituito un contatore esistente, salvo ciò sia tecnicamente impossibile o non efficiente in termini di costi in relazione al potenziale risparmio energetico stimato a lungo termine;
- b) si procede ad un nuovo allacciamento in un nuovo edificio o si eseguono importanti ristrutturazioni come previsto dalla direttiva 2010/31/UE.

## La Direttiva Unione Europea

### *Articolo 9*

#### **Misurazione**

2. ...

a) provvedono affinché..., **i sistemi di misurazione forniscano ai clienti finali informazioni sul tempo d'uso effettivo** e affinché si tenga pienamente conto degli obiettivi di efficienza energetica e dei vantaggi per i clienti finali;

b) **garantiscono la sicurezza dei contatori intelligenti e della comunicazione dei dati nonché la privacy dei clienti finali, ...;**

c) **nel caso dell'energia elettrica e su richiesta del cliente finale, impongono agli operatori dei contatori di assicurare che il contatore o i contatori siano in grado di tenere conto dell'energia elettrica immessa nella rete dai locali del cliente finale;**

d) provvedono affinché, se il cliente finale lo richiede, **i dati del contatore relativi all'immissione e al prelievo di energia elettrica siano messi a sua disposizione** o a disposizione di un terzo che agisce a suo nome in un formato facilmente comprensibile che possa essere utilizzato per raffrontare offerte comparabili; ...

## SMART METERING: IL NUOVO RUOLO DEI CONTATORI

*“Estensione dei principi della Smart Grid nel contesto dei contatori per la lettura fiscale dei consumi energetici e idrici”*

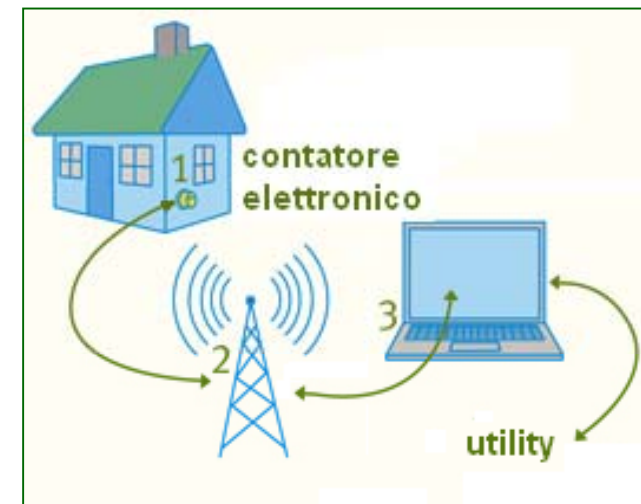
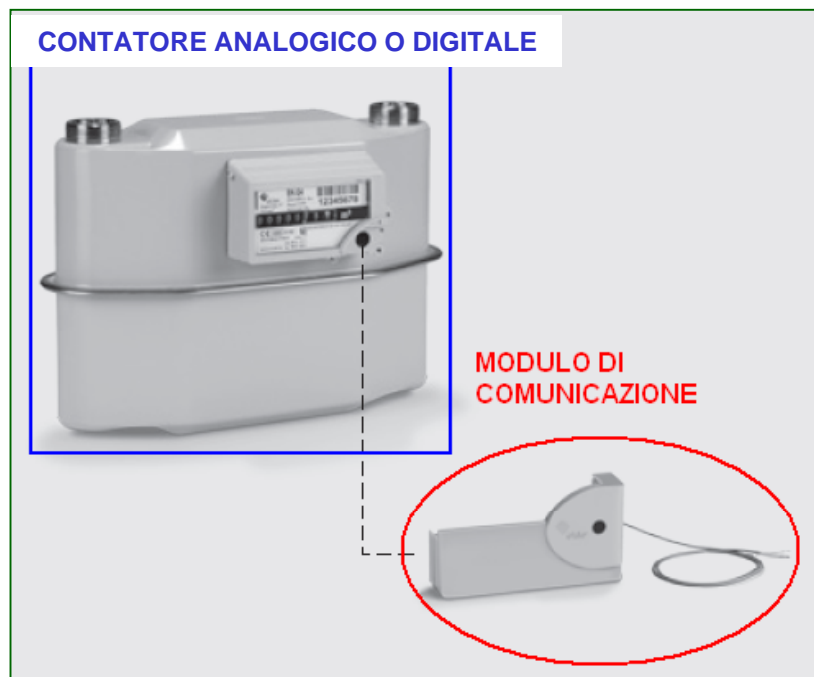
**PARTE  
METROLOGICA**

+

**SISTEMI DI  
COMUNICAZIONE**

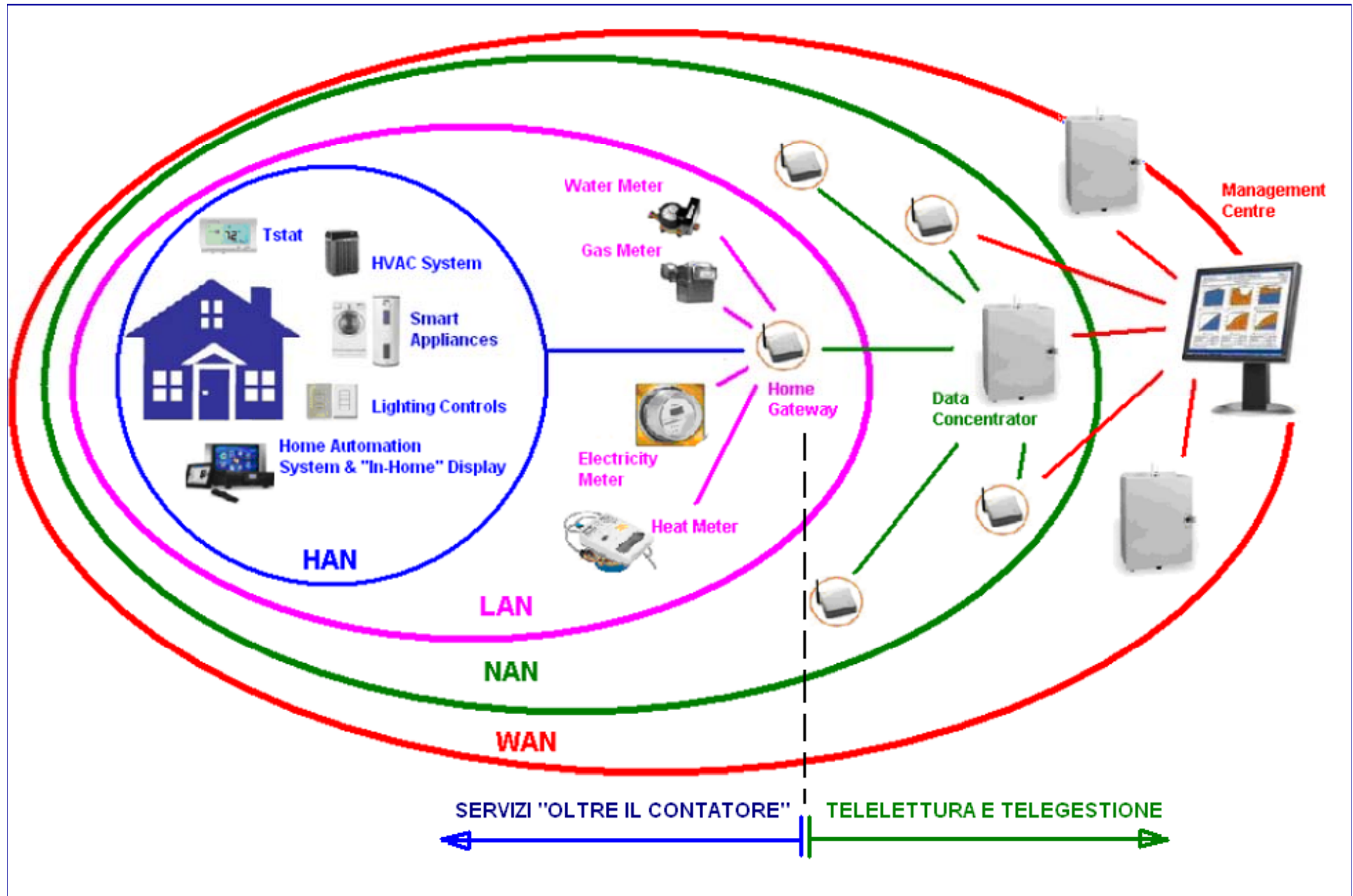
=

**INTERAZIONE E  
CONDIVISIONE DI  
INFORMAZIONI TRA  
CONTATORE E UTILITY**



IL CONTATORE DIVENTA PER LE UTILITY L'ULTIMO ELEMENTO DELLA CATENA DI CONTROLLO E GESTIONE DELLA RETE

# L'INFRASTRUTTURA DI COMUNICAZIONE



# LA MISURA AL SERVIZIO DI UTILITY E UTENTE

## OPPORTUNITÀ PER I DISTRIBUTORI:

- Ridurre i **COSTI OPERATIVI**;
- analisi dei consumi e fatturazione sulla base di **DATI EFFETTIVI**;
- OTTIMIZZARE LA DISTRIBUZIONE** in base alle variazioni della **DOMANDA**;
- avere **MAGGIOR CONTROLLO** sulla rete e sui punti di riconsegna (PdR).

## OPPORTUNITÀ PER L'UTENTE:

- SERVIZI DI INFORMAZIONE**:
  - sui consumi, prezzi e tariffe;
- **DEMAND-SIDE MANAGEMENT**:
  - Incentivi;
  - tariffe diversificate;
  - gestione dei carichi domestici;
  - Altri (es. termoregolazione)



## CONTATORI ELETTRONICI: UNA PANORAMICA

**ELETTRICITÀ:** REALTÀ GIÀ AFFERMATA IN ALCUNI PAESI (vedi Italia)

**GAS, ACQUA E CALORE:** NUOVI AMBITI DI DIFFUSIONE E IMPATTO INDUSTRIALE E SOCIALE PER I PROSSIMI DECENNI



### PIÙ PROBLEMATICHE

- Alimentazione
- Tecniche di comunicazione

Trasporre i principi del contatore elettronico dell'elettricità anche agli altri

### OBIETTIVO:

- STRUTTURA TOTALMENTE INTEGRATA DELLE 4 COMMODITY
- GESTIONE COORDINATA DI TUTTI GLI ASPETTI ENERGETICI DEI P.d.R.
- EROGAZIONE DI SERVIZI “OLTRE IL CONTATORE” AL CLIENTE FINALE

# STATO D' APPLICAZIONE IN EUROPA

## ELETTRICITÀ

MS already completed roll-out	Metering points in the Country	Roll-out period Start Date	Roll-out period End Date	Penetration rate by 2020 (%)	SM lifetime (years)
Finland	3,300,000	2009	2013	97%	15 - 25
Italy	36,700,000	2001	2011	99%	15
Sweden	5,200,000	2003	2009	100%	10

## GAS

Stato Membro	Punti di misura	Periodo di Roll-out	Tasso di diffusione nelle famiglie (%)	Vita tecnica dello Smart Meter (anni)
Austria	1,470,000	2011-2017	95%	12
France	11,000,000	2014-2020	100%	20
Ireland	600,000	2015-2019	100%	17
Italy	22,200,000	2010-2018	60%	15
Luxembourg	80,000	2015-2020	95%	
Netherlands	6,900,000	2014-2020	80%	
United Kingdom	26,600,000	2012-2019	97%	15

# Metrologia dei contatori del gas:

meccanici

elettronici

Diaframmi

Rotoidi

Turbina

Ultrasuoni

Massici



RESIDENZIALE



## Correttore PTZ

La misura del volume di gas consumato dipende da diverse condizioni esterne  
È necessario riportarla alle condizioni standard con dispositivi correttori

$$V_C = V_L \cdot \left(\frac{P}{P_b}\right) \cdot \left(\frac{T_b}{T}\right) \cdot \left(\frac{Z_b}{Z}\right) \quad [\text{Sm}^3/\text{h}]$$

dove:

$V_C$  = volume alle condizioni standard ( $P_b$  e  $T_b$ )

$V_L$  = volume alle condizioni di linea ( $P$  e  $T$ )

$P_b$  e  $T_b$  = pressione e temperatura standard contrattuale ( $P_b = 1,01325$  bar,  $T_b = (273,15 + 15^\circ)$  K)

$P$  e  $T$  = pressione e temperatura di linea

$Z_b$  e  $Z$  – fattore di compressibilità del gas alle condizioni rispettivamente standard e di linea, quest'ultima calcolabile secondo diverse formule (es. AGANx-19 [32]).



