

Costruire un nodo all'aperto

22

ninux.org

Contents

<u>1 Costruire un nodo all'aperto</u>	1/19
<u>1.1 Contenitori impermeabili</u>	1/19
<u>1.2 Fornire corrente</u>	1/19
<u>1.3 Considerazioni sul montaggio</u>	2/19
<u>1.3.1 Tralicci ancorati</u>	3/19
<u>1.3.2 Torri autoportanti</u>	4/19
<u>1.3.3 Ancoraggio sui tetti</u>	6/19
<u>1.3.4 Metalli eterogenei</u>	7/19
<u>1.3.5 Proteggere i connettori a microonde</u>	8/19
<u>1.4 Sicurezza</u>	8/19
<u>1.5 Allineare le antenne su un collegamento a grande distanza</u>	8/19
<u>1.6 Protezioni da fulmini e sovraccarichi</u>	10/19
<u>1.6.1 Fusibili e interruttori automatici</u>	10/19
<u>1.6.2 Come mettere a terra</u>	10/19
<u>1.6.3 Stabilizzatori e regolatori di corrente</u>	11/19
<u>1.7 Energia solare e eolica</u>	11/19
<u>1.7.1 Alimentazione in mancanza di corrente di rete</u>	12/19
<u>1.7.2 Calcolare misurare il consumo di corrente</u>	13/19
<u>1.7.3 Caratteristiche di scarica - Regola del pollice</u>	13/19
<u>1.7.4 Progettare un sistema con batteria tampone</u>	14/19
<u>1.7.5 Progettare un sistema alimentato con energia solare o eolica</u>	16/19
<u>1.7.6 Circuiti</u>	17/19
<u>1.7.7 Energia eolica</u>	17/19
<u>1.7.8 Energia solare</u>	17/19
<u>1.7.9 Regolatori di carica</u>	18/19
<u>1.7.10 Influenza della ricerca del punto di potenza massima</u>	18/19
<u>1.7.11 Aumentare la capacità di batterie e pannelli solari</u>	18/19
<u>1.7.12 Circuito di disconnessione batterie scariche</u>	19/19
<u>1.7.13 Calcolo</u>	19/19



1 Costruire un nodo all'aperto



Ci sono molte considerazioni pratiche quando si installa del materiale elettrico all'aperto. Ovviamente, deve essere protetto dalla pioggia, dal vento, dal sole e da altri elementi ambientali. Deve essere fornita l'alimentazione, e l'antenna deve essere montata ad un'altezza sufficiente. Senza la messa a terra adeguata, i lampi vicini, l'alimentazione di rete instabile, e anche un leggero vento nel clima adeguato può danneggiare il tuo collegamento wireless. Questo capitolo ti darà un'idea dei problemi pratici a cui andrai incontro installando materiale wireless all'aperto.

1.1 Contenitori impermeabili

Esiste una grande varietà di contenitori impermeabili adatti. Un contenitore stagno per dispositivi da collocare all'aperto può essere costruito con metallo o plastica.

Ovviamente i dispositivi necessitano di corrente per funzionare, e possibilmente avremo bisogno di connettervi anche un'antenna ed un cavo Ethernet. Ogni volta che foriamo un contenitore impermeabile però, creiamo un punto dove potenzialmente l'acqua potrà entrare.

L'Associazione Nazionale dei Produttori Elettrici (NEMA) fornisce delle linee guida per la protezione di equipaggiamento elettrico da pioggia, ghiaccio, polvere ed altri contaminanti. Un contenitore certificato **NEMA 3** o migliore è adatto all'uso in esterno con un clima moderato. Un **NEMA 4X** o **NEMA 6** fornisce una protezione eccellente, anche da getti diretti di acqua e ghiaccio. Per i sistemi di fissaggio che necessitano di forare il contenitore (come  cable glands and bulkhead connectors ) , NEMA fornisce una scala qualitativa di protezione dell'ingresso (IP). Una protezione di livello **IP66** o **IP67** proteggerà questi fori da getti d'acqua molto forti. Un buon contenitore da esterno dovrebbe fornire anche protezione UV per prevenire la rottura delle guarnizioni a seguito dell'esposizione al sole, ma anche per proteggere i dispositivi contenuti.

Ovviamente trovare in zona dei contenitori certificati NEMA può essere un'impresa. Spesso si può riutilizzare delle parti reperite localmente per utilizzarli come contenitori. Scatole di annaffiatori in plastica o metallo, alloggiamenti per condutture elettriche ma anche contenitori plastici per alimenti possono essere usati in mancanza d'altro. Quando si fora un contenitore, dobbiamo usare guarnizioni di qualità o o-ring assieme a  cable gland  per sigillare l'apertura. Composti siliconici resistenti agli UV o altri sigillanti possono essere usati per installazioni provvisorie ma bisogna ricordarsi che i cavi si flettono al vento, e le giunzioni incollate possono indebolirsi facendo infiltrare l'umidità.

E' possibile allungare di molto la vita di un contenitore plastico dandogli protezione dal sole. Montare il contenitore in ombra, anche vicino ad altri dispositivi esistenti, pannelli solari o sottili fogli di metallo specifici per questo uso, darà lunga vita al contenitore così come all'attrezzatura che contiene.

Prima di mettere qualsiasi componente elettronico in un box sigillato bisogna assicurarsi che si abbiano i requisiti minimi di dissipazione del calore. Se la motherboard che si usa richiede una ventola o grandi alette di raffreddamento, bisogna ricordare che non avrà un flusso d'aria e potrà cuocersi fino alla rottura una volta sul palo. Bisogna utilizzare solo componenti progettati per l'uso in ambienti ad incasso.

1.2 Fornire corrente

Ovviamente la corrente continua può essere fornita con un semplice buco nel contenitore ed un filo. Se il contenitore è abbastanza grande (diciamo un contenitore elettrico da esterno), possiamo anche installarvi una presa di corrente alternata. I produttori però stanno supportando sempre più una funzionalità molto pratica che elimina il bisogno di un'altro foro nel contenitore: **Power over Ethernet (POE)**.

Lo standard 802.3af definisce un metodo per fornire corrente ai dispositivi usando la coppia di fili inutilizzata del cavo Ethernet standard. Circa 13 Watt di potenza possono essere forniti in sicurezza su un cavo CAT5

senza interferire con la trasmissione dei dati sullo stesso cavo. I nuovi switch compatibili con 802.3af (chiamati **iniettori di fine coppia**) forniscono direttamente la corrente ai dispositivi connessi. Gli switch di fine coppia possono fornire corrente sugli stessi fili utilizzati per i dati (le coppie 1-2 e 3-6) o sui fili inutilizzati (coppie 4-5 e 7-8). Altri dispositivi chiamati **iniettori intermedi**, sono inseriti tra lo switch Ethernet e i dispositivi da alimentare. Questi iniettori forniscono corrente sui fili non utilizzati.

Se il router wireless o CPE supporta l'802.3af, possiamo semplicemente connetterlo ad un iniettore. Sfortunatamente qualche produttore (in particolare Cisco) non è d'accordo sulla polarità dell'alimentazione e, connettere un dispositivo sbagliato può danneggiare l'iniettore e l'apparecchio da alimentare. Bisogna leggere le istruzioni ed essere sicuri che l'iniettore ed il dispositivo wireless siano concordi su quali pin e polarità usare per l'alimentazione.



Se il dispositivo wireless non supporta il power over Ethernet, si può usare la coppia inutilizzata di un cavo CAT5 per trasportare l'alimentazione. E' anche possibile usare un **iniettore POE passivo**, o semplicemente autocostruirlo. Questi dispositivi connettono fisicamente la corrente continua ad un capo del cavo terminando all'altro capo con un connettore da inserire nella presa di alimentazione del dispositivo. Una coppia di dispositivi POE passivi si possono acquistare per meno di 20 dollari.

