

concedo $k=4$ purché vengano presi dei provvedimenti addizionali:

- per parti di impianto interne: pareti di materiali isolante o doppiate aggiuntivi o isolare l'area di manovra
- per parti esterne

Se non si riesce neanche con 4 la norme richiede la verifica.

Protezione da scariche atmosferiche

è composto da

- sistema di captazione
- sistema di calate
- sistema di dispersione

L'impianto antifulmine è necessario? la norme adotta un criterio statistico.

Per ogni zona sono classificate i fulmini per anno e per km^2 .

Sono stati fatti 3 grad.

- 1,5 (in 2 anni 3 fulmine a km^2) basso rischio
- 2,5 medio rischio
- 4 alto rischio.

1 m² dell'edificio vengono conetti in base a dove si trova l'edificio.

superisce il fulmine e controllare che non si superino i valori massimi ammissibili dall'impianto antifulmine.

30/05/11

Dispense isolamento: da fare

gruppi 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 (no impedenze d'onda), 10, 11, 15, 16 (no trattazione tecnica), 17, 18, 19 (solo tenuta all'impulso degli apparecchi elettrici)

Un altro sistema per evitare il contatto fra uomo e circuito in questo è quella di costruire sistemi alimentati con bassissime tensioni (di sicurezza), al massimo 50V. Sono i sistemi

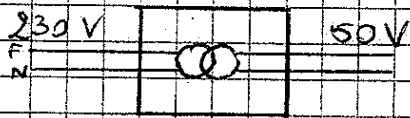
SELV

PELV

FELV

ELV = extremely low voltage

Sono alimentati da batterie (circuiti interni delle automobili) oppure da un alimentatore con trasformatore di sicurezza:

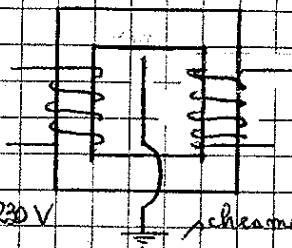


SELV: vietata la messa a terra

SELV

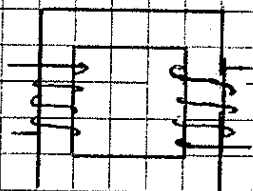
PELV

PELV: masse elettriche connesse a terra, come il neutro dell'alimentazione a 230V



schermo metallica messa a terra

o con trasformatore di isolamento (FELV) che richiede l'apertura automatica del circuito a monte



Circa è necessario un interruttore differenziale sul circuito di alimentazione a 230V

Questi circuiti proteggono l'utente dai contatti diretti e indiretti.

In AC è necessario l'opportuno isolamento ed il differenziale protegge dai contatti diretti e fa passare la massima corrente (30 mA) sopportabile

dall'uomo solo per il tempo di intervento. A maggior ragione protegge dai contatti indiretti. Ma la sola protezione dell'interruttore differenziale non basta. È necessario anche l'impianto di terra. Anche le masse elettriche esterne devono essere messe a terra tramite i collegamenti equipotenziali. I collegamenti equipotenziali sono usati anche in quei luoghi in cui ci possono essere reazioni incontrollate (ad esempio nelle sale operatorie sono messe a terra tutte le masse, elettriche e non), indipendentemente da quanto piccolo sia la eventuale differenza di potenziale tra gli oggetti (sezione minima del conduttore equipotenziale: 6 mm^2). Sono tutti collegamenti SINGOLI, non sono ammassi partecelli, tra la massa e il nodo equipotenziale. Ogni anno si misura l'impedenza del collegamento equipotenziale.

PROTEZIONE DEI COMPONENTI

Tutti i componenti di un impianto vanno protetti. Se accade un guasto, i componenti vanno protetti prima che si danneggiano.

Generatori, linee, trasformatori sono componenti critici e devono essere protetti, senza interrompere il servizio.

ALTERNATORE

- protezione differenziale

se il componente è sano la somma delle correnti entranti è uguale alla somma delle correnti uscenti.

