



Marco Dal Prà (m_dalpra)

Disponibilità, Scalabilità e Ridondanza

10 August 2024

Mentre scrivevo uno degli articoli relativo alla produzione elettrica mi sono reso conto che c'era un argomento che meritava un articolo a parte: il dimensionamento delle "centrali" che erogano servizi ad una grande platea di utenti.

Questo argomento, come vedremo a breve, non è prettamente elettrico ma al contrario è un tema multidisciplinare, perché si applica a qualunque tipo di rete che distribuisce un qualche "servizio", dal teleriscaldamento a internet.

Tutti questi impianti hanno un fondamentale elemento in comune: rendere **disponibile** il servizio erogato agli utenti per il 100% del tempo, **senza la minima interruzione**.

Nell'articolo non farò una disamina di come aumentare l'affidabilità dei singoli componenti, come potrebbe essere una Caldaia, un Server o un Alternatore, perché è una tematica relativa ad una precisa tecnologia, ma piuttosto starò su concetti generali utili al **dimensionamento** del "centro" che genera il servizio da distribuire tramite una rete. Un ultimo inciso: anche se spesso utilizzerò concetti derivanti dal mondo informatico, l'articolo è orientato a chi si occupa di impianti tecnologici (installatori e progettisti, gestori e manutentori).

[CLOUD benefits...](#)

CLOUD benefits...

Indice

- [1 Breve Introduzione](#)
 - [1.1 Dal vocabolario...](#)
 - [1.2 IL COMMITTENTE](#)
 - [1.3 REQUISITI DI CONTINUITA'](#)
- [2 Criteri per il Dimensionamento](#)
 - [2.1 Macchine ed Utilizzazione](#)
 - [2.2 RIDONDANZA](#)
- [3 Costruiamo una Centrale.... Termica](#)
 - [3.1 FRAZIONAMENTO DELLA POTENZA](#)
- [4 Conclusione](#)
 - [4.1 link utili](#)
 - [4.2 Le immagini dell'articolo](#)

Breve Introduzione

I concetti che andremo a vedere in seguito coinvolgono tipologie di impianti; in pratica sono applicabili in tutti i casi in cui c'è una rete che **distribuisce un qualche tipo di servizio**.

Ad esempio:

- reti elettriche,
- reti informatiche,
- reti di riscaldamento e/o condizionamento di grandi edifici
- reti di distribuzione dell'acqua (potabile),
- reti di teleriscaldamento cittadine,
- reti di distribuzione dell'aria compressa,
- ecc..

I concetti inoltre possono essere applicati a **reti limitate ad un edificio** (ad esempio un Ospedale) oppure a reti relative ad un comprensorio o **complesso di edifici** (ad esempio un Aeroporto), ma possono essere estesi a reti geografiche.

[NETWORK & Computers](#)

NETWORK & Computers

Dal vocabolario...

Vediamo prima di tutto qualche definizione presa dalla rete:

- **Ridondanza**

Nel linguaggio tecnico, la caratteristica di un impianto, di un'attrezzatura o di un sistema informatico in cui sono presenti più elementi (generalmente il doppio di quelli necessari) capaci di svolgere la stessa funzione, così da aumentarne l'affidabilità.

- **Scalabilità**

Nell'ingegneria del software, nelle telecomunicazioni, in informatica e in altre discipline, la scalabilità denota la capacità di un sistema di aumentare o diminuire la potenza di erogare il servizio al quale è destinato. Maggiore è la facilità con cui può essere modificato un sistema nella sua capacità, maggiore è la sua scalabilità.

- **Disponibilità**

La disponibilità è la percentuale di tempo in cui un sistema o un componente è operativo e può svolgere la sua funzione: corrisponde al tempo di attività. In genere include anche la velocità di ripristino del sistema in caso di incidente o di interruzione temporanea. Nel linguaggio informatico viene anche chiamata **Uptime**;

- **downtime**

Il tempo di inattività di sistema o di un servizio per guasti o manutenzioni.

- **MTBF**

Mean Time Between Failures (tempo medio fra i guasti), è un indicatore e parametro di affidabilità molto comune nella gestione della manutenzione nell'asset management. Generalmente misurato in ore, descrive il tempo medio atteso tra un guasto e quello successivo. Il valore MTBF è un indicatore statistico che aiuta i responsabili della gestione di un impianto o della manutenzione a capire cosa aspettarsi da un macchinario ed in pratica della sua affidabilità.