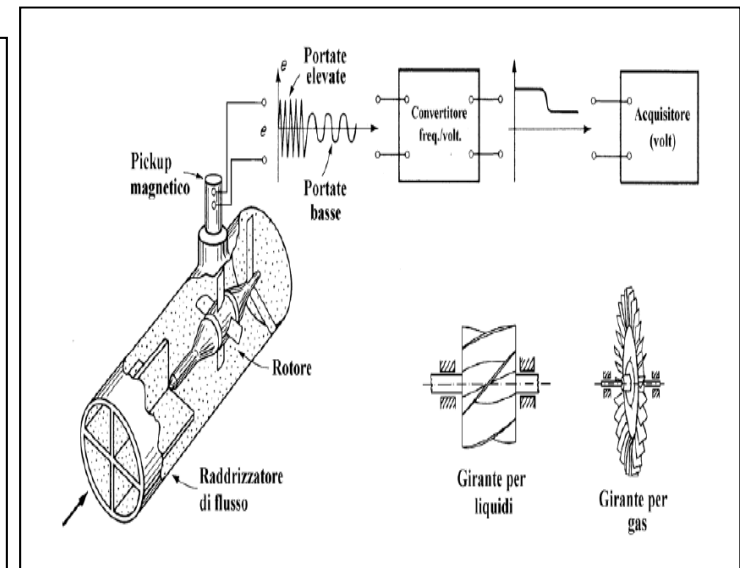
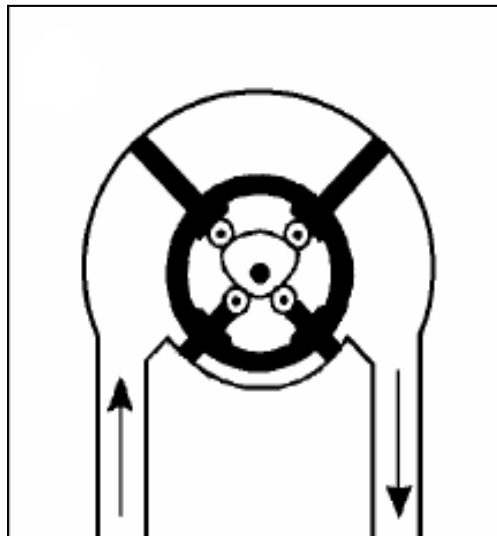
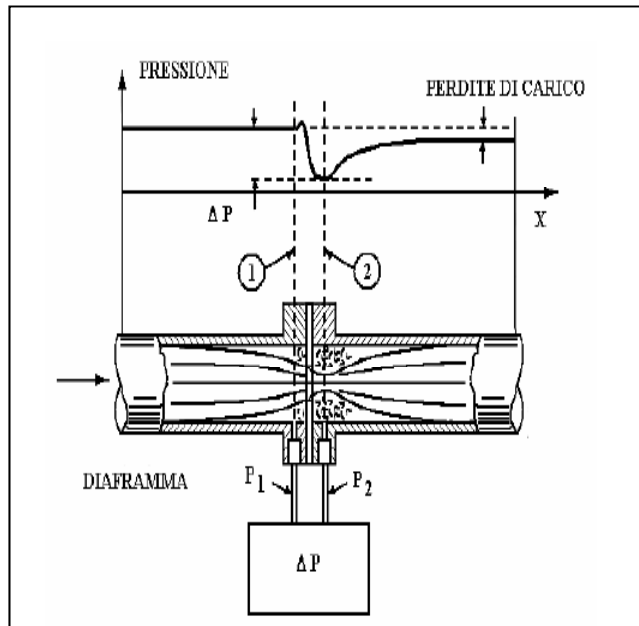
# CONTATORI PER L' ACQUA

## ENERGY EXTRACTIVE

A Pressione Differenziale

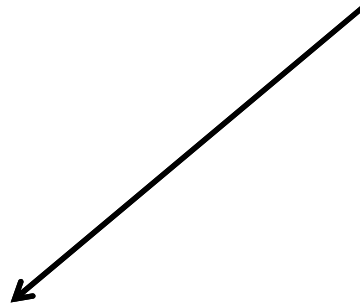
Volumetrici

A Turbina



# CONTATORI PER L'ACQUA

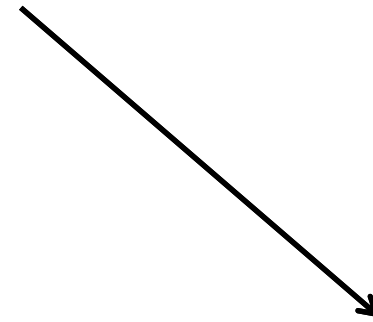
**ENERGY ADDITIVE**



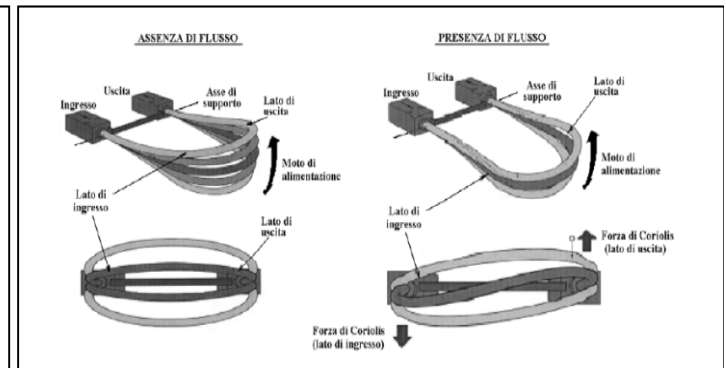
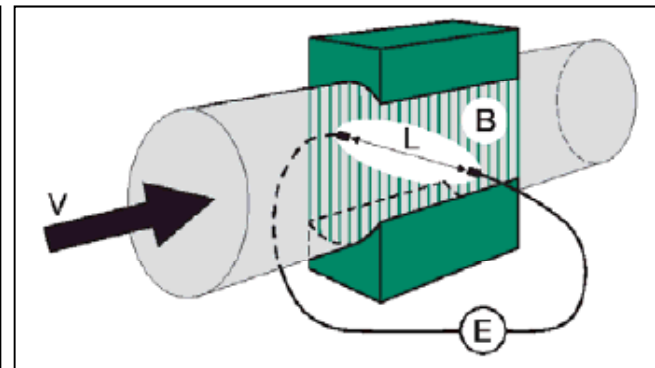
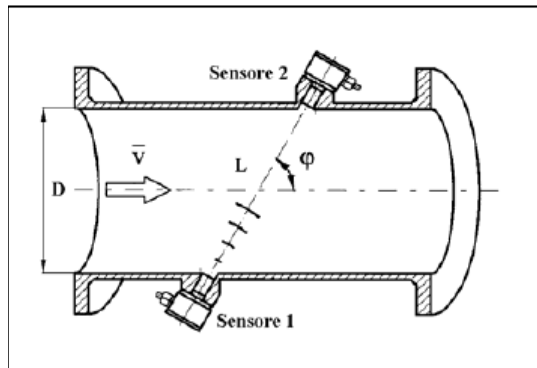
**Ad ultrasuoni**



**Elettromagnetici**



**Coriolis**



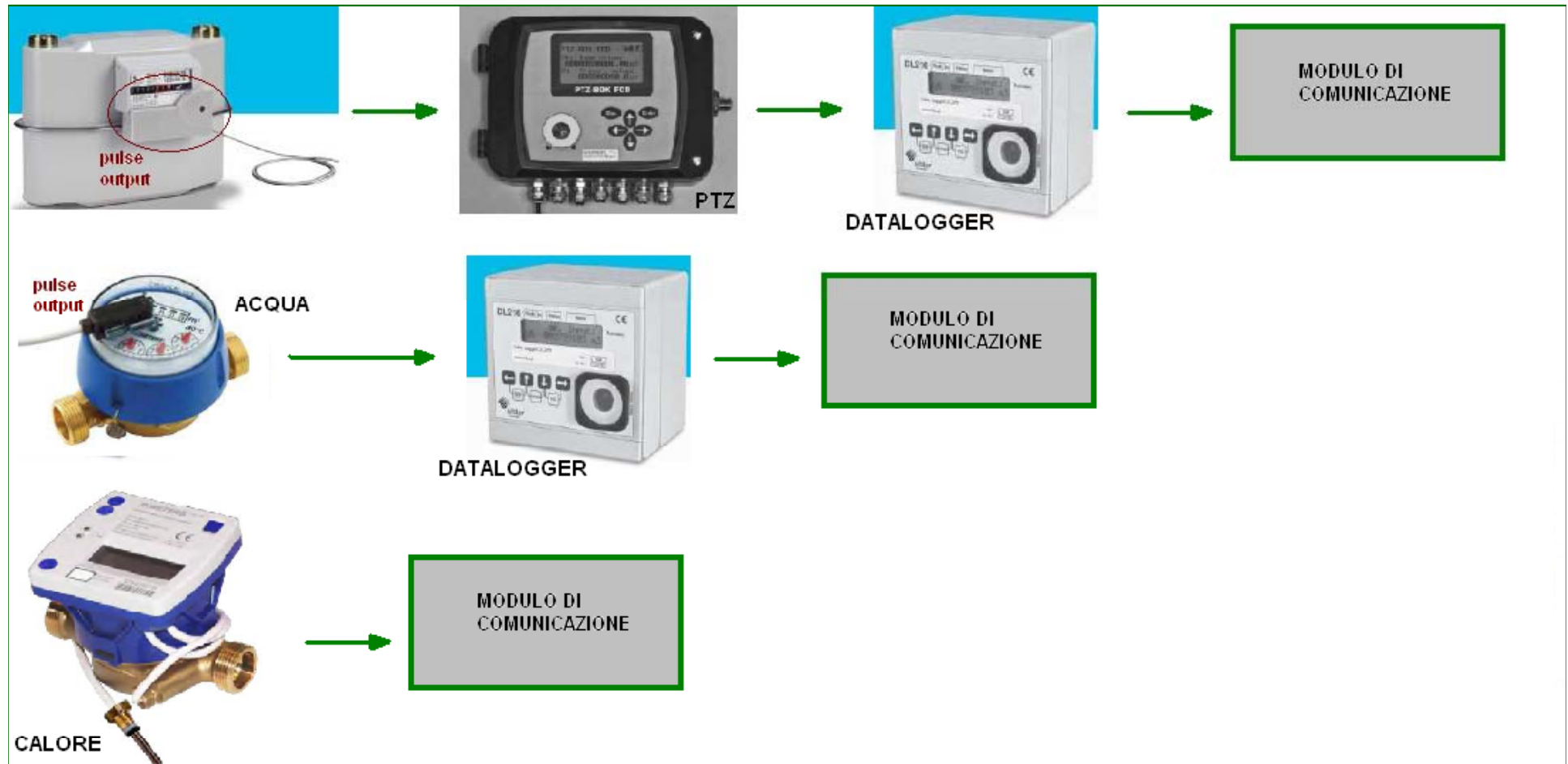
## Metrologia dei contatori di calore:

A parti separate

Compatto



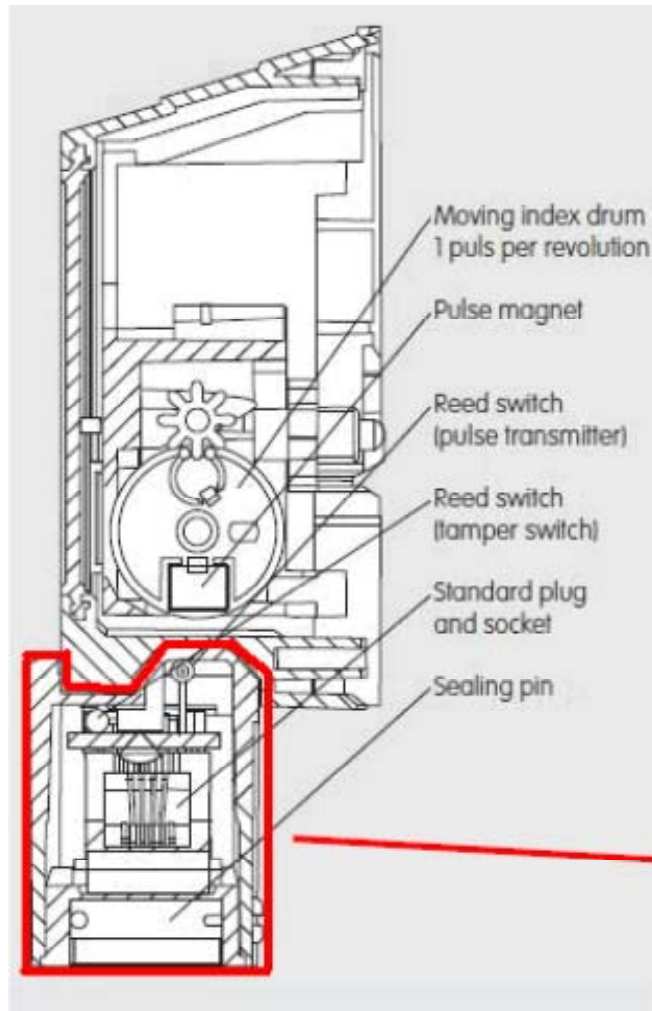
# DISPOSITIVI INTEGRATIVI ALLA PARTE METROLOGICA PER REALIZZARE LA “TELELETTURA/TELEGESTIONE”:





SOLUZIONI PER GENERARE DATI DIGITALI DA CONTATORI MECCANICI

EMETTITORE DI IMPULSI



$V = 24 \text{ V (DC)}$

$I_{\text{max}} = 50 \text{ mA}$

$P_{\text{max}} = 0.25 \text{ W}$



## SOLUZIONI PER GENERARE DATI DIGITALI DA CONTATORI MECCANICI

### ENCODER ASSOLUTO

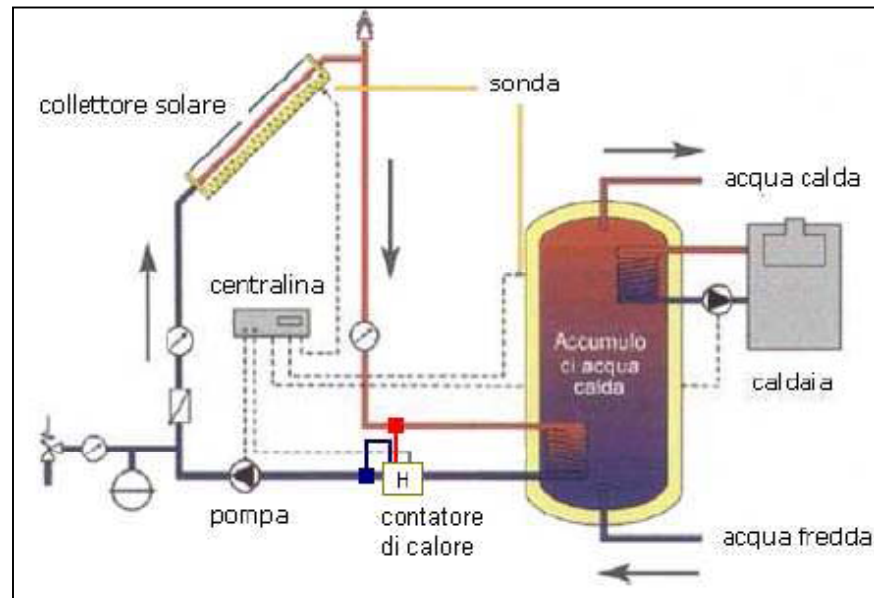


La tecnologia di lettura si basa sulla scansione optoelettronica (opto-electronic scanning, [14]) del quadrante meccanico, che registra tramite un sistema di LED e fotodiodi la posizione di ogni tamburello. Ad ognuno di questi corrispondono tre piste concentriche che presentano una serie asimmetrica di parti opache e trasparenti in successione, cinque fasci di luce emessi da LED scansionano le piste, attraversando solo le zone trasparenti dei dischi e giungendo così sui fotodiodi rilevatori.

Assorbe 3-6 mA

## L'integrazione di diversi Contatori Per i Servizi all'utente Finale

- Visualizzazione su display domestico dei dati d'interesse;
- servizi di gestione diretta dell'energia e della risorsa idrica:
  - Termoregolazione bi-combustibile (caldaia a gas – pompa di calore);
  - Termoregolazione di un impianto combinato (caldaia a gas – pannello solare);
  - Controllo dinamico dei carichi;
  - Sistema di sorveglianza e rilevazione delle perdite idriche.



## **CONTATORI INTEGRATI IN UNA RETE LOCALE PER L'EROGAZIONE DI SERVIZI ALL'UTENTE**

Proposta di INTEGRAZIONE DEI SISTEMI DI MISURA che:

1. acquisisca le informazioni messe a disposizione da contatori e utility;
2. le renda disponibili all'utente finale;
3. realizzi una serie di servizi “oltre il contatore”.

**L'OBIETTIVO È QUELLO DI VALUTARE:**

- **REQUISITI;**
- **TECNOLOGIA DI COMUNICAZIONE PIÙ APPROPRIATA;**
- **LIMITI E OPPORTUNITÀ;**
- **APPLICABILITÀ IN UN CONTESTO REALE.**

## DATI D'INTERESSE

I servizi “oltre il contatore richiedono un flusso continuo di informazioni, classificabili a seconda del soggetto che le fornisce:

➤ **CONTATORI ELETTRONICI:**

- consumo attuale;
- registri dei consumi storici (giornalieri/settimanali/mensili/annuali);
- informazioni sullo stato dei contatori;

➤ **UTILITY / GESTORI DEL SERVIZIO:**

- segnali di prezzo real-time,
- tariffa applicata;
- segnalazioni, allarmi, stato della rete;
- consigli per ridurre i consumi.

## FREQUENZA DI AGGIORNAMENTO DATI

frequenza di aggiornamento → DINAMICA DEL SISTEMA

- ELETTRICITÀ: richiesta un'alta frequenza d'aggiornamento;  
refresh continuo (ordine dei secondi)
- GAS, CALORE, ACQUA: tempi d'aggiornamento più flessibili.  
refresh discreto (ordine dei 15 min)

## ALIMENTAZIONE DEI CONTATORI

- LIMITE AUTONOMIA  
DEI DISPOSITIVI



Tipo di alimentazione  
Frequenza di aggiornamento

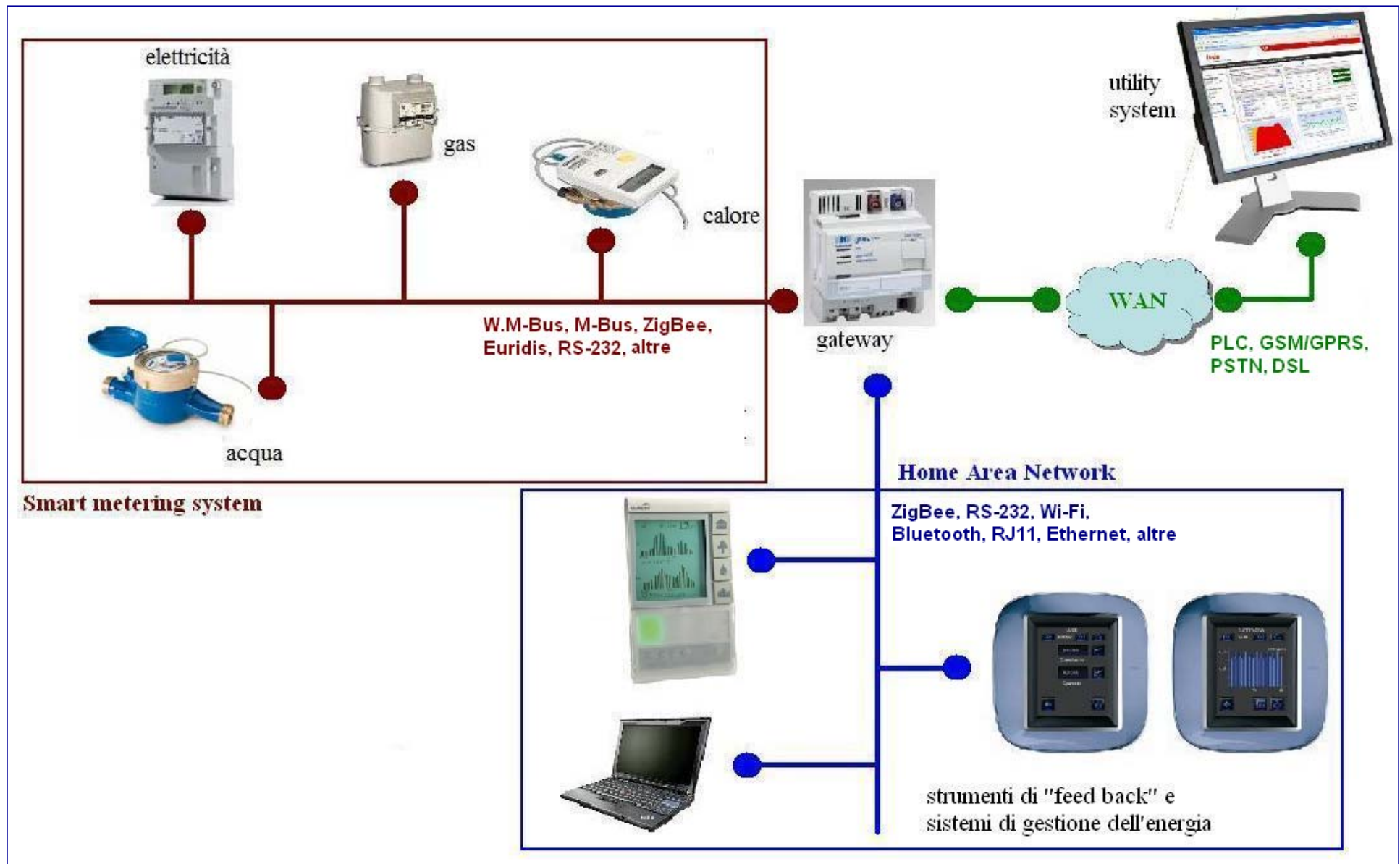
### ELETTRICITÀ:

- alimentazione “naturale” da rete attraverso PLC (Power Line)

### GAS, CALORE, ACQUA:

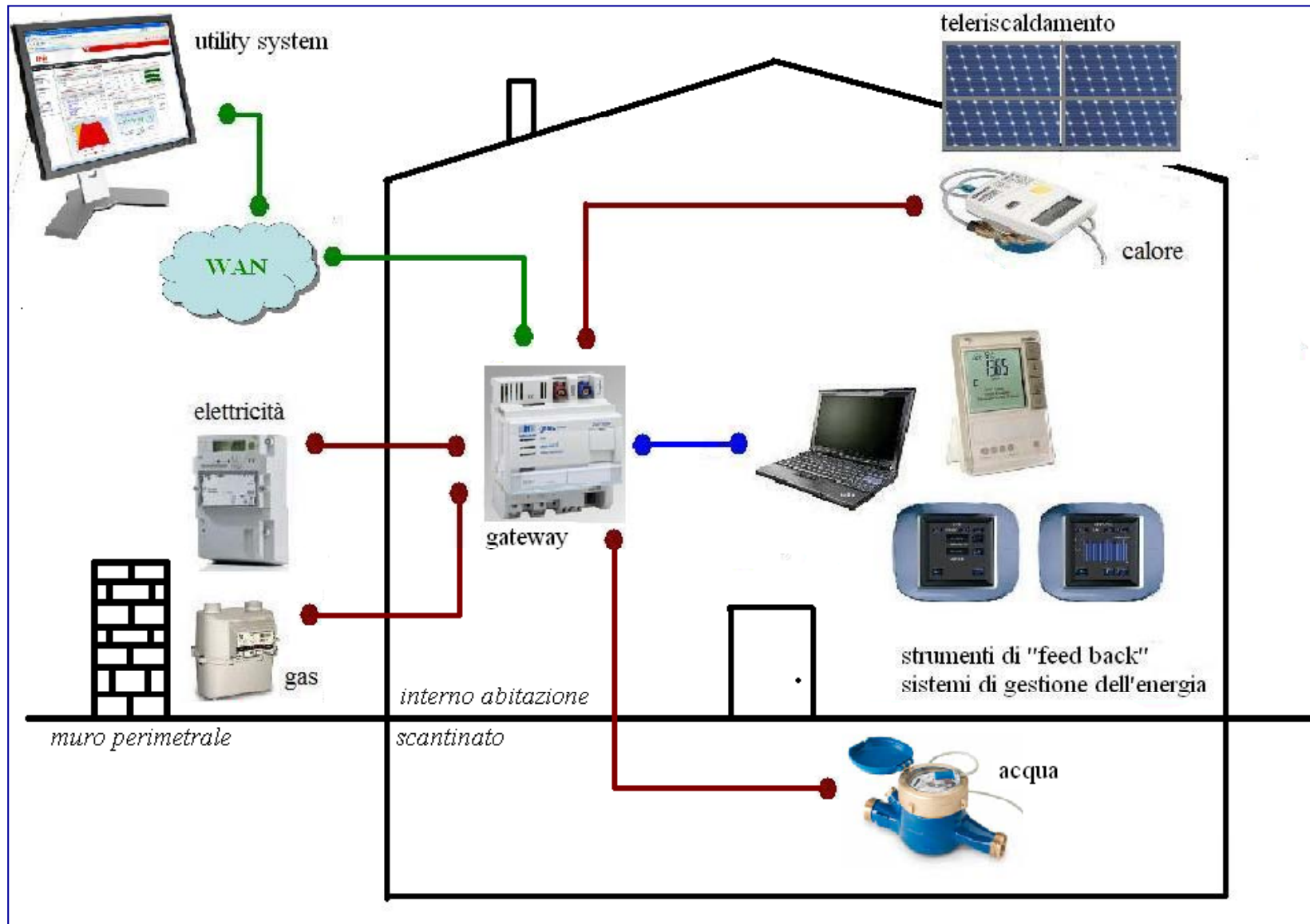
- difficoltà di alimentare da rete (logistica, sicurezza)
- alimentazione a batterie (autonomia limitata, auspicabile 5-10 anni)