- protezione di terra statica

- protezione di terra rotoria

contro i cortocircuiti statici e/o rotorici

- protezione contro il cortocircuito fra spine

- protezione contro il ritorno di energia

se l'alternatore assorbe energia da qualcosa che non va

- protezione contro i carichi squilibrati

- protezione contro la perdita di eccitazione per evitare sovratensioni molto elevate
- protezione contro le sovratensioni (se possibili)
- protezione contro le sovratemperature
- protezione meccanica per proteggere l'alternatore dai guasti del motore primo
- protezione antincendio
- protezione contro le sovracorrenti (massime correnti)

Molte di queste protezioni agiscono tutte sullo stesso elemento: l'interruttore

TRASFORMATORE

- protezione contro le sovracorrenti (massime correnti)
- protezione differenziale per capire se il guasto è dentro o fuori del trasformatore
- protezione di terra
- protezione termica
- protezione meccanica
- protezione contro le sovratensioni

STAZIONI

- protezione dei condensatori
- protezione delle sbarre
- protezione contro le sovratensioni e le sovracorrenti (massime correnti)

LINEE

- protezione contro le sovracorrenti
- protezione contro le sovratensioni e le sovracorrenti (massime correnti)
- protezione contro i guasti a terra

Per essere efficace, una protezione deve essere:

- selettiva

non deve intervenire se il guasto non riguarda il componente protetto

• veloce (ms per quelle elettriche, s per quelle termiche)

deve intervenire prima che il componente si danneggi

• precisa

Le fasi di intervento devono essere ben delimitate

• stabile

l'intervento non deve causare strane oscillazioni del circuito

• affidabile

devo potermi fidare della protezione

È necessario che non ci sia un segnale esterno che mi manda in crisi

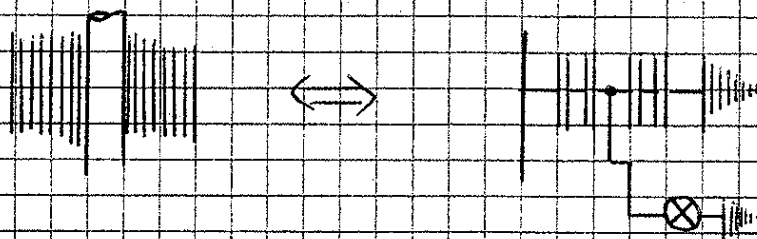
l'intero sistema (evitare i colli di bottiglia) perché i componenti di protezione non sono né eterni né ideali

Quali sensori utilizziamo?

↳ sensori hanno potenze molto basse. Ho bisogno di TA e TV

uscita TA: 1A e 5A. Quello che bisogna scegliere bene è il primario del TA. Il TA deve essere lineare non solo con le correnti nominali, ma anche con le correnti di guasto. Il TA non deve introdurre errori: errore di modulo (rapporto preciso tra primario e secondario) ed errore di fase (per alcune misure di potenza corrette non deve avere fasi sbagliate). Attenzione alla non rimescolta del ferro! Mai aprire il secondario del TA: esplosione.

uscita TV: valori normalizzati al fondo scala. Non può essere messo in cortocircuito. Il TV non deve introdurre errori (modulo e fase). Deve essere lineare. I TV capacitivi sono fatti così.

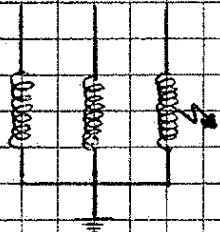


Costano poco, ma sono imprecisi

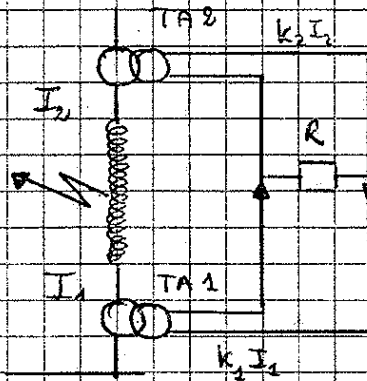
Abbiamo bisogno di sensori di temperatura (per il nucleo, i conduttori, il fluido refrigerante) che emettono una tensione elettrica standard (5V)
 Sensori di incendio e di presenza di gas.