Per autocostruirne uno bisogna conoscere quanta corrente richiede il dispositivo per funzionare e fornire almeno quella corrente e voltaggio, più abbastanza per sopperire alla perdita del cavo Ethernet. Non bisogna fornire troppa corrente dato che la resistenza del cavo sottile può portare a rischi d'incendio. Qui si può trovare un tool che aiuta a calcolare la perdita di tensione per una data lunghezza di cavo CAT5:

<http://www.gweep.net/~sfoskett/tech/poecalc.html>

Una volta che si conosce la giusta corrente e la polarità richiesta per alimentare il dispositivo wireless, crimpiamo un cavo CAT5 usando solo i fili dei dati (coppie 1-2 e 3-6). Poi connettiamo semplicemente il trasformatore alla coppia 4-5 (normalmente blu / bianco-blu) e 7-8 (marrone / bianco-marrone) da un lato e un adeguato spinotto dall'altro. Per una guida completa su come costruire un iniettore POE da zero si può far riferimento a questa terrificante guida di NYCwireless: <http://nycwireless.net/poe/>

1.3 Considerazioni sul montaggio

In molti casi si può posizionare l'attrezzatura al chiuso, vicino ad una finestra dai vetri tradizionali attraverso i quali il segnale possa viaggiare. Il vetro normale introduce una piccola attenuazione ma i vetri  tinted  portano un'attenuazione inaccettabile. Ciò semplificherà notevolmente i problemi di montaggio, alimentazione e impermeabilizzazione ma, ovviamente, è fattibile solo nelle aree popolate.

Quando si montano antenne su torri o pali, è molto importante usare supporti distanziatori e non montare le antenne direttamente sul palo. Questi supporti saranno d'aiuto per diverse funzioni compreso la separazione dell'antenna dal palo e il suo allineamento e protezione.

I supporti distanziatori devono essere abbastanza forti da reggere il peso dell'antenna e tenerla in posizione nei giorni ventosi. Dobbiamo ricordare che le antenne possono comportarsi come piccole vele e possono esercitare molta forza sui propri supporti con vento forte. Quando si stima la resistenza del vento, dobbiamo considerare la superficie totale dell'antenna e la distanza dal centro dell'antenna al punto di montaggio al palazzo. Grandi antenne come le parabole o i pannelli settoriali ad alto guadagno hanno un carico di vento considerevole. Usare antenne forate o parabole a rete anziché parabole tradizionali, aiuterà a ridurre il carico di vento senza influire sul guadagno dell'antenna. Bisogna assicurarsi che i supporti di fissaggio e la struttura di supporto siano solidi o la nostra antenna si disallineerà nel tempo (o peggio, cadrà interamente dalla torre!).

I supporti di montaggio devono garantire abbastanza spazio tra il palo e l'antenna per permetterne il puntamento, ma non tanto da rendere l'antenna troppo difficile da raggiungere quando è richiesta una manutenzione..



Figure 7.1: Un'antenna con supporti distanziatori viene sollevata su una torre.

Il tubo sul supporto distanziatore dove andrà montata l'antenna deve essere tondo. In questo modo l'antenna può essere ruotata sul tubo per il puntamento. In aggiunta, il tubo deve essere verticale. Se verrà montato su una torre a punta, il supporto distanziatore da usarsi dovrà esser stato pensato apposta. Questo si può ottenere usando tubi di lunghezza diversa o usando combinazioni di aste filettate e lastre d'acciaio.

Dato che l'attrezzatura sarà all'aperto per tutta la sua vita di servizio, è importante assicurarsi di usare acciaio a resistenza atmosferica. L'acciaio inossidabile spesso è troppo costoso per installazioni su torri. La zincatura a caldo è preferibile, ma potrebbe non essere disponibile in alcune aree. Dipingere tutto l'acciaio con una buona vernice antiruggine funzionerà ugualmente. Se optiamo per la pittura, sarà importante pianificare ispezioni annuali dei supporti e ridipingere all'occorrenza.

1.3.1 Tralicci ancorati

Un traliccio ancorato scalabile è una scelta eccellente per molte installazioni, ma per strutture molto alte una torre autoportante potrebbe rendersi necessaria.

Quando si installano torri tirantate, una carrucola agganciata alla sommità di un palo faciliterà l'installazione della torre. Il palo sarà assicurato alla sezione inferiore della torre già posizionata, mentre le due sezioni della torre ancora da montare saranno collegate con un giunto articolato. Una fune passata nella carrucola faciliterà il sollevamento della sezione successiva. Una volta che la sezione sarà innalzata l'avviteremo alla sezione sottostante. Il palo (⚠ called a gin pole in the trade ⚠) potrà esser quindi rimosso per ripetere l'operazione se richiesto. Dovremo tendere i tiranti attentamente, assicurandoci di avere la stessa tensione su tutti i punti di

adeguato ancoraggio. Scegliere i punti in modo che gli angoli, visti dal centro della torre, risultino distanziati il più uniformemente possibile.



Figura 7.2: Un traliccio tirantato scalabile.

1.3.2 Torri autoportanti

Le torri autoportanti sono costose ma a volte necessarie, in particolare quando sono richieste grandi altezze. Può trattarsi di un semplice e pesante palo affogato in una base di calcesstruzzo, o di una complicata torre radio.

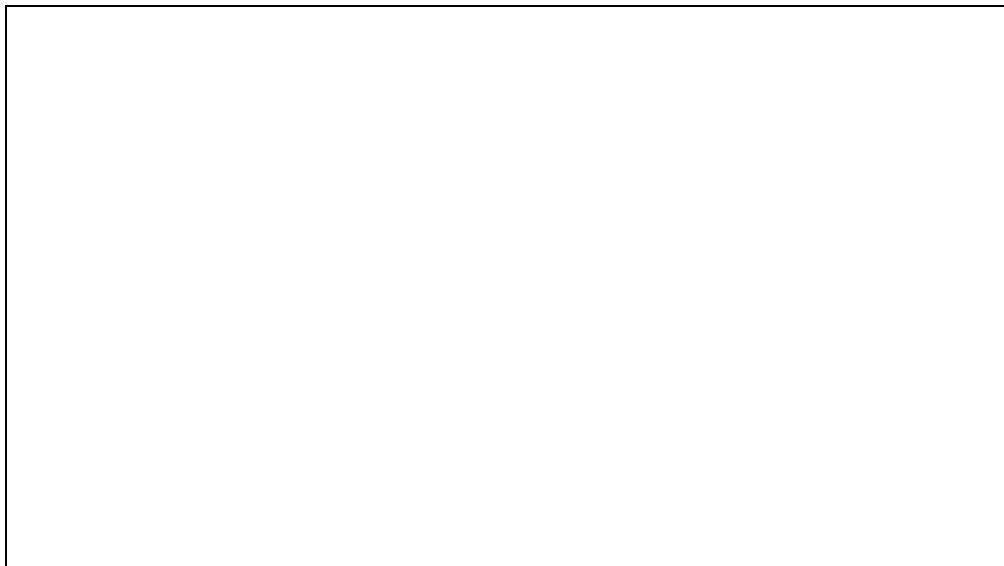




Figura 7.3: Una semplice torre autoportante.

Qualche volta si può affittare una torre esistente anche se si dovrebbero evitare le antenne delle stazioni di trasmissioni AM perchè rendono attiva l'intera struttura. Le antenne di stazioni FM sono accettabili, purchè si mantenga qualche metro di spazio tra le antenne. Bisogna prestare attenzione a che le antenne trasmittenti adiacenti non interferiscano con la nostra connessione wireless, trasmissioni FM di grossa potenza possono interferire con i cavi Ethernet. Ogni volta che si usa una torre molto popolata, dovremo essere molto scrupolosi sulla messa a terra e sull'uso di cavi schermati.