# ARCHITETTURA DELLA RETE DI COMUNICAZIONE





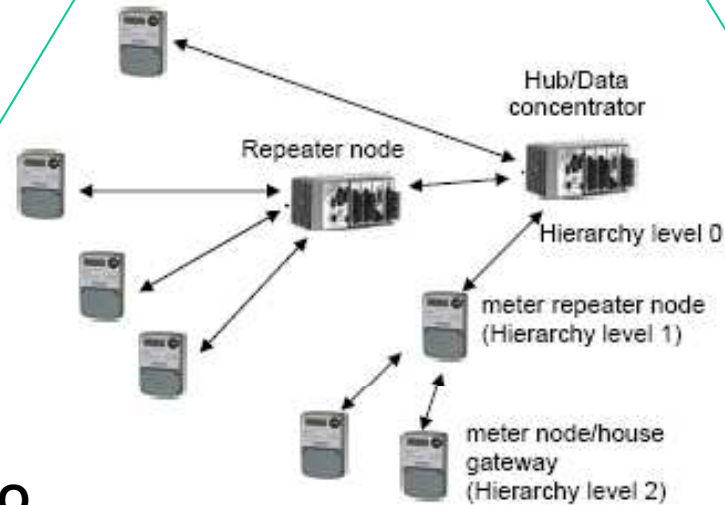
# DISPOSIZIONE DEGLI ELEMENTI (abitazione indipendente)



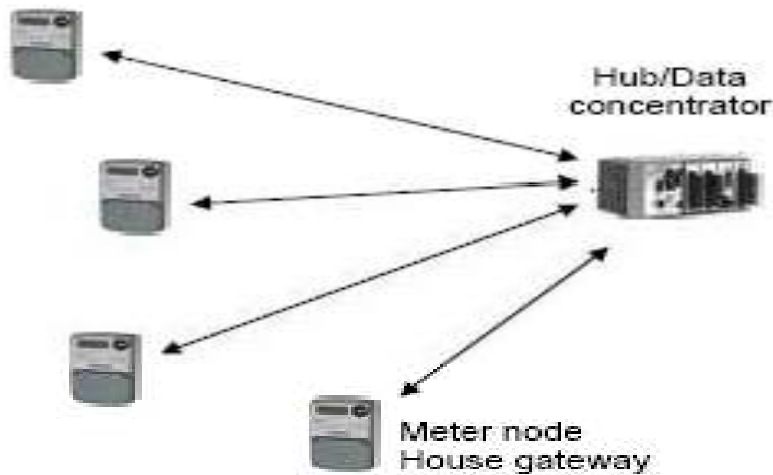
# ACCESS NETWORK

## FIXED NETWORK

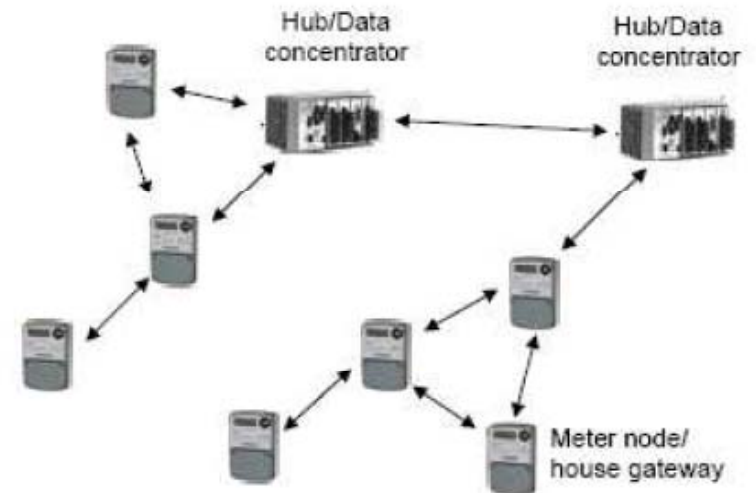
### STRUTTURA A STELLA



### STRUTTURA AD ALBERO

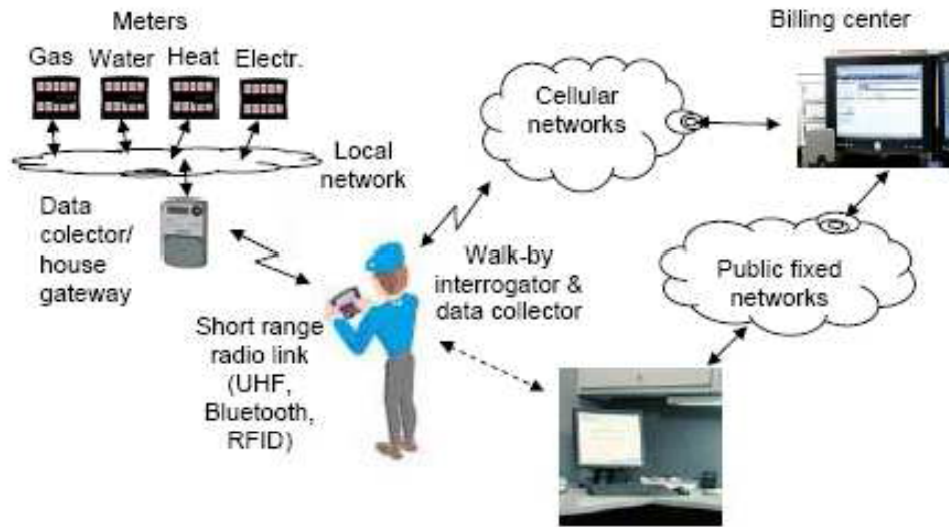


### STRUTTURA A RETE

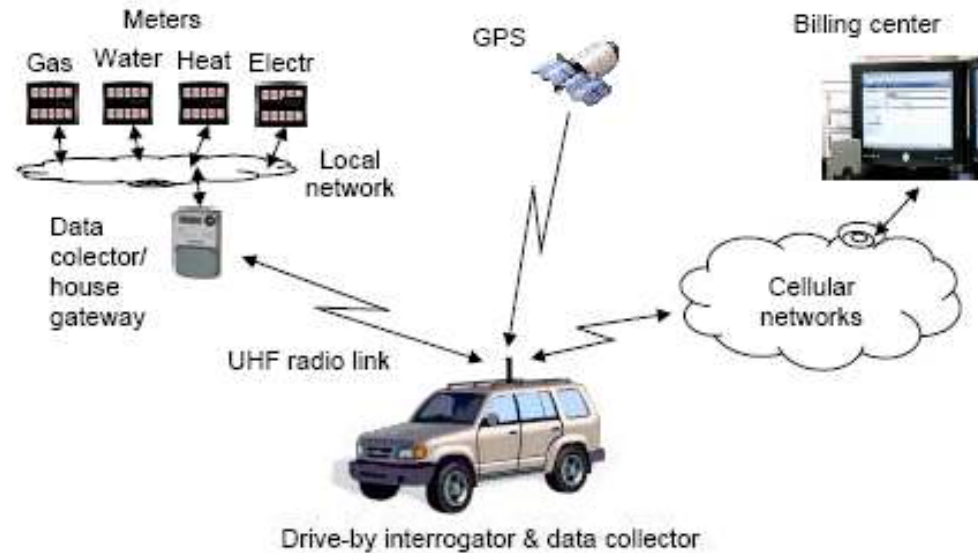


# ACCESS NETWORK

## WALK-BY



## DRIVE-BY



# SCELTA DELLA TECNICA DI COMUNICAZIONE

## WIRELESS

### LIMITI:

interferenze, scarsa raggiungibilità;  
alimentazione a batteria.

### OPPORTUNITÀ:

installazione;  
integrazioni future.



## SOLUZIONE PREFERIBILE:

- Le operazioni richieste non influenzano eccessivamente l'autonomia delle batterie;
- Il progresso tecnologico offre prodotti con prestazioni crescenti.



## CABLATA

### LIMITE:

posa onerosa;  
difficili integrazioni future;

### OPPORTUNITÀ:

fornire alimentazione;  
evita problematiche radio.

Esaminare le normative e numerosi studi europei (OPEN METER) la scelta finale converge su:

**ZigBee 2.4GHz e W.M-Bus 868 MHZ**

## ZigBee 2.4 GHz vs. Wireless M-Bus 868 MHz

Standard per applicazioni in reti wireless a basso costo/bassa potenza con struttura a mesh.

**RECENTE E SVILUPPATO PER  
APPLICAZIONI DOMESTICHE**


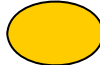

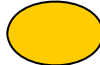










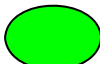

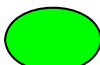





Standard sviluppato in Germania dedicato al metering domestico per reti wireless a basso costo.

**CONSOLIDATO SVILUPPATO  
PER APPLICAZIONI DI  
METERING**

	<b>ZigBee 2.4 GHZ</b>	<b>WM-Bus 868 MHz</b>
<b>Pro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecnologia condivisa da molte utility</li> <li>- Standard aperto e <b>interoperabile</b></li> <li>- Robusta, scalabile, sicura, struttura a mesh (sfrutta il <b>multi-hop</b>)</li> <li>- Forte mercato di dispositivi ZigBee;</li> <li>- 16 canali;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecnologia ampiamente sperimentata</li> <li>- <b>Largamente impiegata</b> in diversi progetti europei;</li> <li>- Si basa su una <b>frequenza</b> che ben si presta per questa applicazione (basse attenuazioni e riflessioni, alta capacità di propagazione);</li> </ul>
<b>Contro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presunti problemi di propagazione del segnale e di interferenza;</li> <li>- Scarsa diffusione nel <b>mercato europeo</b>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problemi di <b>interoperabilità</b> del livello applicativo;</li> <li>- Diverse versioni dello standard <b>incompatibili</b> tra loro.</li> </ul>

	<b>ZigBee 2.4 GHZ</b>	<b>WM-Bus 868 MHz</b>
<b>Hardware</b>	Soluzioni System on Chip (SoC)	Chipset con radio integrata
<b>Trasmissione Dati</b>	Velocità effettiva di 50 kbps, pacchetti di 128 byte	Velocità effettiva di 128-528 kbps
<b>Frequenza</b>	2400 – 2483.5 MHz su <b>16 canali</b>	868 MHz
<b>Alimentazione</b>	Dispositivi FFD: alimentati da rete Dispositivi RFD: alimentati a batteria	Dispositivi MUC: alimentati da rete Contatori elettronici: alimentati a batteria
<b>Potenza e caratteristiche radio</b>	20-35 mA, batterie 1-2 Ah (>10 anni), qualche $\mu$ A in modalità "sleep", <b>2-3 mW</b> (con P.A. 10 mW e 100 mA) <b>Range di 15-20 m single-hop (400-700 m multi-hop)</b>	20-60 mA, batterie 1-2 Ah (>10 anni), qualche $\mu$ A in modalità "sleep", <b>5-25 mW</b> <b>Range di 25 m</b>
<b>Protocollo</b>	IEEE802.15.4 per i livelli MAC e PHY, ZigBee specifica i livelli di rete e applicativo	Struttura OSI su 3 livelli: fisico, data link e applicativo (DLMS/COSEM o dedicato), definiti da EN13757
<b>Applicazioni</b>	Home e Building automation, AMR (ultimo miglio): soprattutto in USA, limitata in Europa	Europa: metering integrato di acqua, calore, gas ed elettricità; non trova altre applicazioni significative.