Protezione differenziale dell'alternatore (contro i guasti interni)

alternatore



Condizione essenziale è che $TA1 = TA2$!



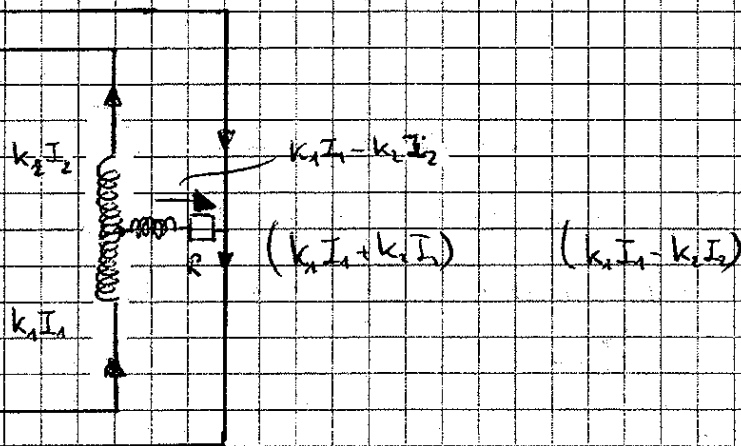
$$k_1 = k_2 \quad (TA1 = TA2)$$

$$I_1 \neq I_2$$

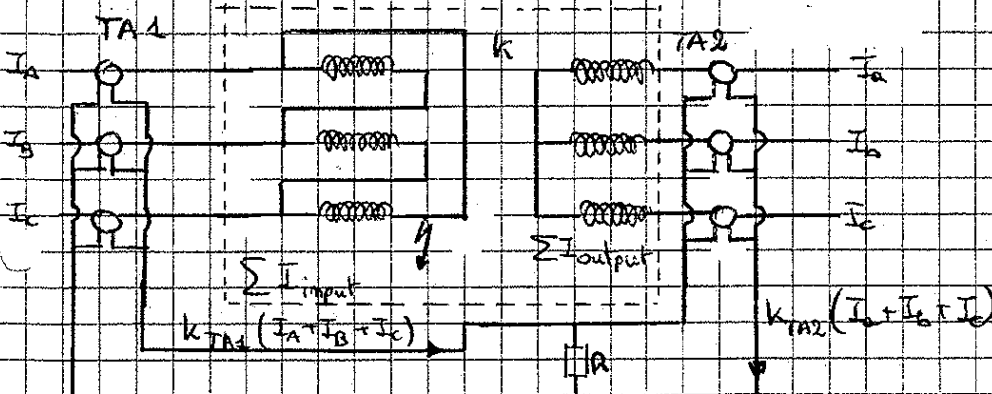
In R passa $k(I_1 - I_2)$

è un relè che comanda l'apertura dell'interruttore

Dato che è impossibile ottenere due TA identici, allora si differenzia il relè in modo tale che interferisca se $(I_1 - I_2)$ supera una certa soglia. Si usano degli avvolgimenti compensatori



Protezione differenziale del trasformatore



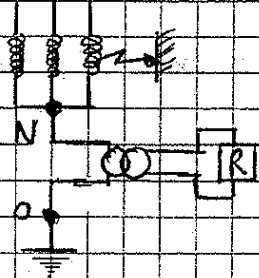
$$\Sigma I_{input} = k \Sigma I_{output}$$

Senza avvolgimenti compensatori devo prendere i TA1 e TA2, in modo tale che quando il primario funziona bene e anche il secondario sia sano non chiedi corrente nel rete R. Quindi anche i TA1 e i TA2 devono essere collegati a triangolo o a stella e secondo di come sono connessi gli avvolgimenti primario e secondario. Solo così si rispettano il modulo e la fase.

Questo tipo di protezione discrimina tra i guasti interni ed esterni.