Figura 7.4: Una torre molto più complicata.

1.3.3 Ancoraggio sui tetti

Sui tetti piani è possibile utilizzare supporti non penetranti per antenne. Consistono in treppiedi montati su una base di metallo o legno. La base viene quindi appesantita con mattoni, sacchi di sabbia, bidoni d'acqua o qualunque cosa pesante. Usare una simile slitta da tetto evita il bisogno di forare il tetto con perni e bulloni, evitando infiltrazioni potenziali.



Figura 7.5: Questa base metallica può essere appesantita con sacchi di sabbia, pietre o bottiglie d'acqua per rendere la piattaforma stabile senza forare il tetto.

Ancoraggi da muro o fascette metalliche possono essere utilizzati su strutture esistenti come comignoli o i lati di un palazzo. Se le antenne devono essere montate a più di circa 4 metri sopra il tetto, una torre scalabile potrebbe essere la miglior soluzione per permettere un accesso più semplice all'attrezzatura e per prevenire lo spostamento dell'antenna con forte vento.

1.3.4 Metalli eterogenei

Per minimizzare la corrosione elettrolitica quando due metalli umidi sono a contatto, il loro potenziale dovrebbe essere il più vicino possibile. Dovremo usare grasso dielettrico sulla superficie di contatto tra due metalli di diverso tipo per prevenire ogni effetto elettrolitico.

Il rame non dovrebbe mai toccare materiale zincato direttamente senza un'adeguata protezione. L'acqua rilasciata dal rame contiene ioni che laverebbero via la copertura galvanica (zinco) della torre. L'acciaio inossidabile può essere usato come materiale tampone, ma dobbiamo ricordarci che l'acciaio inossidabile non è un buon conduttore. Se usato come tampone tra il rame e metalli zincati, la superficie di contatto dovrebbe

essere larga e l'acciaio inossidabile dovrebbe essere sottile. Dovremmo usare anche composti isolanti per coprire le giunzioni in modo che l'acqua non possa fare da ponte tra i diversi metalli.

1.3.5 Proteggere i connettori a microonde

L'infiltrazione di umidità nei connettori è tipicamente la causa più frequente del guasto dei collegamenti radio. Dovremo assicurarci di stringere a fondo i connettori ma non usare mai chiavi o altri attrezzi per farlo. Ricordiamoci che i metalli si espandono e contraggono al variare della temperatura e connettori troppo stretti possono rompersi con cambi meteorologici estremi.

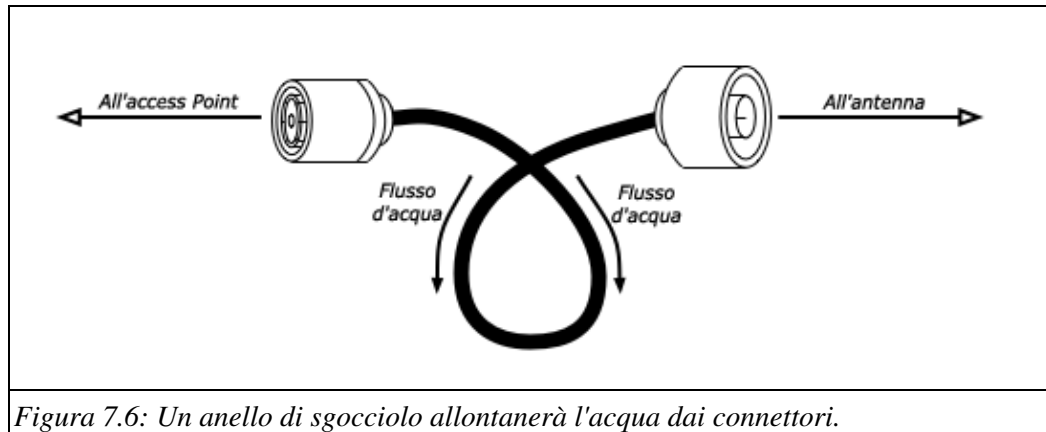


Figura 7.6: Un anello di sgocciolo allontanerà l'acqua dai connettori.

Una volta stretti, i connettori dovrebbero esser protetti applicando uno strato di nastro isolante, quindi uno strato di nastro sigillante e poi un altro strato di nastro isolante sopra. Il nastro sigillante protegge i connettori dall'infiltrazione dell'acqua, mentre lo strato superiore protegge il sigillante dai raggi ultravioletti (UV). I cavi dovrebbero avere un anello di sgocciolo per evitare che l'acqua entri nel trasmettitore.

1.4 Sicurezza

Usiamo sempre imbragature di sicurezza legate alla torre quando lavoriamo a certe altezze. Se non abbiamo mai lavorato su una torre, è meglio lasciare che un professionista lo faccia per noi. In molti paesi è richiesto un addestramento speciale per essere autorizzati a lavorare sulle torri oltre una certa altezza.

Evitiamo di lavorare sulle torri con forti venti o temporali. Scaliamo sempre con l'aiuto di qualcuno e solo quando c'è piena luce. Il lavoro sulle torri tipicamente richiede più tempo di quanto immaginiamo. Ricordiamo che è **estremamente** richioso lavorare al buio. Riserviamoci il tempo per completare il lavoro abbondantemente prima del tramonto. Se siamo a corto di tempo, ricordiamoci che la torre sarà lì anche la mattina, quando potremo risolvere il problema dopo una buona dormita.

1.5 Allineare le antenne su un collegamento a grande distanza

La chiave di successo per allineare le antenne su collegamenti a grande distanza è la comunicazione. Se cambiamo troppe variabili alla volta (ad esempio se un team inizia a spostare un'antenna mentre l'altro tenta di leggere la potenza del segnale), il processo prenderà tutta la giornata e finirà probabilmente con antenne disallineate.

Avremo bisogno di due gruppi di persone. Idealmente, ogni team dovrebbe avere almeno due persone: uno che legga i valori del segnale e comunichi con l'altro team, l'altro che manipoli l'antenna. Teniamo a mente questi punti mentre lavoriamo a collegamenti su lunga distanza.

1. **Testiamo tutta l'attrezzatura prima del tempo.** Non vogliamo giocherellare con i settaggi una volta che siamo sul campo. Prima di dividere l'attrezzatura accendiamo tutto, connettiamo tutte le antenne e

le pigtail ed assicuriamoci di poter stabilire una connessione tra i dispositivi. Dovremmo essere in grado di tornare a questo stato di funzionamento semplicemente accendendo i dispositivi, senza doversi loggare o cambiare i settaggi. E' anche un buon momento per accordarsi sulla polarità dell'antenna (vedi il capitolo due se non sai cosa sia la polarità).