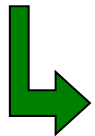
## ANALISI DEI REQUISITI PRINCIPALI

Requisiti per l'implementazione	ZigBee 2.4 GHz	W.M-Bus 868 MHz
Autocorrezione ("self-healing")		
Interoperabilità		
Consumi limitati		
Alta frequenza di aggiornamento dati		
Minimizzare le interferenze		
Misure per mantenere la riservatezza dei dati		
Sostenibilità nel tempo		
Costo limitato della tecnologia		
Capacità di soddisfare la domanda		
Disponibilità di prodotti domestici compatibili con la tecnologia		
Impiego in analoghi progetti si Smart Metering in Europa		

## RISULTATI DELL'ANALISI:

### LA SOLUZIONE “ZigBee 2.4 GHz” È LA PIÙ ADATTA A QUESTA APPLICAZIONE:

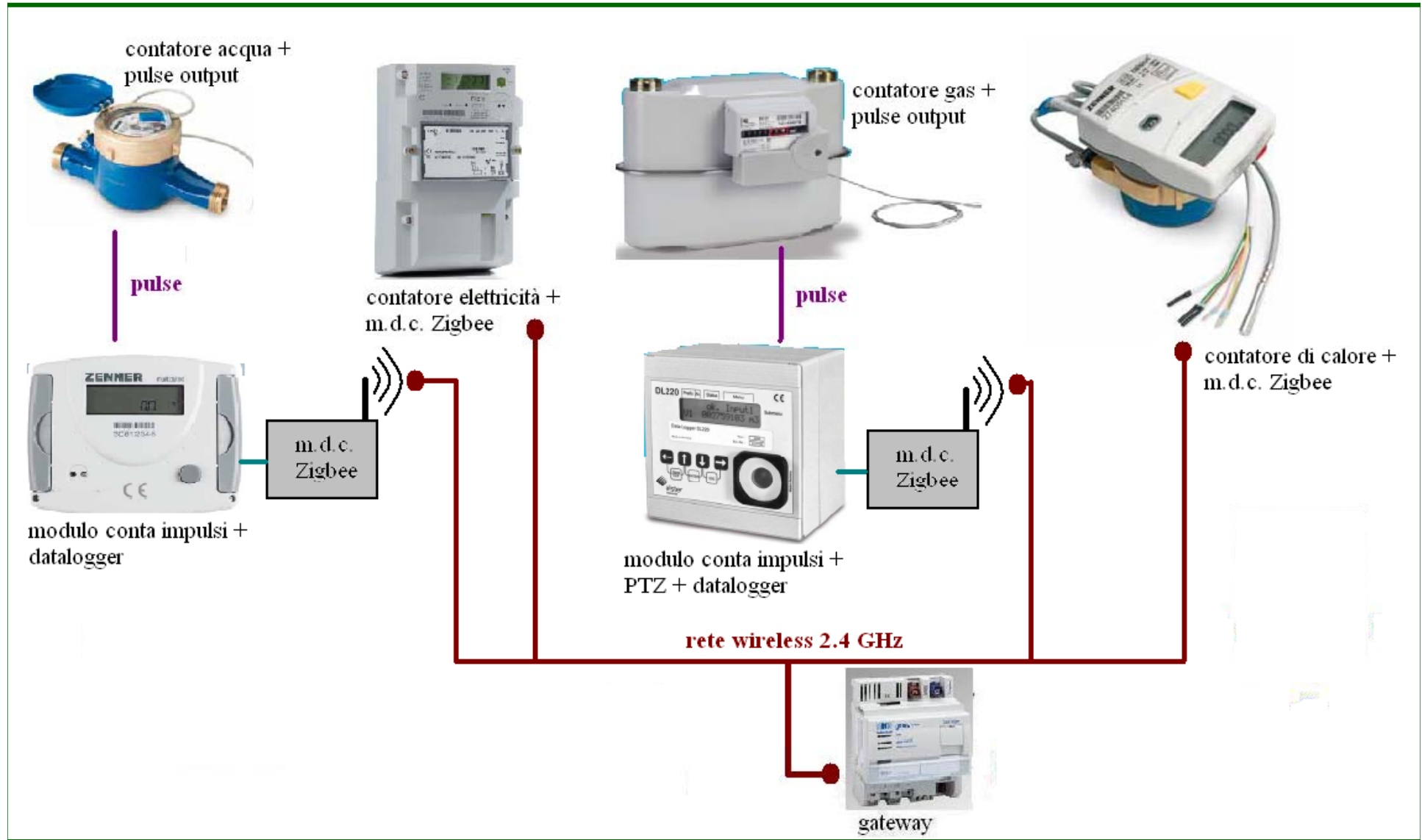
- Interoperabilità garantita da un processo di certificazione;
- Non esiste un mercato di dispositivi domestici compatibili con M-Bus;
- Buon adattamento agli sviluppi tecnologici (aggiornamenti O.T.A. e retro-compatibilità);
- Autonomia della soluzione garantita da autocorrezione e autoconfigurazione;
- Limiti in performance dovuti al consumo di batterie sia per ZigBee che per M-Bus;
- I 16 canali permettono di far fronte alle interferenze con altre reti;
- Limite: Scarsa diffusione in Europa di soluzioni ZigBee 2.4 GHz.



Processo di adattamento delle specifiche al contesto del “metering europeo” (es. “tunneling” di DLMS).



# 7. SCHEMA D'INTEGRAZIONE DEI CONTATORI



## 8. LIMITI DI APPLICABILITÀ DELLA PROPOSTA NEL CONTESTO ITALIANO

- Contatore Enel non è dotato di INTERFACCIA DISPONIBILE;
- consumi e costi di gateway e ripetitori possono scoraggiare l'utenza;
- scarso sviluppo di ZigBee in Europa;
- telelettura/telegestione di elettricità e gas saranno indipendenti;
- concorrenza tra distributori;
- criticità per lo sviluppo della telelettura/telegestione del gas;
- mancanza di un mezzo fisico di interconnessione preesistente per acqua, gas e calore;
- concessioni.

## 9. PROSPETTIVE DI INTEGRAZIONE DEI SERVIZI DI MISURA IN ITALIA

- Enel renda noto il protocollo di comunicazione;
- Valorizzazione dei servizi fruibili dall'utente;
- Maggior informazione sui benefici al cliente;
- Incentivi finanziari per promuovere la soluzione;
- Investire un soggetto indipendente del ruolo di Gestore autonomo dei servizi di misura (Metering Service Provider);
- Necessità di test su campo per aver garanzie sull'autonomia;
- Maggior cooperazione tra Autorità di regolazione e Utility;
- Enti di Standardizzazione propongano una soluzione di riferimento che stimoli competitività e innovazione tecnologica.

## LE SCELTE ATTUALI IN ITALIA

- Il Comitato italiano per il gas ha deciso di adottare a livello nazionale la scelta di WM-Bus 169 MHz
- L'Autorità (AEEG) ha promosso l'integrazione dei servizi attraverso incentivi e bandi di concorso
- Sperimentazione in corso
- Si va anche per l'acqua verso l'ipotesi di utilizzare WM-Bus 169 MHz

## CONCLUSIONI

I potenziali benefici legati all'introduzione dello Smart Metering coinvolgono diversi attori del panorama energetico:

- utility: nonostante alcuni problemi, telelettura e telegestione si presentano come una realtà sempre più concreta e potenzialmente vantaggiosa.

- utente finale: per stimolarlo è necessario conoscere e risolvere risolvere alcune difficoltà:

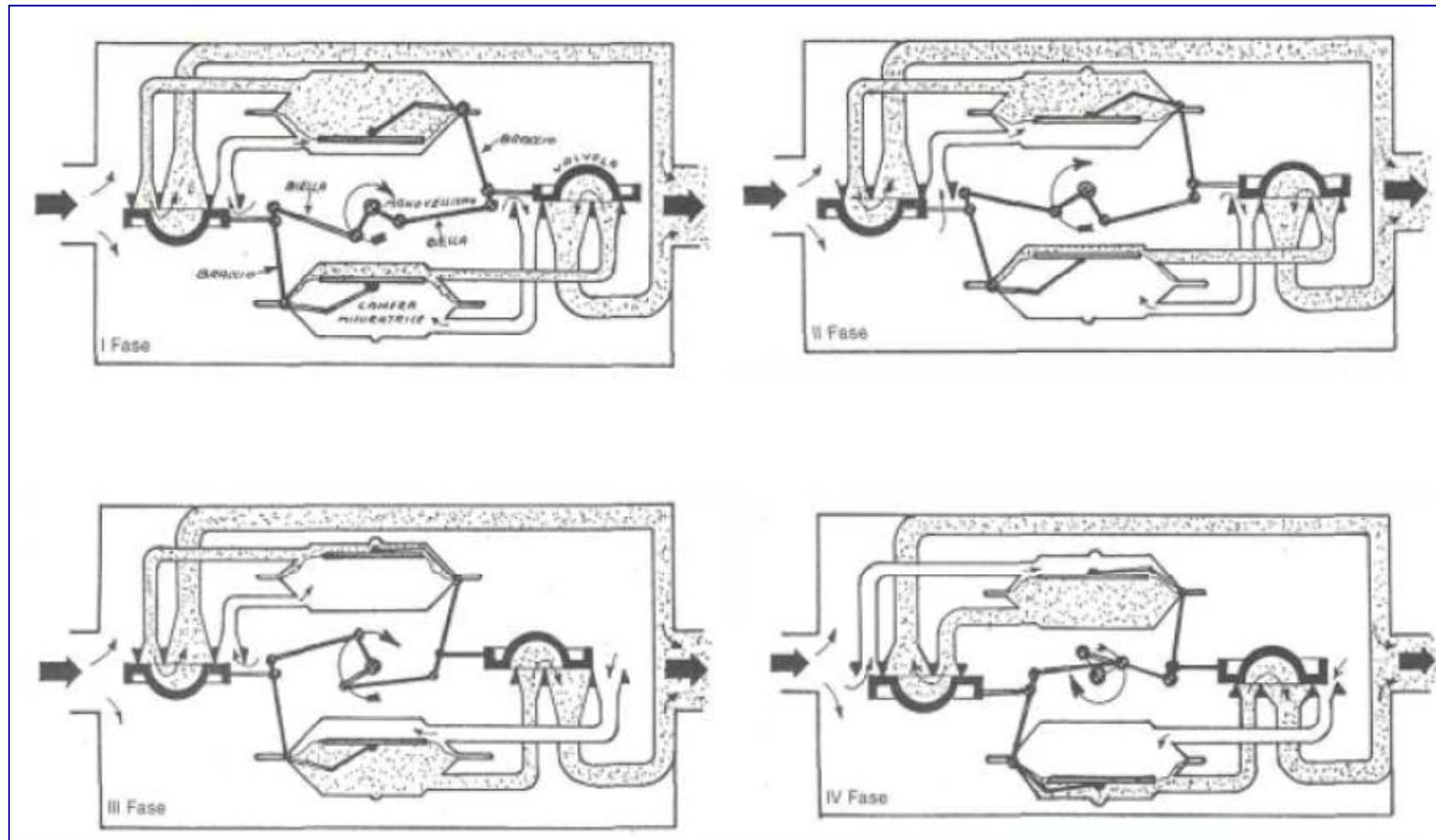
- costo delle tecnologie necessarie (**incentivi economici**);

- scarso interesse all'efficienza energetica (**sensibilizzazione e incentivi**);