- **Continuità del servizio**

Per continuità del servizio si intende l'erogazione regolare e senza interruzioni del medesimo servizio. La continuità del servizio cessa quando si verificano sospensioni nella fornitura, che possono essere programmate o non programmate. L'impegno dei gestori è quello di garantire un servizio continuo e regolare ed evitare eventuali disservizi o ridurne la durata (definizione dal sito **ARERA**).

[Availability Scalability Reliability](#)

Availability Scalability Reliability

IL COMMITTENTE

Infine... non dimentichiamoci del committente.

Il committente è una figura che non si vede mai e del quale non se ne parla mai a meno del momento in cui si deve incassare; in realtà senza di lui non succede nulla e non gira l'economia.

In generale, battute a parte, nelle situazioni dove sono presenti impianti e reti di distribuzione (elettriche, informatiche, termiche, ecc..) si tratta di contesti **dove il committente svolge tutt'altra attività** ma dove reti ed impianti sono elementi **funzionali ed indispensabili** per l'attività stessa.

Prendiamo ad esempio un **Centro Commerciale**, dove il committente si occupa di vendere prodotti al dettaglio.

[Centro Commerciale](#)

Centro Commerciale

REQUISITI DI CONTINUITA'

In edifici o complessi come un Centro Commerciale sono sicuramente presenti una Centrale Termica, una Centrale Frigorifera, un Centro Elaborazione Dati e tanti altri sistemi ed impianti.

Al committente di questi impianti il committente non interessa sapere come sono fatti o come funzionano ed in genere non sa nemmeno dove siano; per contro al committente interessa **moltissimo** la loro perfetta efficienza e funzionalità.

Detta in breve, al committente interessa che di questi impianti :

1. sia garantita la **continuità di servizio** (intesa durante l'orario di lavoro)
2. siano garantiti i livelli prestazionali previsti dal "progetto".

Che nella rete circoli, acqua, dati, elettroni o quant'altro, al nostro committente non interessa nulla: per lui prima di tutto deve essere **soddisfatta la clientela e gli ospiti**; deve essere assicurato un ambiente confortevole, ordinato, pulito e fruibile durante l'orario di apertura; che le caldaie siano ridondanti o che i server siano scalabili è per lui un problema marginale.

I **progettisti qui hanno un ruolo chiave**: devono proporre al committente la soluzione tecnica che risponde ai requisiti del luogo con il miglior rapporto prezzo prestazioni, ma non solo per l'acquisto, **anche per la gestione e manutenzione**.

Iniziamo passo passo il nostro percorso per cercare l'architettura ideale per raggiungere questi target.

Criteri per il Dimensionamento

Ipotizziamo ora di dover progettare il centro della nostra rete, il luogo da dove il "servizio" viene erogato.

Potrebbe essere un **Datacenter** di una grande azienda, a servizio interno oppure a servizio dei punti vendita.

Oppure potrebbe essere la **Centrale di Climatizzazione** di un grande edificio pubblico o di un complesso di edifici.

Rientrano in queste tipologie gli **Ospedali**, i **Centri commerciali** e gli **Aeroporti**, ma anche le cittadelle universitarie, villaggi sportivi, ecc...

E se invece fosse una applicazione molto più piccola ?

Vediamo "a largo spettro" quali possono essere i criteri ai quali ispirarsi.

Macchine ed Utilizzazione

Qualunque macchina ha un indice che la contraddistingue le sue prestazioni; per un motore, ad esempio, la **Potenza di Targa**, ma spessissimo accade che la macchina venga installata su impianti dove non serve utilizzarla al 100%.

Ecco quindi un concetto fondamentale da considerare quando si progetta un qualunque impianto: il **Coefficiente di Utilizzazione** dei macchinari che lo compongono.

Guardiamo ad esempio una comune l'automobile: rispetto al totale dei chilometri percorsi, quanti sono i chilometri percorsi con l'acceleratore **premuto a tavoletta**? Pochi, pochissimi. Probabilmente meno dell'1%.

Allo stesso modo, la stragrande maggioranza di impianti e macchinari, non lavora mai a pieno carico, se non in casi sporadici o eccezionali; pensiamo ad esempio a:

- Ascensori
- Locomotive,
- Gru di cantiere,
- Trasformatori nelle cabine elettriche,
- Pompe e Ventilatori
- Caldaie,
- ecc.

Persino il nostro PC molto raramente viene utilizzato al pieno della potenza!

Esistono invece macchinari che talvolta lavorano a piena potenza, ma si tratta di episodi legati a stagioni o ad orari, ad esempio:

- Impianti fotovoltaici,
- Turbine eoliche,
- Centrali idroelettriche ad acqua fluente (sbarramenti su fiumi)

Questa bassa **utilizzazione** alla potenza nominale di una qualunque macchina, impianto o sistema, è un fatto largamente diffuso e risaputo; avviene per due precisi motivi:

- a) Perché le **taglie dei componenti disponibili in commercio** non coincidono con le reali necessità dell'impianto, pertanto c'è sempre un certo "sovradimensionamento".
- b) Perché il progettista di qualunque impianto o sistema deve sempre dimensionarlo considerando **la condizione più gravosa**.