Si utilizzano protezioni differenziali anche sulle linee. In questo caso però si usano onde radio o segnali a frequenza molto elevata immessi in linea, per inviare le informazioni dei TA.

Protezione di terra statica dell'alternatore



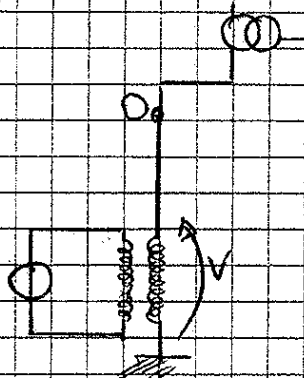
Se tutto è sano, in R non passa corrente.

Se il guasto avviene, in R passa corrente.

Quanto più il guasto è lontano da N, più questo sistema è sensibile.

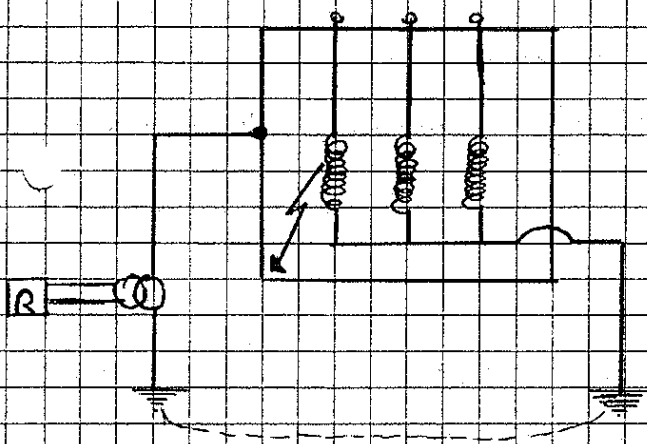
Se il guasto avviene nelle prime spine il rete può non intervenire.

Allora può aiutare un poco il rete con una tensione ad alta frequenza.

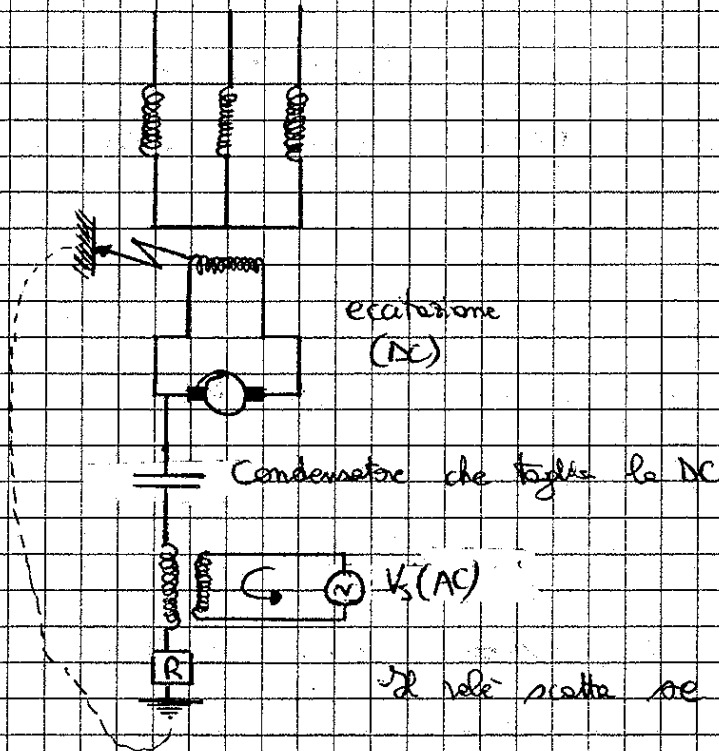


Protezione di terra del trafe

Uno degli avvolgimenti entra in contatto con il cassone del trafe sano.