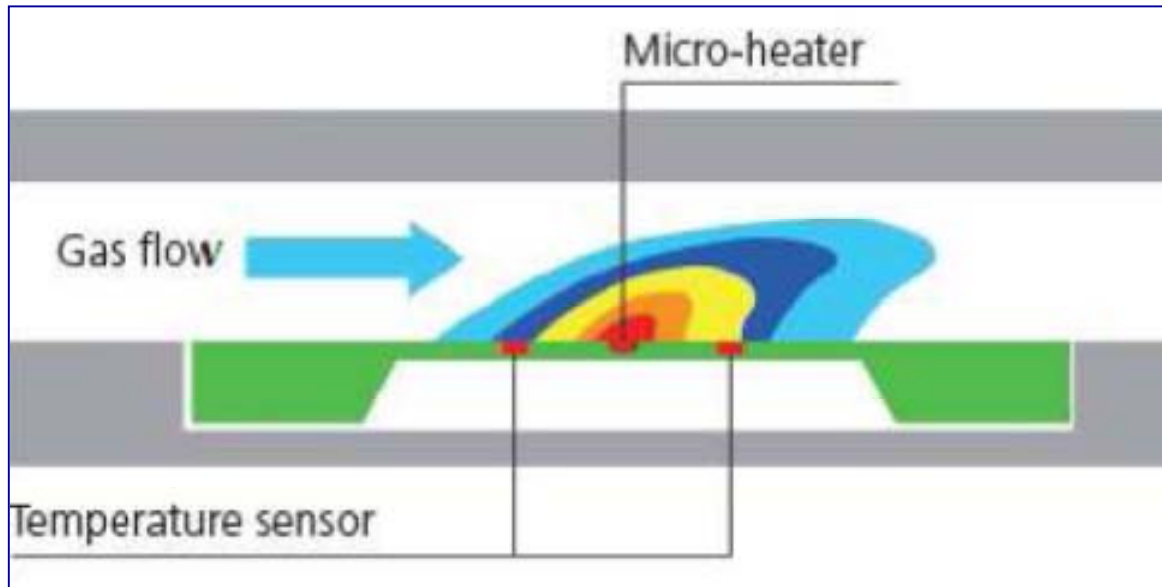
- difficoltà nell'integrare i diversi contatori (**standardizzazione e gestore autonomo dei servizi**)

È fondamentale che tutti i soggetti coinvolti compiano uno sforzo comune e cooperativo; di modo che lo SMART METERING si riveli come una mossa vincente per la scena energetica globale, assicurando benefici per il singolo, per le utility e per la collettività.

# 1. Contatore del gas a diaframmi



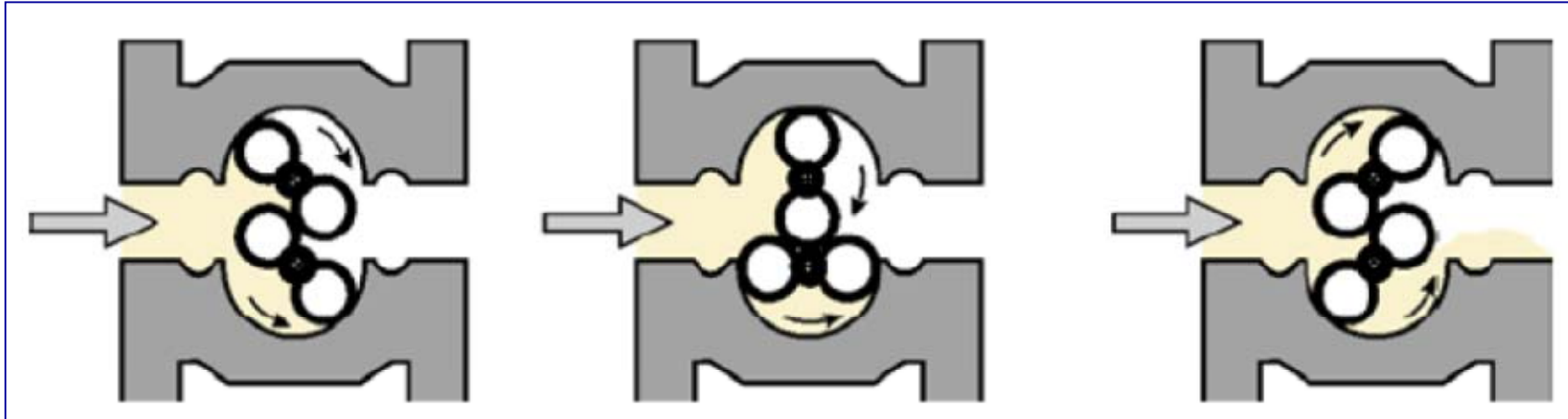
## 2. Contatore del gas “micro-thermal gas flow”



$$\frac{dm}{dt} = \frac{Q}{C_p \cdot \Delta T}$$

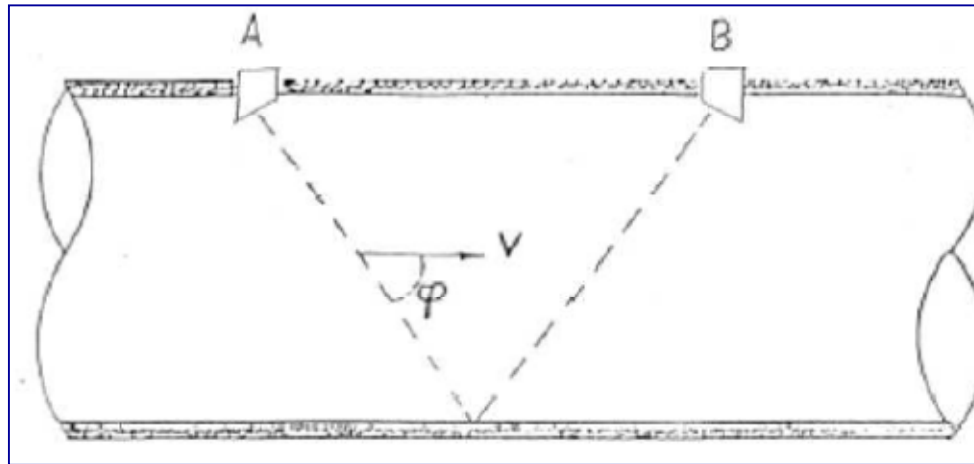
dove il membro a sinistra rappresenta la portata, mentre a destra si trova al numeratore  $Q$  (calore prodotto) e al denominatore il prodotto tra il calore specifico ( $C_p$ ) e il salto di temperatura ( $\Delta T$ )

### 3. Contatore del gas a rotoidi





## 4. Contatore del gas ad ultrasuoni



$$t_{AB} = \frac{L}{C + V \cdot \cos \varphi}$$

$$t_{BA} = \frac{L}{C - V \cdot \cos \varphi}$$

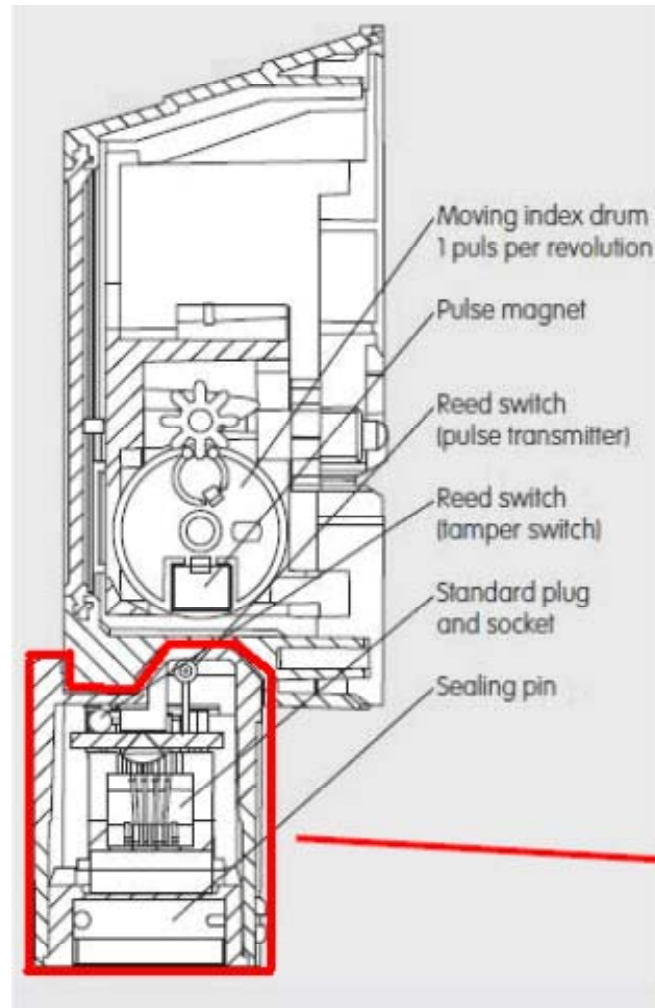
Considerando infine l'area di passaggio nella sezione di misura (A), la portata di gas (Q) può essere espressa dall'equazione:

$$Q = \left(\frac{L}{2} \cos \varphi\right) \cdot K \cdot A \cdot \left(\frac{1}{t_{AB}} - \frac{1}{t_{BA}}\right) \quad [Sm^3 / h]$$



dove K è un coefficiente che tiene conto del profilo di velocità nella sezione di misura.

## 5. Emettitore d'impulsi



$$V = 24 \text{ V (DC)}$$

$$I_{\text{max}} = 50 \text{ mA}$$

$$P_{\text{max}} = 0.25 \text{ W}$$



## 6. Encoder assoluto



La tecnologia di lettura si basa sulla scansione optoelettronica (opto-electronic scanning, [14]) del quadrante meccanico, che registra tramite un sistema di LED e fotodiodi la posizione di ogni tamburello. Ad ognuno di questi corrispondono tre piste concentriche che presentano una serie asimmetrica di parti opache e trasparenti in successione, cinque fasci di luce emessi da LED scansionano le piste, attraversando solo le zone trasparenti dei dischi e giungendo così sui fotodiodi rilevatori.

Assorbe 3-6

mA

## 7. Correttore PTZ

$$V_C = V_L \cdot \left(\frac{P}{P_b}\right) \cdot \left(\frac{T_b}{T}\right) \cdot \left(\frac{Z_b}{Z}\right) \quad [\text{Sm}^3/\text{h}]$$

dove:

$V_C$  = volume alle condizioni standard ( $P_b$  e  $T_b$ )

$V_L$  = volume alle condizioni di linea (P e T)

$P_b$  e  $T_b$  = pressione e temperatura standard contrattuale ( $P_b = 1,01325$  bar,  $T_b = (273,15 + 15^\circ)$  K)