2. **Portiamoci apparati di comunicazione di riserva.** Mentre i telefoni cellulari sono normalmente abbastanza buoni per lavorare in città, la ricezione può essere cattiva o inesistente nelle aree rurali. Portarsi una potente radio FRS o GMRS, o se il team ha licenze da radioamatore, delle 🚧 ham rig 🚧. Lavorare a distanza può essere molto frustrante se si è costretti continuamente a chiedere "puoi sentirmi ora?". Scegliamo il canale di comunicazione e testiamo le radio (compreso le batterie) prima di separarci.
3. **Portiamoci una macchina fotografica.** Prendiamoci del tempo per documentare la posizione di ogni sito, compreso gli elementi circostanti e gli ostacoli. Ciò può essere molto utile in seguito per stabilire la fattibilità di un'altro collegamento al sito senza dovervisi recare in persona. Se questo è il primo viaggio verso il sito, segnamoci le coordinate GPS e anche l'elevazione.
4. **Iniziamo stimando il giusto orientamento ed elevazione.** Per iniziare, ogni team dovrebbe usare la triangolazione (suando le coordinate GPS o una mappa) per avere un'idea grossolana della direzione in cui puntare. Usiamo un compasso per allineare grossomodo l'antenna nella direzione desiderata. Anche i grossi punti di riferimento possono tornare utili per il puntamento. Se possiamo, usiamo un binocolo per vedere l'altro capo. Una volta che abbiamo fatto la nostra ipotesi prendiamo una lettura del livello di segnale. Se abbiamo fatto una buona ipotesi e siamo vicini abbastanza, potremmo avere già segnale.
5. **Se tutto va storto, costruiamoci i nostri punti di riferimento.** Alcuni tipi di terreno rendono difficile giudicare la posizione dell'altro capo del collegamento. Se stiamo realizzando un collegamento in un'area con pochi punti di riferimento, un riferimento autocostruito come un aquilone, un pallone, un riflettore, un raggio 🚧 flare 🚧, o anche un segnale di fumo può aiutare. Non abbiamo necessariamente bisogno del GPS per avere un'idea di dove puntare l'antenna.
6. **Testiamo il segnale in entrambe le direzioni, ma solo una alla volta.** Ona volta che i due capi hanno provato la loro migliore ipotesi, il capo con l'antenna a più basso guadagno dovrebbe fissare la propria antenna in posizione. Usando un buon tool di monitoring (come Kismet, Netstumbler o un buon client wireless built-in), il team con l'antenna a più alto guadagno dovrebbe muoverla lentamente guardando il misuratore di segnale. Una volta che viene trovata la posizione migliore, proviamo ad alterare l'elevazione dell'antenna. Una volta trovata la migliore posizione, fissiamo bene l'antenna in posizione e avvertiamo l'altro team di iniziare a muovere la loro. Ripetiamo questo processo un paio di volte finchè non troviamo la miglior posizione possibile per entrambe le antenne.
7. **Non tocchiamo l'antenna quando prendiamo una lettura.** Il nostro corpo influenzerà il percorso della radiazione dell'antenna. Non dobbiamo toccare l'antenna e non dobbiamo stare nel percorso del collegamento quando prendiamo le letture del livello del segnale. Lo stesso vale anche per il team dell'altro capo del collegamento.
8. **Non abbiamo timore di andare oltre il miglior segnale ricevuto.** Così come visto nel capitolo quattro, i percorsi delle radiazioni 🚧 incorporano molti piccoli lobi laterali di sensibilità, oltre i lobi principali più larghi. 🚧 Se il segnale che riceviamo è misteriosamente basso, può darsi che abbiamo trovato un lobo laterale. continuiamo a spostarci lentamente oltre questo lobo per vedere se riusciamo a trovare il lobo principale.
9. **L'angolo dell'antenna può sembrare completamente sbagliato.** Il lobo principale di un'antenna spesso irradia leggermente verso un lato o l'altro del centro visuale dell'antenna. Non preoccupiamoci di come appaia l'antenna; dobbiamo preoccuparci di trovare la posizione migliore possibile per ricevere il miglior segnale possibile.
10. **Ricontrolliamo la polarizzazione.** Può essere frustrante provare ad allineare una parabola per scoprire che l'altro team sta usando la polarizzazione opposta. Ancora una volta: questo dovrebbe essere stabilito prima di lasciare la base, ma se un collegamento continua a essere debole, un altro controllo non farà male.
11. **Se nulla funziona, controlliamo tutti i componenti uno alla volta.** Sono accesi i dispositivi ad entrambi i capi del collegamento? Sono connessi correttamente tutti i connettori e pigtail, senza parti danneggiate o sospette? Come spiegato nel capitolo otto, una buona tecnica di risoluzione dei

problemi ci farà risparmiare tempo e frustrazioni. Lavoriamo lentamente e comunichiamo il bene il nostro stato con l'altro team.

Lavorando metodicamente e comunicando bene, possiamo completare il lavoro di allineare antenne ad alto guadagno in poco tempo. Se fatto bene dovrebbe essere divertente!

1.6 Protezioni da fulmini e sovraccarichi

La corrente è la difficoltà maggiore per la maggior parte delle installazioni nei paesi in via di sviluppo. Dove ci sono reti elettriche, sono poco controllate, fluttuano drammaticamente e sono esposte ai fulmini.

Un'appropriata protezione da sovraccarichi è critica non solo per proteggere le nostre apparecchiature wireless, ma per tutta l'attrezzatura ad esse collegate.

1.6.1 Fusibili e interruttori automatici

I fusibili sono critici, ma molto spesso trascurati. Nelle aree rurali ma anche in molte aree urbane di paesi in via di sviluppo, i fusibili sono difficili da trovare. Nonostante l'aggravio di costo, è sempre prudente usare degli interruttori automatici al loro posto. Può rendersi necessario importarli, ma non dovrebbero essere trascurati. Troppo spesso i fusibili sono rimossi e sostituiti con le monetine. In un caso recente, tutta l'attrezzatura elettronica di una stazione radio rurale è stata distrutta quando un fulmine ha attraversato i circuiti, senza interruttori automatici o fusibili a proteggerli.

1.6.2 Come mettere a terra

Un'appropriata messa a terra non dovrebbe essere un lavoro complicato. Quando si mette a terra, si tenta di raggiungere due obiettivi: fornire un corto circuito per i fulmini e fornire un circuito per disperdere gli eccessi di energia.

Il primo passo è quello di proteggere l'attrezzatura da un fulmine diretto o vicino, mentre il secondo è di fornire un percorso per dissipare l'energia in eccesso che altrimenti creerebbe un accumulo di elettricità statica. La statica può causare degradi significativi alla qualità del segnale, in particolare su ricevitori sensibili (ad esempio VSAT). Fornire un corto circuito è semplice. L'installatore necessita solo di creare un percorso corto dalla superficie conduttrice più in alto (un'asta parafulmine) a terra. Quando una scossa colpisce l'asta, l'energia viaggerà attraverso il percorso corto e quindi eviterà l'attrezzatura. La messa a terra dovrebbe essere in grado di reggere l'alta tensione (ovvero abbiamo bisogno di cavi di grosso spessore, come trecce di 8 cavi di rame).

Per mettere a terra l'attrezzatura, montiamo un'asta sopra l'attrezzatura su una torre o altra struttura. Quindi usiamo un cavo molto spesso per connettere l'asta a qualcosa che sia esso stesso messo ben a terra. Tubi di rame sotterrati potrebbero essere buone messe a terra (dipende dalla loro profondità, dallo sporco, salinità e quantità di metalli e di parti organiche contenute nel terreno). In molti siti nell'Africa occidentale, i tubi non sono ancora interrati e l'attrezzatura di messa a terra esistente è spesso inadeguata per la bassa conduttività del terreno (tipico di stagioni aride, suoli tropicali). Ci sono tre semplici modi per misurare l'efficienza della nostra messa a terra:

1. La meno accurata è semplicemente connettere un UPS di buona qualità o un cavo di corrente in un circuito che abbia un indicatore di messa a terra (un LED rosso). Questo LED è illuminato dall'energia dispersa nel circuito di terra. Una buona messa a terra dissiperà piccole quantità di energia a terra. Alcuni lo usano per piratare un pò di energia gratis, visto che questa corrente non fa girare il contatore elettrico!
2. Prendiamo un portalamпада e una lampadina di piccola potenza (30 Watt), connettiamo un filo alla messa a terra ed il secondo al polo positivo della corrente ⚠️ ma non era AC??? ⚠️, la lampadina dovrebbe illuminarsi debolmente.

