



2023

11. Metrische voorvoegsels en SI-eenheden

R2: SCRAPY-gids



**Co-funded by
the European Union**

De steun van de Europese Commissie voor de productie van deze publicatie houdt geen goedkeuring in van de inhoud, die uitsluitend de standpunten van de auteurs weergeeft, en de Commissie kan niet verantwoordelijk worden gehouden voor het gebruik van de informatie die erin is vervat.

ECAM EPMI
30/04/2023

Inhoudsopgave

1 Inleiding.....	2
2 SI-eenheden.....	2
2.1 Fysische SI-eenheden	2
2.2 Gemeenschappelijke elektronica-eenheden	3
3. De voorvoegsels	3
3.1 De grote beschrijven	4
3.2 De kleine beschrijven.....	4
4. Conversie	5
4.2 Bits naar bytes en bytes naar bits converteren.....	6
4.3 Conversievoorbeeld:	7
5 Conclusie.....	7

1 Inleiding

Metrische voorvoegsels zijn ongelooflijk handig om hoeveelheden van **het Internationaal Stelsel van Eenheden (SI)** beknopter te beschrijven.

Bij het verkennen van de wereld van elektronica zijn deze meeteenheden erg belangrijk en stellen ze mensen van over de hele wereld in staat om te communiceren en hun werk en ontdekkingen te delen. Enkele veelgebruikte eenheden in elektronica zijn spanning voor elektrisch potentiaalverschil, ampère voor elektrische stroom, watt voor vermogen, farad voor capaciteit, Henry's voor inductie en ohm voor weerstand.

In deze handleiding worden niet alleen enkele van de meest gebruikte eenheden in elektronica besproken, maar leer je ook de metrische voorvoegsels die helpen om al deze basiseenheden te beschrijven in hoeveelheden die variëren van waanzinnig groot tot ongelooflijk klein.

Je moet ook bekend zijn met binair om binaire voorvoegsels te begrijpen.

2 SI-eenheden

We meten al duizenden jaren dingen en de eenheden die we voor die metingen gebruiken zijn sindsdien geëvolueerd. Er zijn nu tientallen eenheden om fysieke grootheden te beschrijven. Lengte kan bijvoorbeeld gemeten worden per voet, meter, vadem, ketting, parsec, liga, enzovoort. Om metingen beter te kunnen communiceren, hadden we een gestandaardiseerd systeem van eenheden nodig dat elke wetenschapper en elke meter kon gebruiken om zijn bevindingen te delen. Dit gestandaardiseerde systeem wordt het **Internationaal Stelsel van Eenheden genoemd**.

</epic voice>, afgekort SI.

2.1 Fysische SI-eenheden

Hoeveelheid	SI- eenheid	Eenheid Afkorting
Tijd	tweede	s
Lengte	meter	m
Massa	gram	g
Temperatuur	kelvin	K
Kracht	newton	N

Hoewel we nog steeds eenheden kunnen gebruiken zoals feet of miles voor afstand (in plaats van meters), liters om volume te beschrijven (in plaats van m³), en Fahrenheit of Celsius om temperatuur te beschrijven (in plaats van °K), zijn de bovenstaande eenheden een gestandaardiseerde manier voor elke wetenschapper om hun metingen te delen. Door de bovenstaande eenheden te gebruiken spreekt iedereen dezelfde taal.

2.2 Gemeenschappelijke elektronica-eenheden

Als we met elektronica te maken hebben, zijn er een paar apparaten die we vaker tegenkomen dan andere. Dit zijn onder andere:

Hoeveelheid	SI- eenheid	Eenheid Afkorting
Elektrisch potentiaalverschil (spanning)	volt	V
Elektrische stroom	ampère	A
Stroom	watt	W
Energie/Werk/Warmte	joule	J
Elektrische lading	coulomb	C
Weerstand	ohm	Ω
Capaciteit	farad	F
Inductantie	henry	H
Frequentie	hertz	Hz

Nu we de eenheden kennen, laten we eens kijken hoe ze kunnen worden uitgebreid met voorvoegsels om ze nog bruikbaar te maken!