P e T = pressione e temperatura di linea

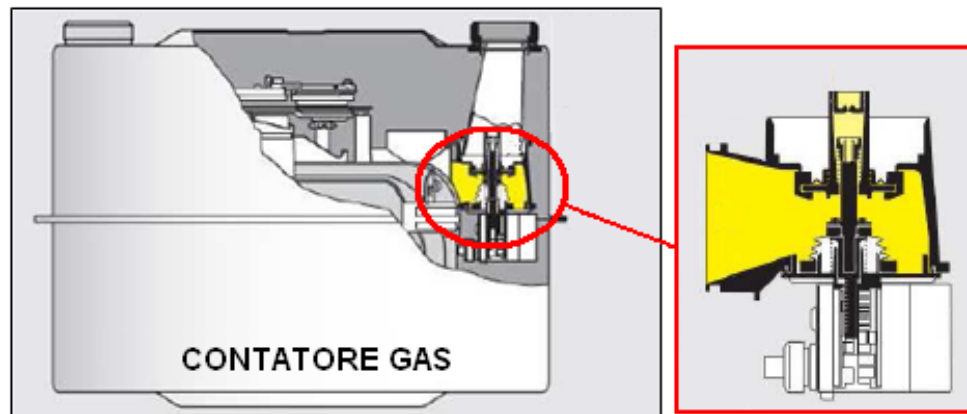
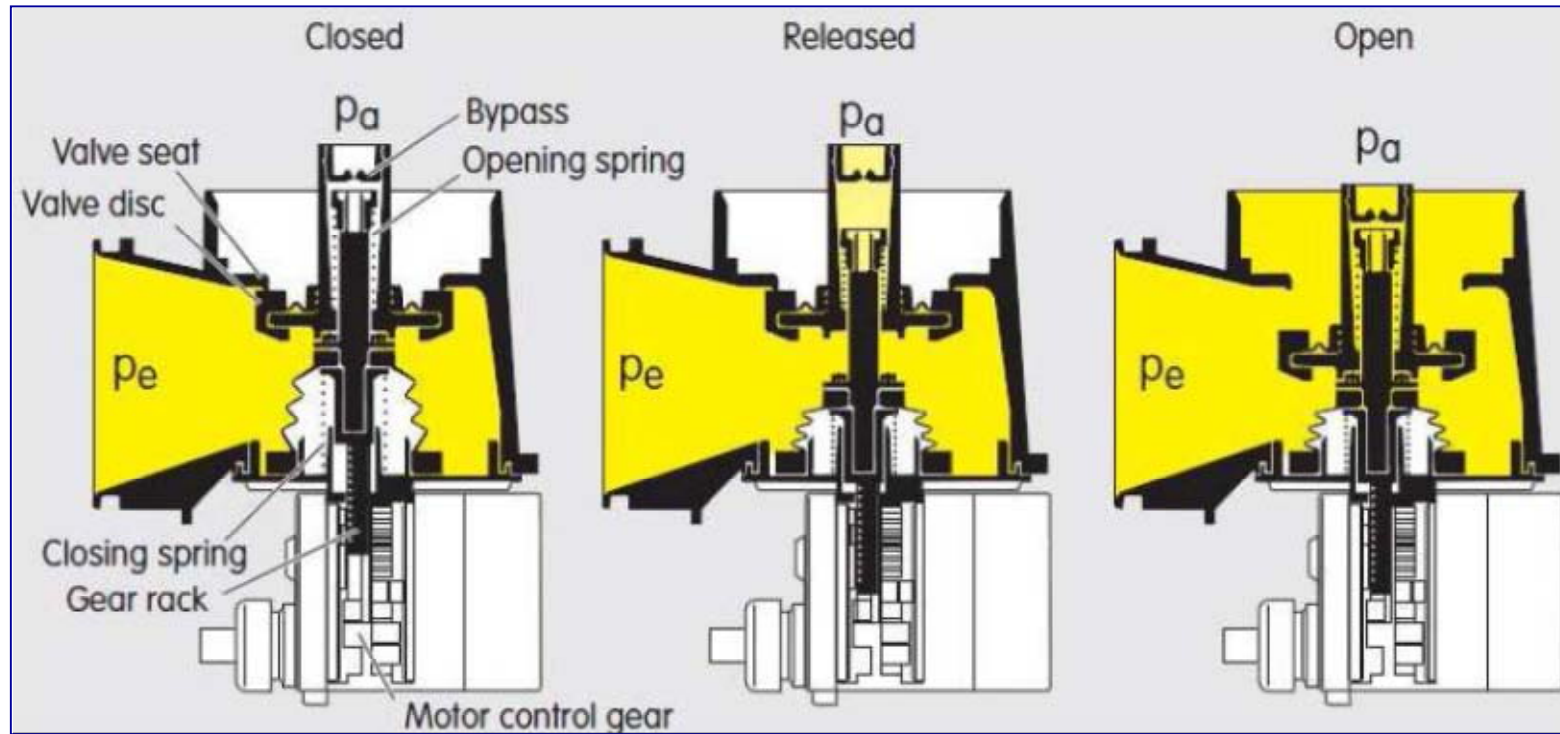
$Z_b$  e  $Z$  = fattore di compressibilità del gas alle condizioni rispettivamente standard e di linea, quest'ultima calcolabile secondo diverse formule (es. AGANx-19 [32]).



Alimentazione con batteria al litio da 3,6 V (DC) e 16,5 Ah, autonomia di 6 anni

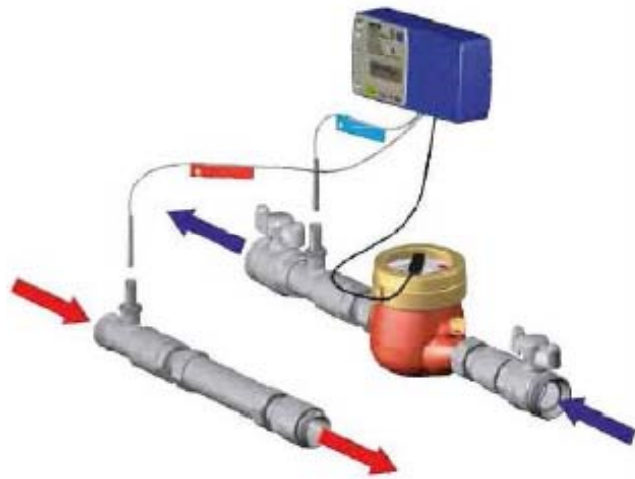
Alimentazione esterna 9-24 V (DC),  $I < 30$  mA

## 8. Valvola di "Shut-off"



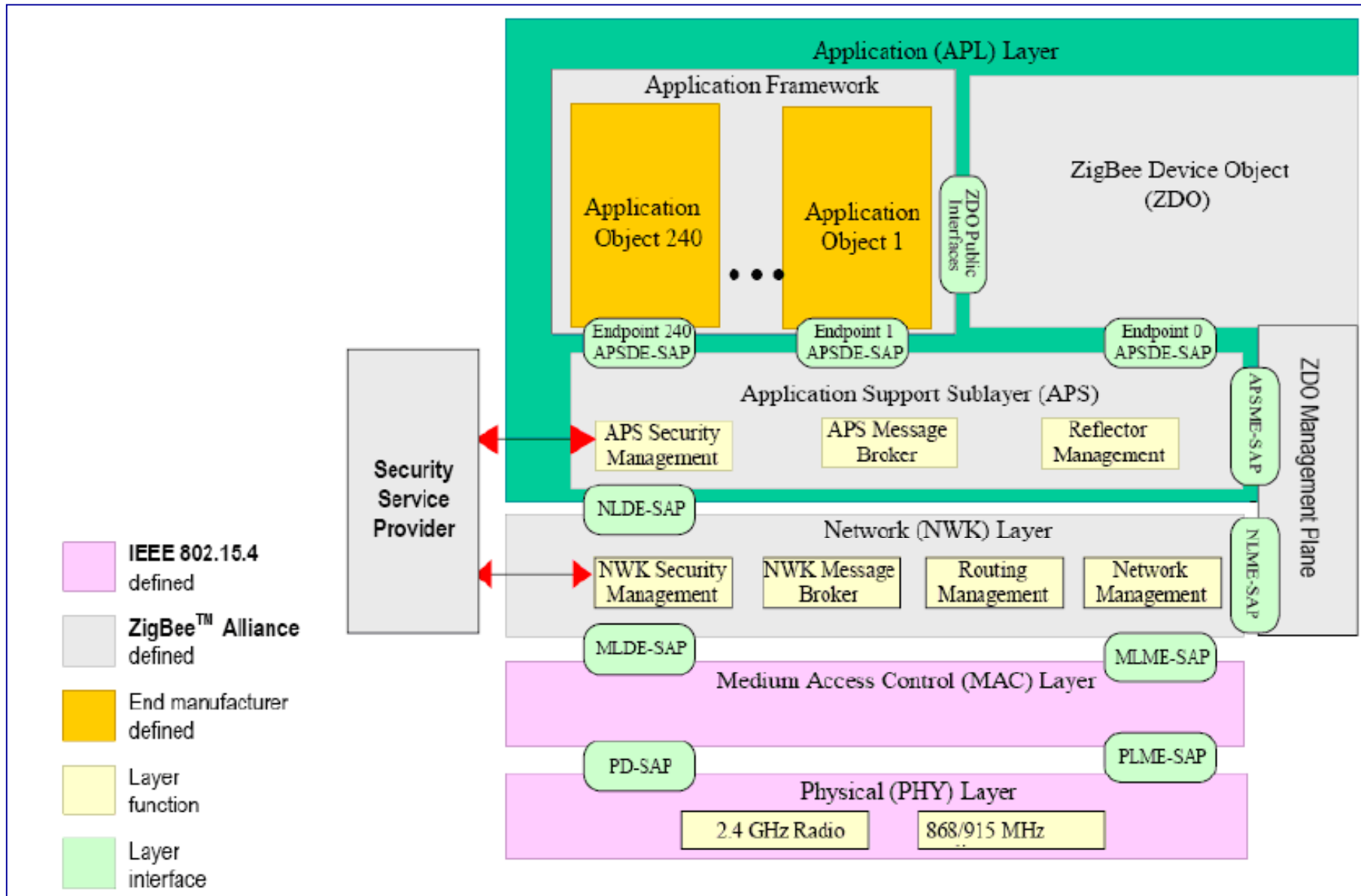
VALVOLA  
TELEGESTITA

## 9. Contatore di calore

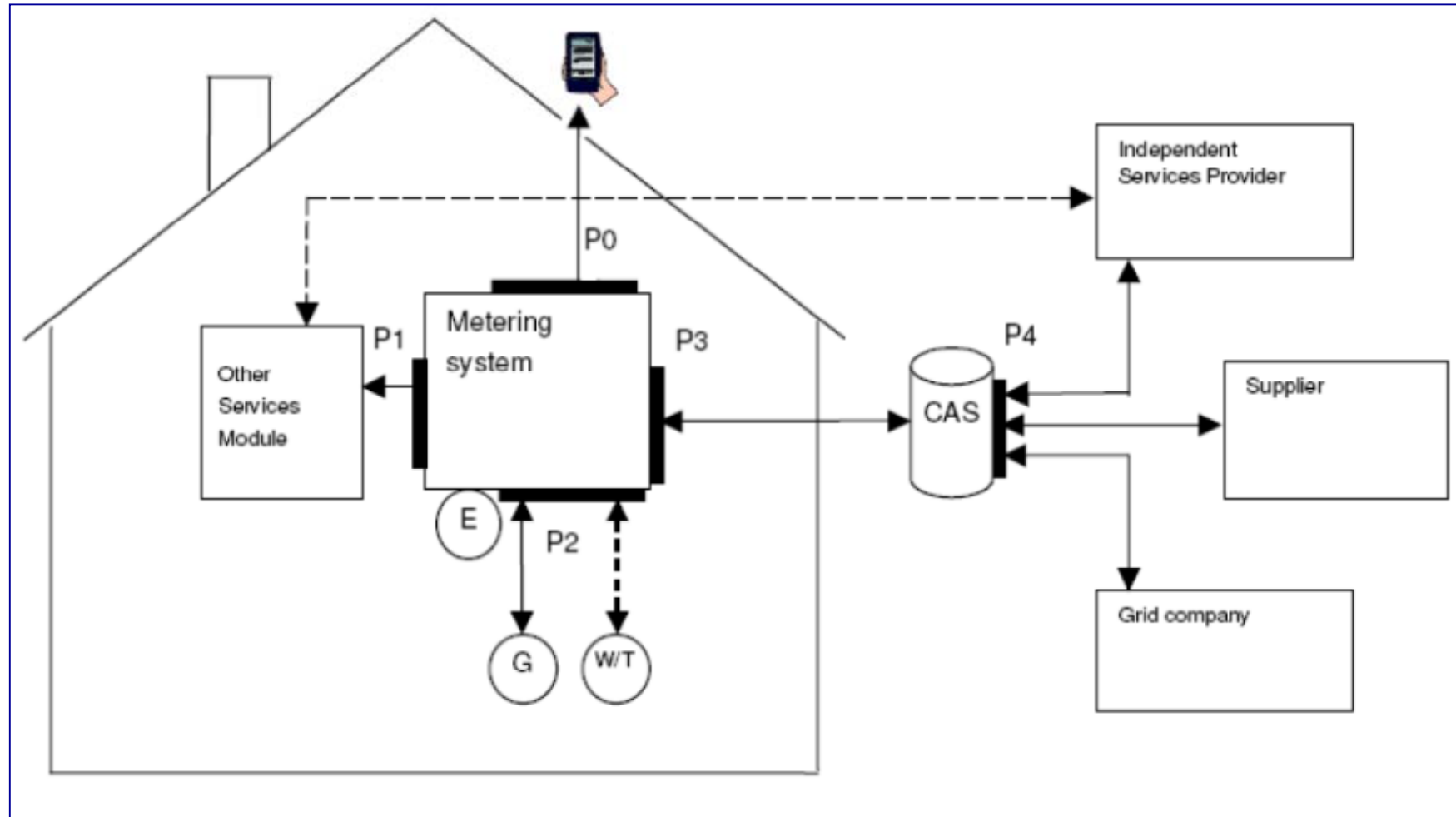


A parti separate  
Compatto

# 10. Stack di ZigBee



# 11. Dutch Smart Meter Requirements





# CONTESTO DI INSERIMENTO DEI CONTATORI ELETTRONICI: LA “SMART GRID”

*“La rete intelligente (Smart Grid) nasce dall’esigenza di rivoluzionare il concetto di distribuzione dell’energia”*

Def di SMART GRID: Sistema integrato di distribuzione dell’energia, che vede l’impiego di sistemi informatizzati e tecnologie digitali al fine di raggiungere gli obiettivi sopra citati

## PRIORITÀ:

- Ottimizzare la distribuzione energetica verso i punti di riconsegna;
- Ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub>;
- Aumentare efficienza e risparmio energetico;
- Coinvolgere l’utente nei meccanismi di riduzione dei consumi.