3. Il metodo più sofisticato è di misurare semplicemente l'impedenza tra il circuito positivo e la messa a terra.

Se la nostra messa a terra non è efficiente, allora dobbiamo sotterrare un paletto più in fondo (dove il terreno è più umido, ha più materia organica e metallica) o dobbiamo rendere il terreno più conduttivo. Un approccio comune dove c'è poca terra è scavare un buco che sia largo 1 metro e profondo 2 metri. Buttarvi un pezzo di metallo altamente conduttivo che abbia un pò di massa. A volte è chiamato **plomb**, che letteralmente significa piombo ma può essere qualunque pezzo pesante di metallo di 0.5 kg o più, come un'incudine o una ruota d'acciaio. Quindi riempiamo la buca con carbone mischiato a sale, quindi ricopriamo con la terra. Bagniamo l'area e il carbone e il sale si diffonderanno attorno alla buca rendendo conduttiva l'area attorno al nostro plomb, aumentando l'efficienza della messa a terra.

Se usiamo un cavo radio, anch'esso può essere usato per mettere a terra la torre, sebbene una progettazione più efficiente è nel separare la messa a terra della torre da quella del cavo. Per mettere a terra il cavo, spelliamone un pò nel punto più vicino alla terra prima che entri nel palazzo, quindi colleghiamo un cavo di messa a terra a questo punto, saldandolo o usando un connettore molto conduttivo. Poi dovremo impermeabilizzarlo.

1.6.3 Stabilizzatori e regolatori di corrente

Esistono diversi tipi di stabilizzatori di corrente, ma la maggior parte sono o digitali o elettromeccanici. Questi ultimi sono più economici e più comuni. Gli stabilizzatori elettromeccanici accettano corrente a 220V, 240V o 110V e usano questa corrente per far girare un motore, che produce sempre il voltaggio desiderato (normalmente 220V). Normalmente questo è efficiente, ma queste unità offrono poca protezione dai fulmini o altri forti sovraccarichi. Spesso si bruciano dopo una sola scossa. Una volta che si sono bruciati, possono fondere ad un certo (normalmente errato) voltaggio d'uscita.

I regolatori digitali regolano la corrente usando resistenze ed altri componenti allo stato solido. Sono più costosi, ma sono meno soggetti a bruciarsi.

Quando possibile useremo dei regolatori digitali. Valgono il costo aggiuntivo e offriranno una protezione migliore al resto dell'attrezzatura. Dobbiamo assicurarci di ispezionare tutti i componenti del nostro sistema di alimentazione (compreso le batterie) dopo un temporale.

1.7 Energia solare e eolica

Le applicazioni descritte in questo capitolo usano corrente DC. La DC, corrente continua (Direct Current n.d.t.), ha polarità. Confondere la polarità danneggerà immediatamente e irreversibilmente i nostri dispositivi! Sarà meglio imparare ad usare un multimetro digitale (DMM) per controllare la polarità. La corrente continua usata nelle applicazioni descritte non è pericolosa se si toccano i conduttori, ma le grosse batterie al piombo possono fornire correnti molto elevate. Un cavo che ne cortocircuiti i terminali diventerà immediatamente incandescente bruciando il suo isolante. Per prevenire incendi c'è sempre bisogno di un fusibile vicino il terminale positivo della batteria. In questo modo il fusibile si brucerà prima che lo possano fare i cavi.

Le batterie al piombo contengono acido solforico che può provocare serie ustioni. Esse rilasciano idrogeno quando sono cariche o quando hanno i terminali in corto, questo vale anche per i modelli sigillati. Un'adeguata ventilazione è necessaria per evitare esplosioni, specialmente se le batterie sono del tipo con celle riempite di acido. E' una buona idea proteggere gli occhi con occhiali di sicurezza quando si maneggiano queste batterie. Una volta incontrammo un "esperto" di batterie che fece saltare tre batterie nella sua carriera. Il piombo è tossico, assicuriamoci di smaltire le batterie esauste in modo adeguato. Ciò potrebbe essere difficoltoso nei paesi che non hanno infrastrutture di riciclaggio.

1.7.1 Alimentazione in mancanza di corrente di rete

In molte situazioni vorremmo installare un nodo wireless in un'area dove la rete che fornisce corrente elettrica è instabile o semplicemente non esiste. Potrebbe trattarsi di un ripetitore wireless remoto, o un paese in via di sviluppo dove la corrente di rete manca spesso.

Un sistema di alimentazione autonomo consiste fondamentalmente di una batteria che accumula l'energia elettrica prodotta da un generatore solare, a vento o a benzina. Inoltre è necessaria una circuiteria elettronica che controlla i processi di carica/scarica.

E' importante scegliere dispositivi che assorbano il minimo possibile di energia quando si progettano sistemi che lavorino a corrente solare o eolica. Ogni Watt sprecato dal carico comporta alti costi dal lato della sorgente di corrente. Maggiori consumi di corrente comporteranno che pannelli solari più grandi e batterie più voluminose saranno richiesti per fornire energia sufficiente. Risparmiare corrente scegliendo il giusto apparecchio fa risparmiare soldi e problemi. Ad esempio, un collegamento a lunga distanza non necessariamente richiede grossi amplificatori che assorbono molta corrente. Una scheda Wi-Fi con una buona sensibilità di ricezione e una zona fresnel che sia almeno il 60% libera funzionerà meglio di un amplificatore, e risparmierà anche corrente. C'è un detto molto conosciuto tra i radioamatori che fa al caso nostro: il miglior amplificatore è una buona antenna. Ulteriori misure per ridurre i consumi di corrente comprendono il regolare la velocità della CPU, ridurre la potenza di trasmissione al valore minimo necessario per fornire un collegamento stabile, aumentare gli intervalli di beaconing, e spegnere il sistema nei periodi in cui non serve.

La maggior parte dei sistemi solari autonomi lavorano a 12 o 24 volt. Dovrebbe esser usato preferibilmente un dispositivo wireless che funziona con corrente continua, che lavori ai 12 Volt che la maggior parte delle batterie al piombo forniscono. Trasformare la corrente fornita dalle batterie in corrente alternata o usare un voltaggio in ingresso all'access point diverso dal voltaggio della batteria comporterà sprechi inutili di energia. Un access point o un router che accetti 8-20 Volt DC in ingresso è perfetto.

La maggior parte degli access point economici hanno un regolatore di tensione interno e lavoreranno su questa gamma di voltaggi senza modifiche e senza scaldare (anche se il dispositivo era provvisto di alimentatore a 5 o 12 Volt).

ATTENZIONE: Far lavorare il vostro access point con un alimentatore diverso da quello fornito dal costruttore renderà sicuramente nulla ogni garanzia, e potrebbe danneggiare l'attrezzatura. Mentre la tecnica seguente normalmente funzionerà come descritto, ricordiamoci che se vogliamo provarla, lo faremo a nostro rischio.

Apriamo l'access point e cerchiamo vicino all'ingresso della corrente DC due condensatori relativamente grandi e un'induttanza (un toroide con del filo di rame avvolto attorno). Se sono presenti, allora il dispositivo ha un ingresso switched, e il voltaggio di ingresso massimo dovrebbe essere qualcosa meno del voltaggio stampato sui condensatori. Normalmente questi condensatori sono fatti per 16 o 25 volt. Ricordiamoci che gli alimentatori non stabilizzati possono oscillare e fornire un voltaggio all'access point di molto superiore a quanto suggerito dal voltaggio stampato sopra. Quindi, connettere un alimentatore non stabilizzato da 24 Volt ad un dispositivo con condensatori da 25 Volt non è una buona idea. Ovviamente, aprire i nostri dispositivi annullerà ogni garanzia esistente. Non tentiamo di far lavorare un access point ad un voltaggio più alto se non vi sia un regolatore di tensione switching. Diventerà bollente, funzionerà male o si brucerà.