In conclusione possiamo dire che nel totale delle ore di lavoro di ciascuna "macchina", essa viene utilizzata mediamente ad una "potenza" ben inferiore a quella nominale; questo elemento come vedremo a breve può essere utile per ottimizzare il dimensionamento di impianti e sistemi.

RIDONDANZA

Come abbiamo visto, in qualunque rete che distribuisca "servizi" ad un elevato numero di utenti, è necessario assicurare nel migliore modo possibile la continuità di servizio; ne consegue che non ci sarà mai una unica grande macchina che "produce il servizio".

Questo per fare in modo che un guasto o la semplice necessità di manutenzione di quell'unico componente non causi il fuori servizio dell'intera rete, una situazione che le grandi reti **sarebbe inaccettabile**.

Si ricorre quindi ad impianti dove il "generatore", ad esempio una caldaia o un server, hanno a fianco una macchina uguale ma di riserva, pronta a partire in caso di guasto alla macchina principale.

In questo caso si dice che la macchina principale è **RIDONDATA**, è cioè **duplicata in tutto e per tutto**, in modo che il suo fuori servizio non sia minimamente avvertito dall'utenza, perchè c'è subito la seconda macchina pronta a sopperire.

Questo concetto di ridondanza "1+1" ha lo svantaggio che **richiede l'acquisto di un secondo generatore**, di pari potenza o capacità del primo, con un evidente raddoppio dell'investimento per la "centrale".

Ricordo che per grandi apparecchiature il raddoppio incide pesantemente anche in termini di **spazio** e di conseguenza nei **costi di costruzione del fabbricato** con tutte le relative Opere Civili e tecnologiche a corollario.

Ma c'è dell'altro: con questa soluzione oltre al danno economico si aggiunge anche la beffa: la macchina di riserva **resta per la tutto il tempo inutilizzata**, costringendo il gestore a continue verifiche sul suo stato di efficienza e lasciandolo con l'inquietante domanda: "Ma partirà quando ce ne sarà davvero bisogno ???"

[SCADA redundant Servers](#)

SCADA redundant Servers

Vedremo a breve un secondo modo di fare ridondanza con una architettura che può essere meno costosa e molto più razionale.

Costruiamo una Centrale.... Termica

Partiamo ora con un esempio.

Ho scelto per semplicità un impianto termoidraulico, ma può essere facilmente replicato, in modo analogo, a qualsiasi altra tecnologia. Attenzione ai particolari!

[CENTRALE TERMICA](#)

CENTRALE TERMICA

Per il riscaldamento invernale di un complesso di edifici il termotecnico ha calcolato che si rende necessaria una potenza termica di **476,5 kW**.

Questo valore di potenza non serve per tutti i giorni dell'inverno, ma serve per soddisfare le condizioni climatiche invernali "peggiori", ad esempio alle 6 di mattina della fine di Gennaio (... i giorni "della merla").

A questo elemento si deve notare che la potenza sopra indicata, esprimendo un valore calcolato non vede una simile apparecchiatura **disponibile in commercio**, per cui il progettista sarà costretto ad arrotondare **per eccesso** al primo generatore di calore reperibile, ad esempio una caldaia da 500kW.

Questa macchina, come appena detto, **sarà utilizzata a piena potenza in casi sporadici**, mentre nella **media della stagione** lavorerà ad una potenza molto più bassa, ad esempio 200 kW.

Ricordiamo ora che per garantire la Continuità di Servizio bisogna anche aggiungere una macchina di riserva, pertanto la nostra Centrale Termica dovrà essere composta da **due caldaie da 500kW**, con conseguenza che dovrà essere raddoppiata anche la dimensione del locale.

Che succede invece se il sistema, ad esempio, fosse realizzato con **6 caldaie da 100kW**?

FRAZIONAMENTO DELLA POTENZA

Un modo alternativo e più efficiente di realizzare la nostra "Centrale", è quello di frazionare la "generazione" in una **pluralità di macchine di piccola potenza**.

In pratica, la potenza per erogare il servizio andrebbe suddivisa in "n" macchine, più una macchina aggiuntiva per fornire la ridondanza in caso di guasto ad una delle altre.