3. De voorvoegsels

Als je voor het eerst leert over metrische voorvoegsels, is de kans groot dat je eerst deze zes voorvoegsels hebt geleerd:

Voorvoegsel (symbool)	Stroom	Numerieke weergave
kilo (k)	10 ³	1,000
hecto (h)	10 ²	100
deka (da)	10 ¹	10
geen voorvoegsel	10 ⁰	1 eenheid
deci (d)	10 ⁻¹	0.1
centi (c)	10 ⁻²	0.01
milli (m)	10 ⁻³	0.001

Dit zijn de standaard zes voorvoegsels die in de meeste wetenschapslessen op middelbare scholen worden onderwezen. Misschien heb je er zelfs een leuk geheugensteuntje bij geleerd, zoals *Kangoeroes hebben vies ondergoed tijdens koude maanden*. Maar, zoals je snel zult zien, bij het leren over elektronica en computerwetenschappen is het aantal voorvoegsels veel groter dan de standaard zes. Terwijl deze voorvoegsels een bereik hebben van 10⁻³ tot 10³, kunnen veel elektronische waarden een veel groter bereik hebben.

3.1 De grote beschrijven

Voorvoegsel (symbool)	Stroom	Numerieke weergave
yotta (Y)	1024	1 septiljoen
zetta (Z)	1021	1 sextiljoen
exa (E)	1018	1 quintiljoen
peta (P)	1015	1 quadriljoen
tera (T)	1012	1 biljoen
giga (G)	109	1 miljard
mega (M)	106	1 miljoen
kilo (k)	103	1 duizend
geen voorvoegsel	100	1 eenheid

Deze bovenstaande voorvoegsels helpen op dramatische wijze om hoeveelheden eenheden in grote hoeveelheden te beschrijven. In plaats van te zeggen 3.200.000.000 Hertz, kun je ook zeggen 3,2 Gigahertz, of 3,2 GHz voor steno geschreven notatie. Zo kunnen we ongelooflijk grote aantallen eenheden beknopt beschrijven. Er zijn ook voorvoegsels om kleine getallen te helpen communiceren.

3.2 De kleine beschrijven

Voorvoegsel (symbool)	Stroom	Numerieke weergave
geen voorvoegsel	100	1 eenheid
milli (m)	10-3	1 duizendste
micro (μ)	10-6	1 miljoenste
nano (n)	10-9	1 miljardste
pico (p)	10-12	1 biljoenste
femto (f)	10-15	1 quadriljoenste
atto (a)	10-18	1 quintiljoenste
zepto (z)	10-21	1 sextiljoenste
yocto (y)	10-24	1 septiljoenste

In plaats van een triljoenste seconde kan er nu naar een picoseconde worden verwezen. Eén ding dat opvalt bij de voorvoegsels voor kleine waarden is dat hun steno-notaties allemaal kleine letters zijn, terwijl de voorvoegsels voor grote getallen hoofdletters zijn (behalve voor kilo-*, hecto- en deca-). Hierdoor kun je onderscheid maken tussen de twee wanneer ze dezelfde letter gebruiken. Eén mW (milliwatt) is bijvoorbeeld niet gelijk aan één MW (megawatt).

*Opmerking: Omdat de hoofdletter 'K' al werd gebruikt om Kelvins te beschrijven, is gekozen voor een kleine letter 'k' om het voorvoegsel kilo- weer te geven. Zoals je zult

zien in het gedeelte over Bits en Bytes, is er ook enige verwarring met k en K als je te maken hebt met de binaire (basis 2) voorvoegsels.

4. Conversie

Het mooie van deze metrische voorvoegsels is dat, als je eenmaal de conversie tussen een paar van hen onder de knie hebt, het eenvoudig is om die vaardigheid te vertalen naar alle andere voorvoegsels.

Laten we als eerste eenvoudig voorbeeld 1 ampère (A) vertalen naar kleinere waarden. Een milliampère is 1 duizendste van de eenheid Ampère, dus 1 Ampère is gelijk aan 1000 milliampère. Verder is 1 milliampère gelijk aan 1000 microampère enzovoort. Omgekeerd is 1 ampère gelijk aan .001 kilo-ampère, oftewel 1000 ampère is 1 kilo-ampère. Dat is een heleboel stroom!