Il famoso Linksys WRT54G funziona con qualunque tensione tra 5 e 20 Volt DC ed assorbe circa 6 Watt, ma ha uno switch Ethernet incorporato. Avere uno switch è ovviamente bello e funzionale, ma assorbe corrente extra. La Linksys offre un access point Wi-Fi chiamato WAP54G che assorbe solo 3 Watt e supporta firmware OpenWRT e Freifunk. I 4G Systems Accescube assorbono circa 6 Watt quando sono equipaggiati con una singola interfaccia [WiFi](#). Se l'802.11b è sufficiente, le schede mini-PCI con chipset Orinoco performano molto bene assorbendo una quantità minima di corrente.

Un'altra strategia importante per risparmiare corrente è di mantenere cavi DC corti, spessi e di buona qualità. Ciò manterrà al minimo le perdite di tensione.

1.7.2 Calcolare misurare il consumo di corrente

La progettazione di un sistema autonomo inizia sempre con il calcolo della potenza che consumerà. Il modo più semplice per misurare il nostro dispositivo è un alimentatore da laboratorio che abbia un'indicatore di tensione e corrente. Il voltaggio nominale fornito da una batteria al piombo varia tipicamente tra 11 Volt (scarica) e circa 14,5 Volt (in carica, tensione al limite della carica). Possiamo regolare la tensione dell'alimentatore da laboratorio e vedere quanta corrente assorbe il dispositivo alle diverse tensioni. Se non abbiamo a disposizione un alimentatore da laboratorio, la misurazione può esser fatta con l'alimentatore fornito con l'apparecchio. Interrompiamo uno dei cavi che va all'ingresso DC del dispositivo e inseriamo un **misuratore di corrente** (o **amperometro**). Attenzione al fatto che l'amperometro si brucerà o brucerà l'alimentatore se verrà collegato tra i terminali positivi e negativi perchè, tra le due sue sonde, esso si comporta come un semplice filo, creando quindi un cortocircuito. Molti amperometri hanno un ingresso senza fusibile, quindi cerchiamo di essere cauti visto che possono essere facilmente danneggiati

La quantità di corrente assorbita può essere calcolata con questa formula:

$$P = U * I$$

P è la potenza in Watt, U è la tensione in Volt, I è la corrente in Ampere. Ad esempio:

$$6 \text{ Watt} = 12 \text{ Volt} * 0.5 \text{ Ampere}$$

Il risultato è il valore per il dispositivo. Se il dispositivo dell'esempio lavora per un'ora, assorbirà semplicemente 6 Watt per ora (Wh), rispettivamente 0.5 Ampere per ora (Ah). Quindi il dispositivo assorbirà 144 Wh o 12 Ah al giorno.

Per semplificare le cose, useremo la tensione nominale delle batterie per i calcoli senza considerare che il voltaggio fornito dalla batteria varia a seconda del suo stato di carica. Le batterie si distinguono per la loro capacità in Ah, quindi è più semplice calcolare usando gli Ah anzichè i Wh. Una batteria di un grosso camion tipicamente ha 170 Ah, quindi una batteria da camion carica al 100% alimenterebbe il dispositivo per 340 ore con un ciclo di scarica del 100%.

1.7.3 Caratteristiche di scarica - Regola del pollice

Una batteria al piombo da 12 Volt che fornisce energia ad un dispositivo, fornisce una tensione dipendente dal suo stato di carica. Quando la batteria è carica al 100% ha una tensione d'uscita di 12.8 Volt che scende rapidamente a 12.6 sotto carico. Dato che la batteria deve fornire corrente costante, la tensione di uscita è lineare, scendendo da 12.6 Volt a 11.6 Volt in un tempo lungo. Vicino agli 11.6 Volt la tensione d'uscita scenderà rapidamente nel tempo. Dato che la batteria fornisce approssimativamente il 95% della sua capacità con questa discesa lineare, lo stato di carica può essere stimato misurando la tensione sotto carico. L'assunto è che la batteria è al 100% a 12.6 Volt e ha lo 0% della carica a 11.6 Volt. Quindi, quando misuriamo una batteria che si sta scaricando, lo stato può essere stimato con un multimetro digitale. Ad esempio una lettura di 12.5 Volt corrisponde al 90% di carica, 12.3 corrispondono al 70% di carica ecc.

Le batterie al piombo si degradano velocemente quando i cicli di carica scendono allo 0%. Una batteria di un camion perderà il 50% della sua capacità in 50 - 150 cicli se viene scaricata e caricata completamente ad ogni ciclo. Allo 0% la batteria ha ancora 11 Volt ai terminali sotto carico. Non scaricare mai una batteria al piombo da 12 Volt oltre questi valori. Rovinerà una gran parte della sua capacità. Scaricare a 0 Volt la rovinerà

completamente. Per evitarlo dovremmo usare un circuito di disconnessione automatica a bassa tensione (LVD) per costruire un sistema alimentato a batteria. Nell'uso ciclico non è consigliabile scaricare una semplice batteria di camion al di sotto del 70%. Non andare al di sotto dell'80% ne aumenterà significativamente la durata. Quindi una batteria da camion da 170 Ah ha una capacità utilizzabile di solo 34 - 51 Ah!

Una batteria da macchina o camion dovrebbe rimanere oltre i 12.3 Volt nel sistema. In casi rari può esser concesso di scendere al di sotto di questo valore, ad esempio un lungo periodo inaspettato di cattivo tempo. Questo è tollerabile se la batteria viene caricata completamente dopo un incidente simile. Caricare al 100% prende un pò perchè il processo di carica rallenta quando ci si avvicina alla fine della carica anche se c'è energia in abbondanza dalla sorgente di corrente. Una sorgente di corrente debole può raggiungere una carica completa poche volte e quindi rovinare velocemente le batterie. Si raccomanda di caricare aggressivamente per mantenere i costi di possesso bassi. Un regolatore di carica solare/eolico o un caricabatteria automatico (con caratteristiche di carica avanzate) aiuterà a risparmiare soldi. Le migliori sono le caratteristiche IU1a, le caratteristiche IU sono la seconda scelta.

Le batterie di avviamento sono le batterie più economiche disponibili, ma possono non essere la migliore opzione. Esistono delle batterie solari speciali sul mercato che sono progettate per l'uso in sistemi solari. Permettono cicli di ricarica più profondi (fino al 50% della carica, a seconda del tipo) ed hanno una bassa corrente di auto-scarica. Lo stesso vale per la maggior parte delle batterie al piombo sigillate. Le batterie al piombo sigillate sono più costose ma più sicure da maneggiare.

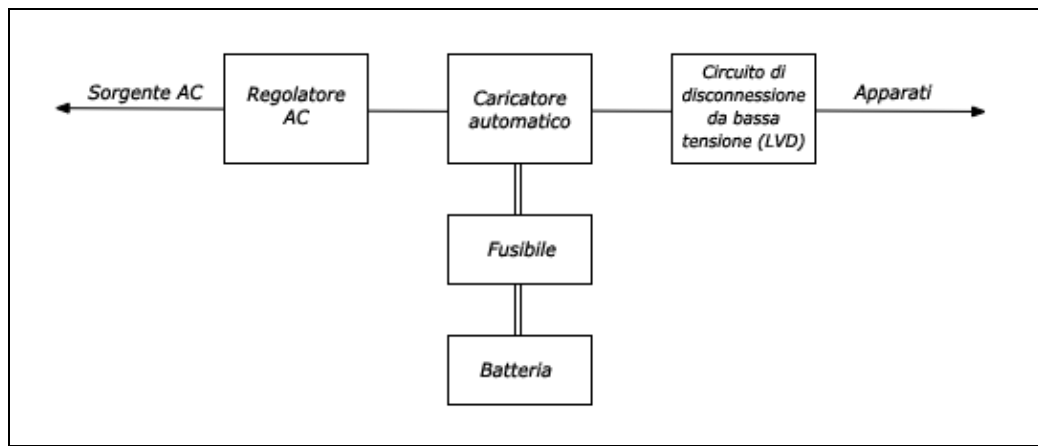
Le batterie da auto o camion che portano l'etichetta *senza manutenzione* dovrebbero avere una corrente di auto-scarica trascurabile. Ad ogni modo, le batterie senza manutenzione necessitano comunque di manutenzione. Il livello del fluido elettrolita deve essere controllato frequentemente, specialmente nei climi caldi. Se c'è una perdita di elettrolita, dobbiamo usare dell'acqua distillata per riempire di nuovo. Trascurare questo rovinerà la batteria.