Protezione di terra neutrica dell'alternatore



eccitazione (DC)

Condensatore che taglia la DC

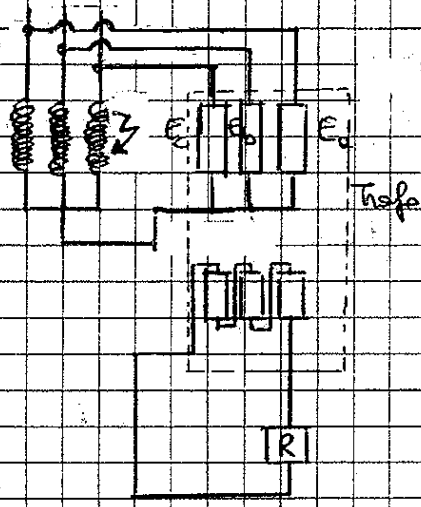
$V_s(AC)$

Il relè scatta se percorso da corrente

Protezione di cortocircuito fra le spine dell'alternatore

Il sistema non è più fisicamente simmetrico

$$E_a + E_b + E_c \neq 0$$



Se $E_a + E_b + E_c \neq 0$ al relè che una tensione non nulla e allora interviene.

Protezione dell'alternatore contro il ritorno di energia

Si mette un relay wattmetrico che scatta se l'alternatore sta assorbendo potenza

Squilibrio del carico

Con un circuito (o un processore) si applica la trasformazione di Fortescue e si vede se c'è qualche squilibrio

Protezioni meccaniche

Si misura la velocità del motore (senza di velocità). Se questa esce dal range consentito, si chiude l'afflusso di acqua o carburante e si ferma il motore prima

Sensori di pressione dell'olio

Per non far deteriorare i cuscinetti è necessario che l'impianto di lubrificazione funzioni bene

Sensori di temperatura

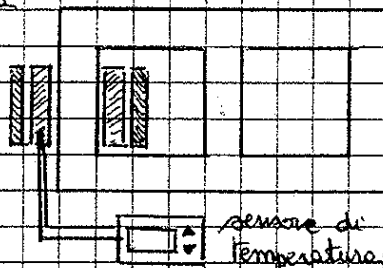
Si misura la temperatura di tutti i componenti della macchina

Ridondanza

È necessario mettere 3 sensori per punto e 3 schede per elaborare i dati. Se 2 su 3 dicono una cosa, e il terzo no, si controlla quello "fuori dal coro" (principio di maggioranza)

Protezione contro le sovratemperature dei trasformatori

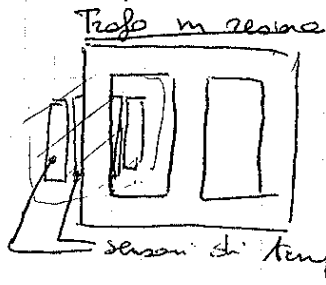
in naia



Il sensore ha una spola d'allarme e una spola di intervento

Protezione di trasformatori

• sovratemperatura



2 soglie di intervento

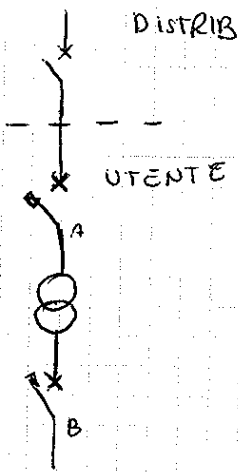
- allarme

- intervento (staccato il trasfo da rete).

È buona norma mettere 2 sensori.

I campi elettrici e magnetici possono creare disturbi sulla temperatura.

Si misura anche la temperatura del nucleo.



Dall'interruttore A sono previste due tipologie di intervento

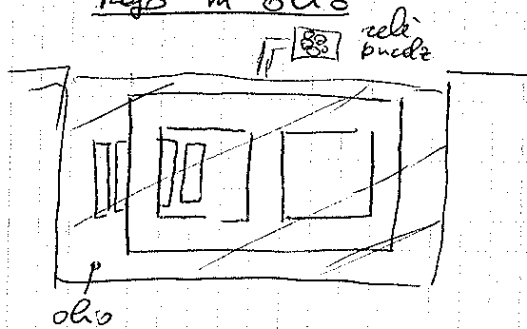
- corto ritardo (200-500 ms)

- lungo ritardo (1-2-3 s)

Inoltre l'interruttore deve sopportare le correnti di inserzioni del trasfo.