Nel caso della Centrale Termica, invece di prevedere due grandi generatori di calore da 500 kW (ricordiamo, sono uno di riserva dell'altro), si potrebbe ricorrere a 5 caldaie da 100kW ciascuna, le quali fornirebbero tutta la potenza necessaria, più una sesta di riserva.

Questa architettura ha i seguenti vantaggi (sono suddivisi per categorie):

Continuità di Servizio

1. il fermo di una caldaia, per guasto o a manutenzione, non pregiudica minimamente il servizio;
2. il fermo contemporaneo di due o più caldaie pregiudica una parte della potenzialità totale (sempre che sia necessaria*);
3. agli effetti pratici è impossibile che manchi completamente tutto il servizio (dovrebbero guastarsi tutte le caldaie!)

(*) ci sono orari o stagioni dove non è necessaria tutta la potenzialità prevista a progetto.

Vantaggi per la Ridondanza

1. la ridondanza "n+1" aumenta i costi del 100%/n (nell'esempio delle caldaie, del 20%), mentre con la ridondanza classica 1+1 aumenterebbero del 100%);
2. Anche se il costo di "n" piccole apparecchiature fosse superiore al costo di una macchina unica di potenza equivalente, non si raggiungerebbe comunque il raddoppio dei costi della ridondanza 1+1.
3. la ridondanza "n+1" richiede un modesto aumento dello spazio complessivo della Centrale

Vantaggi per la Manutenzione

1. la manutenzione di apparecchiature piccole generalmente è più semplice rispetto a quella di grandi macchine;
2. è possibile eseguire le operazioni di manutenzione senza causare alcuna riduzione al servizio erogato;
3. la caldaia "n+1" viene inserita nella turnazione di lavoro con tutte le altre, pertanto si conosce il suo stato di efficienza;
4. la sostituzione di un generatore/caldaia riguarda un pezzo di dimensioni modeste, quindi per la sua sostituzione non serve ricorrere a grandi opere e/o mezzi (ad esempio una autogru);

Vantaggi per la scalabilità

- si possono facilmente aggiungere nuove macchine (e senza dare disservizi all'utenza);

Vantaggi di funzionamento

- durante il funzionamento vengono attivate solo le caldaie necessarie a soddisfare le richieste della rete (minore usura),
- le caldaie in funzione lavorano in prossimità del loro punto di **maggiore rendimento**.

Conclusione

In questo articolo abbiamo visto quali architetture si possono utilizzare per creare una "centrale" che eroghi servizi ad utenti connessi in rete.

In genere a questi impianti si richiede affidabilità, scalabilità e ridondanza, termini che agli occhi del committente possiamo tradurre come **disponibilità del 100%**.

In altri termini è richiesto di **massimizzare la continuità di servizio**.

Questo requisito può essere raggiunto non con macchine di enorme potenza, ma

frazionando la **potenza** di generazione (o di elaborazione) in tante piccole macchine, cosa che riduce quasi a zero, per un effetto meramente statistico, la probabilità che ci sia un fuori servizio complessivo.

Ad esempio, in caso di guasti multipli, con una pluralità di macchine è possibile erogare comunque il servizio anche se con una **qualità inferiore** (in genere più lentamente).

[Architettura Multiserver/server distribuiti](#)

Architettura Multiserver/server distribuiti

E' comunque vero che il sistema "multi generatore" comporta anche qualche **svantaggio**, soprattutto in termini gestionali.

In particolare devo evidenziare:

- C'è da sorvegliare un numero maggiore di apparecchiature
- E' necessario un sistema/dispositivo per bilanciare il carico di lavoro tra le macchine "generatrici"

Questo ultimo punto, ossia la **distribuzione del carico di lavoro tra le macchine** a seconda delle richieste dell'utenza, argomento molto noto nel mondo informatico, è particolarmente importante e sarà oggetto di un mio prossimo articolo.

link utili

[ARERA - Cosa si intende per continuità del Servizio](#)

[Differenza tra scalabilità, alta disponibilità, affidabilità in informatica](#)

[Wikipedia - Definizione di scalabilità](#)

Le immagini dell'articolo

- Immagine di apertura "Cloud Benefits" dal sito <https://awstip.com/benefits-of-cloud-computing-d66528af6fa4>

- Centro Commerciale "Sherway Gardens" locato a Etobicoke, Toronto

- Caldaie a Gas - Foto scattata dal sottoscritto in una Centrale Termica in provincia di Gorizia nel 2023

- Distributed server architecture - Immagine dal sito www.researchgate.net

- SCADA Redundant Server - Immagine dal sito www.fernhillsoftware.com

Estratto da "https://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:M_dalpra:disponibilit-scalabilt-e-ridondanza"