# CONTESTO DI INSERIMENTO DEI CONTATORI ELETTRONICI: LA “SMART GRID”

## GLI ASPETTI PRINCIPALI DELLA SMART GRID:

- GENERAZIONE DIVERSIFICATA E DISTRIBUITA DI ENERGIA;
- PROVVEDIMENTI PER LA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA;
- SISTEMI DI STOCCAGGIO DELL'ENERGIA;
- MECCANISMI DI OTTIMIZZAZIONE DELLA DOMANDA (Demand-Side Management);
- SVILUPPO DEI SISTEMI DOMOTICI;
- SVILUPPO DELLO SMART METERING (CONTATORI ELETTRONICI).

# CONTATORE GAS ELSTER



Contatore del gas a membrana con quattro camere di misura, adatto all'uso domestico;

Capacità metrica per flussi da 0.040 m<sup>3</sup>/h a 6 m<sup>3</sup>/h;

Pressione massima d'esercizio: 0.5 bar;

Temperatura del gas: -20°C - +50°C;

Temperatura atmosferica: -30°C - +60°C;

Approvato secondo EN1359;

Approvato da Ufficiale Metrico Italiano;

Tipo di gas: gas Naturale, propano, butano;

Cassa in acciaio cinturato o alluminio imbullonato;

# DATALOGGER ELSTER

Alimentazione con batteria al litio da 3,6 V (DC) e 16,5 Ah

Alimentazione esterna 9-24 V (DC),  $I < 30$  mA

Modello di riferimento: Elster, EK-230;

Cassa in alluminio con montaggio a parete;

Conforme alle normative europee EN 12405;

Approvazione ATEX per installazione in ambiente pericoloso (zona 1);

Sensore di temperatura: termoresistenza PT500 (500  $\Omega$  a 0°C);

Sensore di pressione: ENVEC CT30;

Condizioni ambientali: -25°C - +60°C;

Alimentazione a batteria: 1 batteria al litio con autonomia di 5 anni, batteria opzionale per raddoppiare l'autonomia;

Pannello di controllo: tastiera a 4 tasti;

Ingresso impulsi:  $f_{max} = 8$ Hz , contato antimanomissione;



# CONTATORE DELL'ACQUA ZINNER

Contatore a getto multiplo a quadrante bagnato per acqua fredda con emettitore d'impulsi;

Corpo in lega d'ottone secondo la normativa DIN 50 930 rivestito con resina epossidica;

Approvato secondo normativa CEE;

Dichiarazione di conformità MID;

Conforme alle normative europee 2004/22/EG;

Portata nominale:  $1.5 \text{ m}^3/\text{h}$ ;

Portata massima:  $3 \text{ m}^3/\text{h}$ ;

Portata minima:  $15 \text{ l/h}$ ;

Portata di transizione:  $4 \text{ m}^3/\text{h}$ ;

Temperatura massima:  $30^\circ\text{C}$ ;

Pressione di esercizio massima: 16 bar;

Valore impulsivo:  $10/100 \text{ l/imp}$ ;

Filtro posizionato all'ingresso del canale, per evitare che si sporchi in maniera non uniforme;

Canali di ingresso e di uscita posizionati in modo simmetrico e tangenziale

Orologeria a 5 rulli con 4 indici e con ruota dentata per rilevazione del movimento;



# CONTA-IMPULSI ZENNER

Modelli di riferimento: Zenner, Multi-log;

Modulo conta-impulsi elettronico per collegare contatori con uscite impulsive;

Ingresso impulsivo:  $f_{max} = 1\text{Hz}$ ,  $V_{max} = 30\text{ V (DC)}$ ,  $I_{max} = 20\text{ mA}$ ;

Interfaccia dati: ottica, M-Bus, RS-232, uscita impulsiva;

Temperatura ambiente:  $0^{\circ}\text{C} - 55^{\circ}\text{C}$ ;

Alimentazione: batteria al litio 3.6 V della durata di 6 anni, possibile integrazione con batteri aggiuntiva per raggiungere 11 anni, su richiesta alimentazione da rete 230 V;

Funzioni base:

- conteggio dei consumi mensili in  $\text{m}^3$ ;
- consumi registrati in una data impostata in  $\text{m}^3$ ;

Display LCD 8 caratteri per la visualizzazione di:

- conteggio consumo mensile in  $\text{m}^3$ ;
- consumi registrati in data impostata in  $\text{m}^3$ ;
- valore attuale di portata in  $\text{m}^3/\text{h}$ ;
- codice del prodotto, data e ora, stato della batteria, segnali d'errore e d'allarme, version del software, indicatore d'ingresso impulsivo.



# CONTATORE DI CALORE ZENNER

Modello di riferimento: Zenner, Zelsius

Contatore di calore compatto per uso domestico;

Campo di temperatura elettronica: 1 – 130°C

Campo di temperatura volumetrica: 10 – 90 °C;

Differenza di temperatura: 3 – 100 K;

Sonde di temperatura: PT500, PT1000;

Portata nominale: 1.5 m<sup>3</sup>/h;

Portata minima: 60 l/h;

Portata massima: 3 m<sup>3</sup>/h;

Cuscinetti in metallo duro e zaffiro;

Pressione massima d'esercizio: 16 bar;

Alimentazione: batteria al litio da 3V della durata di 6 anni, possibile integrazione con batteria aggiuntiva per raggiungere un'autonomia di 11 anni;

Temperatura ambiente: 0 – 55 °C;

Classe di protezione: A

Interfaccia dati: ottica, M-Bus, RS-232, uscita impulsiva;

Uscita impulsiva:  $f < 1\text{Hz}$ ,  $V_{\text{max}} = 30\text{V (DC)}$ ,  $I_{\text{max}} = 20\text{mA}$ ;



# CONTATORE DI ELETTRICITÀ LANDIS+GYR

Rete: monofase;

Energia rilevata: attiva;

Accuratezza: classe 2 (IEC) / classe A (MID);

Tensione: 230 V;

Corrente massima: 80 A;

Frequenza: 50 Hz;

Canali di misura: 2;

Porta ottica;

Funzioni aggiuntive:

Dispositivo di disconnessione;

Dispositivo anti-frode;

2 diversi schemi di tariffazione applicabili.

- modulo di comunicazione:

Profilo: giornaliero e orario;

Orologio interno;

Configurazione remota;



Mezzi di comunicazione:

GSM/GPRS;

PLC;

Interfacce:

RS-485;

modulo M-Bus (cablato/wireless);

modulo ZigBee;

Ingresso digitale: impulsivo S0;

Uscite:

impulsiva S0;

100 mA, 230 V (AC);

Parametribabile per mezzo della porta ottica del contatore.



# GATEWAY DR.NEUHAUS

Modello di riferimento: Dr.Neuhaus, gMUC [28]

Integrazione dei contatori di elettricità, acqua, gas e calore;

Interfacciamento remoto: GSM/GPRS, DSL;

Interfacciamento locale HAN: RJ45, Wireless M-Bus, ZigBee (opzionale);

Interfacciamento locale contatori elettronici: RS-485, Ethernet (RJ10), Wireless M-Bus, ZigBee (opzionale);

Firmware aggiornabile localmente o da remoto;

Alimentazione da rete;

Clock di sincronizzazione;

Compatibile con gli standard EN 62056-21 (DLMS) e EN 13757 (M-Bus).

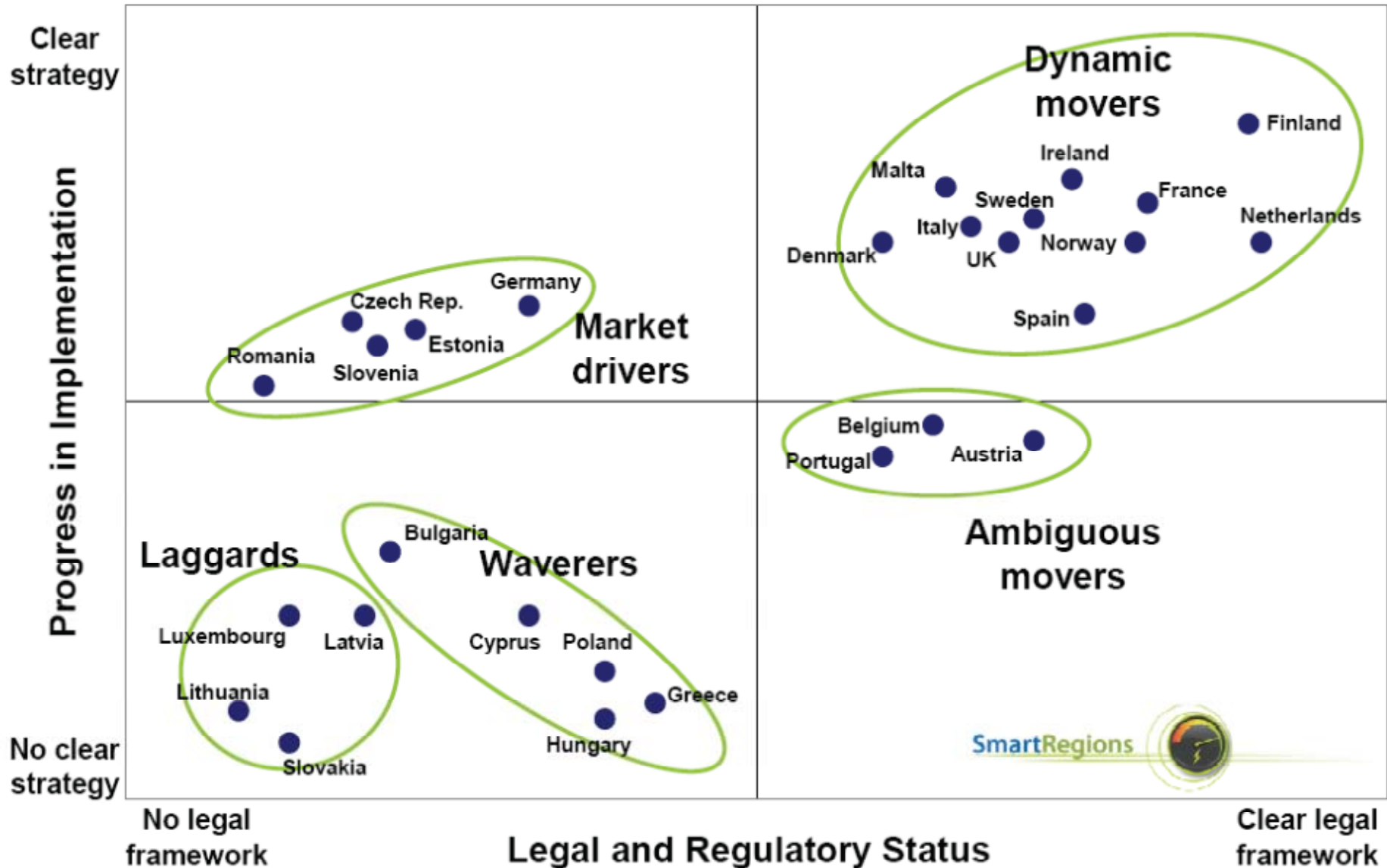


L'infrastruttura di comunicazione deve consentire di eseguire da remoto:

TELELETTURA: lettura automatica e a frequenza variabile dei dati di consumo e di altre info dai contatori elettronici;

TELEGESTIONE: attività d'intervento e controllo sui dispositivi, sull'erogazione del servizio e sul piano tariffario.

# SITUAZIONE EUROPEA: STATO D'IMPLEMENTAZIONE - REGOLATORIO



## 2. REQUISITI PRINCIPALI DELLA RETE DI COMUNICAZIONE

### - Per servizi sopracitati:

- interoperabilità;
- consumi e costi contenuti;
- massimizzare la frequenza d'aggiornamento dati (“refresh”);
- evitare interferenze con dispositivi estranei alla rete;
- prevedere misure per garantire la riservatezza delle info;
- sostenibilità nel tempo (aggiornamenti “over the air”, retro-compatibilità, longevità);
- autocorrezione (“self-healing”);

### - Per implementazioni su larga scala:

- capacità dei costruttori di soddisfare la domanda in tempi ristretti;
- disponibilità di prodotti domestici compatibili con la tecnologia;
- impiego in analoghi progetti di Smart Metering.