Caricare le batterie troppo le distruggerà ugualmente! La corrente di carica in un sistema a batteria tampone deve essere regolata. Una carica illimitata ed eccessiva distruggerà la batteria. Se la tensione della batteria è troppo alta, la componente d'acqua dell'acido solforico si separerà per elettrolisi, causando un'atmosfera che contiene una quantità concentrata di ossigeno. L'ossigeno è molto corrosivo e distruggerà i connettori interni.

1.7.4 Progettare un sistema con batteria tampone

Le cose si semplificano se è disponibile una presa di corrente instabile che faccia il suo lavoro ogni tanto. In questo caso, tutto ciò di cui abbiamo bisogno è un caricatore automatico decente capace di caricare completamente una batteria di dimensioni sufficienti. Un caricatore switching che accetti un grosso range di tensioni in ingresso e con delle caratteristiche di carica sofisticate è preferibile. Proteggerebbe contro gli sbalzi di tensione della rete elettrica. Un semplice caricatore progettato per i 230 Volt AC fornirà poca o nessuna corrente di carica in presenza di 200 Volt o meno in ingresso. Non è importante per quanto tempo lavori, non farà mai raggiungere la carica completa. D'altro canto si brucerà non appena riceverà un voltaggio poco superiore di quello atteso o semplicemente danneggerà le batterie dopo un pò. Uno stabilizzatore di voltaggio AC che impedisca al caricatore di bruciarsi con voltaggi eccessivi può essere davvero una buona idea in molte situazioni.

Un sistema a batteria tampone appare così:



Supponiamo che il nostro dispositivo assorba 7 Watt a 12 Volt. Abbiamo bisogno di tenerlo in funzione 24 ore al giorno, quindi il dispositivo assorbirà:

$$168 \text{ Wh} = 24\text{h} * 7 \text{ W}$$

A 12 Volt la corrente in ampere sarà:

$$14 \text{ Ah} = 168 \text{ Wh} / 12 \text{ Volt}$$

Ora, ammettiamo che, occasionalmente, abbiamo situazioni in cui la corrente di rete manca per una settimana.

$$98 \text{ Ah} = 14 \text{ Ah/giorno} * 7 \text{ giorni}$$

$$1176 \text{ Wh} = 98 \text{ Ah} * 12 \text{ Volt}$$

Se facciamo scaricare la batteria dal 100% al 30% della carica, quindi consumando il 70% della sua capacità, abbiamo bisogno di una capacità di:

$$140 \text{ Ah} = 98 \text{ ah} / 0.7$$

Sono disponibili batterie per camion di queste dimensioni.

Normalmente la corrente torna per 5 ore al giorno, quindi il sistema funzionerà per 19 ore a batteria.

$$133 \text{ Wh} = 19\text{h} * 7 \text{ Watt}$$

Caricando e scaricando, la batteria non sarà mai efficiente al 100%. Ci saranno sempre perdite di energia nella batteria, quindi dobbiamo caricarla con più energia di quanta ne prendiamo. L'efficienza di carica/scarica è normalmente circa il 75%.

$$177.4 \text{ Wh} = 133 \text{ Wh} / 0.75$$

Vogliamo caricarla aggressivamente e raggiungere la piena carica in 5 ore.

Consideriamo l'efficienza di carica:

$$166 \text{ Wh} = 148 \text{ Wh} / 0.75$$

Convertiamo in Ah:

$$14.8 \text{ Ah} = 177.4 \text{ Wh} / 12 \text{ Volt}$$

Consideriamo il tempo di carica:

$$2.96 \text{ A} = 14.8 \text{ Ah} / 5 \text{ h}$$

Mentre carichiamo, l'access point o router continua ad assorbire corrente. 7 Watt sono equivalenti a 0.6 Ampere a 12 Volt:

$$3.56 \text{ A} = 2.96 \text{ A} + 0.6 \text{ A}$$

Dovremmo considerare che il processo di carica rallente in prossimità della fine della carica. Sarebbe meglio avere una corrente iniziale di carica maggiore di quella calcolata per raggiungere una carica del 100%. Un tempo di carica di 5 ore è abbastanza breve. quindi un caricatore IUIa con 8 Ampere o più è un buon investimento.

Anche una batteria da camion economica dovrebbe durare 5 anni, ammettendo di controllare l'elettrolito frequentemente. Non dimentichiamo di usare anche un circuito di disconnessione a bassa tensione. Non è un errore sovradimensionare un sistema simile di qualche grado. Non importa quanto sia ben progettato un sistema, la batteria si esaurirà e dovrà essere sostituita. In generale quindi, è più economico sovradimensionare la sorgente di alimentazione che le batterie.

1.7.5 Progettare un sistema alimentato con energia solare o eolica

La quantità di energia che possiamo ricavare con un sistema alimentato a energia solare o eolica dipende dal luogo in cui ci troviamo e dal periodo nell'anno. Di solito troveremo informazioni sull'energia della radiazione solare o sulla velocità del vento tramite gli enti amministrativi competenti per la meteorologia. Essi raccolgono queste informazioni negli anni e possono dirci cosa aspettarci in ogni periodo dell'anno. Sono disponibili poi programmi per calcoli e simulazioni su sistemi solari, PVSOL è uno di questi, di tipo commerciale (e costoso). E' disponibile una versione demo in diverse lingue.

Calcolare esattamente quanta energia produrrà un sistema solare in un certo luogo è un grosso lavoro. I calcoli coinvolgono diversi fattori come temperatura, ore di sole, intensità della radiazione, riflessione ambientale, allineamento dei pannelli solari e così via. Un programma di simulazione e i dati meteorologici sono un buon modo per iniziare ma, ricordiamoci che nel mondo reale, anche della semplice sporcizia sui pannelli solari può rovinare i risultati dei nostri calcoli teorici.

Stimare la quantità di energia prodotta da un generatore eolico è difficile se ci sono ostacoli attorno al generatore. L'approccio empirico sarebbe misurare la velocità attuale del vento sul posto per un anno che non è molto pratico.

Questa vorrebbe essere una guida pratica. Se un sofisticato programma per computer e dei dati metereologici dettagliati non sono disponibili per la nostra regione, è suggeribile costruire un sistema pilota. Se la batteria non viene caricata a sufficienza, bisognerà aumentare il numero o la dimensione dei pannelli solari. Come detto precedentemente, mantenere i consumi al minimo è molto importante per evitare alti costi inattesi.

Se un sistema necessita del 100% di uptime, bisogna iniziare considerando il peggior periodo dell'anno. Dobbiamo decidere se il sistema necessita di un'accumulo di energia sovradimensionato o di una sorgente di corrente sovradimensionata per fornire corrente nei periodi calmi. Potrebbe essere molto più economico se qualcuno caricasse il sistema con un generatore a scoppio in tempi tranquilli.

Unire energia solare e eolica ha senso maggiormente nelle aree con stagioni ventose con poco sole. Ad esempio, in Germania, in inverno il sole fornisce solo il 10% dell'energia fornita in estate. In primavera e autunno non c'è ancora molta energia solare ma c'è molto vento. Sono necessarie grandi batterie dato che è possibile che né i pannelli solari né il generatore eolico fornisce abbastanza energia durante l'inverno.