L'interruttore BT è comandato non tanto in base alle correnti, ma in base alla temperatura.

Trasfo in olio



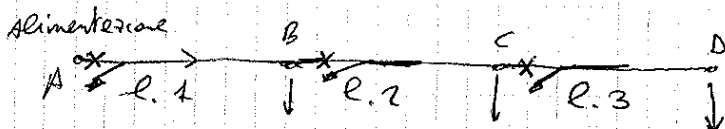
Si usa il rele Buchholz.

Funzionamento: l'olio gronda sul filo di temperatura rovesciato. Il vapore viene raccolto nel rele buch.

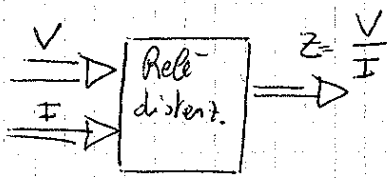
L'olio pesante nel rele diminuisce. Un galleggiante che il segnale di allarme.

L'olio danneggia la carta con cui sono isolati gli avvolgimenti. Se la carta non è buona si rischia di fare dei cortocircuiti tra gli avvolgimenti.

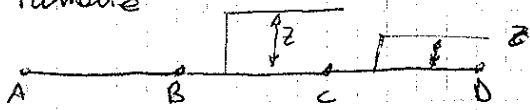
Protezione delle reti



protezione distanzimetrica: un rele ("rele distanzimetrico") misura il segnale di tensione e quello di corrente. Anzi da m usare il rapporto V/I .

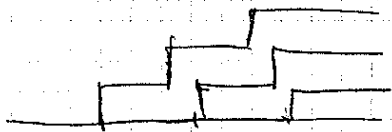


Tuttavia



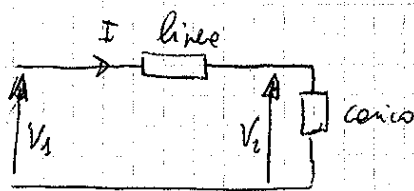
Con questo metodo si hanno carenze dell'ordine del 15/20%.

Si fa in modo che l'interruttore protegga non il 100% della linea ma l'80% - inoltre si fanno barriere e protezioni dove l'interruttore è veloce non resta ad intervenire.

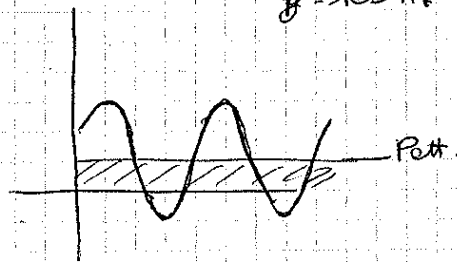


Quando viene interrotto il servizio si fanno 2 tentativi di richiusura: - una a breve durata (dopo 0,5 ± 1 s) - una lunga (dopo 2-3 minuti).

Rifasamento



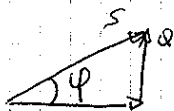
$f = 100 \text{ Hz}$



$$P = VI \cos \varphi$$

Il distributore è pagato solo per la potenza attiva. Al passaggio da carico resistivo a carico induttivo e perché di Patt. aumenta la corrente e di conseguenza aumentano le perdite sulla linea.

Soglia minima $\cos \varphi = 0,9$.



Se $\cos \varphi < 0,9$ si paga una multa.

$$Q = P \tan \varphi$$

$$\cos \varphi = 0,9 \Rightarrow \tan \varphi = 0,484$$

$$\frac{Q}{P} = 0,484$$

$$\Rightarrow Q \approx 50\% P$$

Non possiamo fare a meno delle potenze reattive.

Quando si ha un carico reattivo e si rischia che $\cos \varphi$ sia $< 0,9$

bisogna generare una potenza reattiva capacitiva.