In condizioni simili, un sistema progettato per il 100% di uptime richiede dei margini di sicurezza decenti e molta capacità di stoccaggio dell'energia. La carica dovrebbe essere aggressiva per raggiungere la piena carica il più spesso possibile durante i periodi di tempo buono. I pannelli solari potrebbero richiedere la sostituzione ogni 25 anni mentre una batteria di un sistema che non ha potenza di ricarica sufficiente potrebbe richiedere una sostituzione all'anno!

1.7.6 Circuiti

Un sistema solare autonomo consiste di:

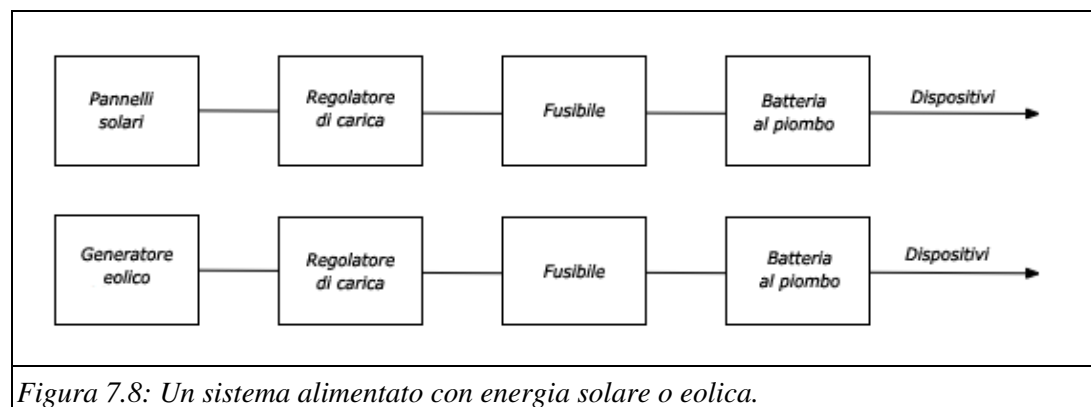


Figura 7.8: Un sistema alimentato con energia solare o eolica.

Entrambi i sistemi sono connessi alla stessa batteria se energia solare ed eolica sono combinate.

1.7.7 Energia eolica

Un generatore eolico è un'opzione evidente quando si progetta un sistema autonomo per la ripetizione del segnale wireless su una collina o montagna. Utilizzando l'energia eolica è importante che la velocità del vento sia abbastanza alta nei siti circondati da oggetti. La velocità media del vento nell'anno dovrebbe essere di almeno 3 - 4 metri al secondo, e il generatore eolico dovrebbe essere alto 6 metri più degli oggetti presenti nel raggio di 100 metri. Un luogo lontano dalla costa normalmente non ha sufficiente vento per supportare un sistema alimentato a energia eolica.

1.7.8 Energia solare

Nella maggior parte dei casi, un sistema che usi solo pannelli solari è la migliore soluzione. Normalmente è molto semplice trovare un posto adatto a pannelli solari ed essi non contengono parti meccaniche in movimento che necessitino di manutenzione.

Per un sistema solare è importante che i pannelli solari siano montati con il miglior angolo e allineamento rispetto al sole. L'angolazione migliore varia durante l'anno e dipende dalla posizione del luogo. E' buona norma considerare anche la polvere, foglie o uccelli che possano sporcare un pannello solare. L'angolo di montaggio ottimale può essere quasi piatto con la conseguenza che lo sporco si fermi sul pannello solare richiedendo una pulizia frequente.

Durante il giorno l'ombra non deve coprire il pannello solare, perchè i pannelli solari sono formati da celle solari connesse a catena. Una catena è forte quanto il suo elemento più debole. Se qualcosa copre completamente una cella di un pannello solare, ad esempio una foglia, l'intero pannello solare non produrrà corrente. Anche l'ombra di un cavo ridurrà significativamente la quantità di energia prodotta dal sistema solare!

1.7.9 Regolatori di carica

I regolatori di carica per generatori eolici sono differenti dai regolatori per pannelli solari. Se il sistema si avvale di energia eolica e solare, richiederà due regolatori. Ogni regolatore deve essere connesso ai terminali della batteria direttamente (tramite un fusibile, ovviamente!).

1.7.10 Influenza della ricerca del punto di potenza massima

I produttori di pannelli solari sono ottimisti quando calcolano la potenza dei loro pannelli. Per questo, la potenza prodotta effettivamente da un pannello è significativamente minore di quella dichiarata nel data sheet. Il livello di potenza è raggiunto solo ad un certo voltaggio, con il pannello ad una temperatura di 20 gradi Celsius e con una radiazione solare di 1000 Watt per metro quadro. Ciò non è realistico perchè un pannello solare diventa davvero caldo a 1000 Watt di radiazione per metro quadro. La maggiore temperatura riduce la potenza effettiva erogata da un pannello. Non si può far granchè al riguardo oltre tenere a mente che un pannello non raggiunge mai il livello di potenza dichiarato.

L'influenza del voltaggio di uscita del pannello è da considerarsi più importante nei sistemi autonomi. Se viene usato un semplice regolatore di carica, il voltaggio del pannello scende al livello del voltaggio della batteria. Un pannello solare potrà avere la migliore efficienza a 18 Volt producendo 1 Ampere a 300 Watt/m a 30 gradi Celsius. Questo punto di massima efficienza è chiamato **Punto di potenza massima** o **MPP**.

In questo modo, il nostro pannello produrrà:

$$18 \text{ Watt} = 18 \text{ Volt} * 1 \text{ Ampere}$$

Se questo pannello è connesso ad una batteria a 12.3 Volt, la corrente sarà leggermente maggiore che nell'MPP, forse 1.1 Ampere, ma il voltaggio del pannello scenderà al livello della batteria:

$$13.5 \text{ Watt} = 12.3 \text{ Volt} * 1.1 \text{ Ampere}$$

Nel nostro esempio l'efficienza sarà solo del 75% con un semplice regolatore di carica. Questo problema può essere risolto utilizzando un regolatore solare con inseguimento del punto di massima potenza. Un regolatore-MPP ben progettato raggiunge un'efficienza del 90%. Un sistema con un regolatore semplice non raggiungerà mai più del 70% del livello di potenza dato dal produttore.

1.7.11 Aumentare la capacità di batterie e pannelli solari

Se vogliamo combinare due (o più) batterie per aumentare la capacità, dobbiamo connetterle in parallelo che significa interconnettere entrambi i terminali positivi con un cavo di grosso diametro. Dobbiamo predisporre

un fusibile per ogni cavo vicino ogni terminale positivo. Interconetteremo poi i terminali negativi senza fusibili. I pannelli solari si possono interconnettere allo stesso modo senza fusibili.

1.7.12 Circuito di disconnessione batterie scariche

Il carico (access point, router wireless o gli altri dispositivi) dovranno esser connessi al regolatore di carica. La maggior parte dei regolatori di carica sono dotati di un circuito che disconnette il carico al di sotto di una certa tensione di batteria (LVD Low Voltage Disconnect). Il circuito di disconnessione a bassa tensione non dovrebbe mai aver bisogno di disconnettere se non nel caso di un grave errore di progettazione o di presenza di guasti. Se succede che vi siano due o più regolatori nel sistema che abbiano un circuito di disconnessione a bassa tensione, allora dovremo collegare gli apparecchi ad un solo regolatore. Altrimenti i regolatori potranno danneggiarsi.

1.7.13 Calcolo

Il calcolo di un sistema solare non è molto differente da un sistema a batteria tampone (come spiegato precedentemente). Ovviamente i lassi di tempo in cui non ci sarà energia disponibile per la ricarica potrebbero essere molto lunghi, e non c'è corrente di carica fissa da utilizzarsi per il calcolo.

Un sistema ben progettato dovrebbe essere in grado di ricaricare completamente una batteria scarica in pochi giorni in buone condizioni metereologiche fornendo al contempo corrente agli apparati.