Zoals je misschien al hebt gemerkt, is het wisselen tussen voorvoegsels hetzelfde als het verplaatsen van de decimale komma met 3 plaatsen. Dit is ook hetzelfde als vermenigvuldigen of delen met 1000. Als je naar een groter voorvoegsel gaat, bijvoorbeeld van Kilo naar Mega, wordt het decimaalteken drie plaatsen naar links verplaatst. 100.000 Kilowatt is gelijk aan 100 Megawatt. 10 Kilowatt is gelijk aan .01 Megawatt. Mega is het voorvoegsel direct boven Kilo, dus of we het nu hebben over Watts, Ampère, Farad of welke eenheid dan ook, de verplaatsing van het decimaalteken met drie posities naar links werkt nog steeds bij het opschuiven van een voorvoegsel.

Als je een voorvoegsel naar beneden verplaatst, laten we zeggen van nano- naar pico-, dan wordt het decimaalteken drie plaatsen naar rechts verplaatst. 1 nanoFarad is gelijk aan 1000 picoFarads. .5 nanoFarad is gelijk aan 500 picoFarads. Hier is een korte lijst zodat je het patroon kunt zien:

1 Giga = 1000 Mega
1 Mega = 1000 Kilo
1 Kilo = 1000 eenheden
1 eenheid = 1000 milli
1 milli = 1000 micro

Zie je de trend? Elk voorvoegsel is duizend keer groter dan het vorige. Hoewel het in het begin een beetje overweldigend is, wordt de vertaling van het ene naar het andere voorvoegsel uiteindelijk een tweede natuur.

4.1 Bits en bytes

Het werken met bits en bytes kan voor verwarring zorgen (pun intended). Omdat computers werken met basis 2 getallen in plaats van basis 10, is het vaak onduidelijk naar welke getalbasis men verwijst bij het gebruik van de metrische voorvoegsels. 1 Kilobyte wordt bijvoorbeeld vaak gebruikt om 1000 bytes (basis 10) aan te geven, of het kan worden gebruikt om 1024 bytes (basis 2) aan te geven, wat tot misverstanden leidt.

Om deze verwarring te voorkomen, heeft de Internationale Elektrotechnische Commissie een aantal nieuwe voorvoegsels gemaakt voor de basis 2 bits en bytes. Deze worden binaire voorvoegsels genoemd.

Voorvoegsel (symbool)	Stroom	Numerieke weergave
exbi- (Ei-)	260	1,152,921,504,606,846,976
pebi- (Pi-)	250	1,125,899,906,842,624
tebi- (Ti-)	240	1,099,511,627,776
gibi- (Gi-)	230	1,073,741,824
mebi- (Mi-)	220	1,048,576
kibi- (Ki-)	210	1,024
geen voorvoegsel	20	1 bit of byte

Als we dit aannemen zou 1 Megabyte = 1000 Kilobytes betekenen, terwijl 1 Mebibyte gelijk is aan 1024 Kibibytes. Voor bits en bytes zou elke sprong in het voorvoegsel een veelvoud van 1024 (2^{10}) zijn in plaats van 1000 (10^3). Helaas wordt dit systeem in de praktijk niet veel gebruikt, dus telkens als je meerdere bytes of bits hoort, moet je je afvragen of ze het erover hebben in basis 2 of basis 10.

Harde schijven en andere bedrijven verkopen hun producten meestal in basis 10, omdat het dan groter klinkt. Een harde schijf van 1 Terabyte is ongeveer 931,3 Gibibytes.

Dit is waar we tegen de hoofdletters en kleine letters 'k' aanlopen. Het juiste voorvoegsel voor kibi is 'Ki'. Soms wordt het echter weergegeven als gewoon een hoofdletter 'K', die, nogmaals, staat voor temperatuur in Kelvin. Dus als je het woord Kilobyte hoort, moet je je nog steeds afvragen of het 1000 bytes (basis 10) of 1024 bytes (basis 2) betekent. Aan de andere kant, als je de term kibibyte ziet, weet je zeker dat het gaat om de basis 2-versie interpretatie van digitale opslag (1024 bytes).

4.2 Bits naar bytes en bytes naar bits converteren

We hebben het omzetten van bits en bytes naar grotere of kleinere aantallen van elk behandeld, maar er is ook de kwestie van het omzetten van bits naar bytes en vice versa. Onthoud dat 1 byte gelijk is aan 8 bits (meestal) en dat één bit gelijk is aan 0,125 bytes (of $1/8$). Toegegeven, er zijn vele ordes van grootte over bits, maar bytes worden meestal het meest gebruikt. De praktijk van het omrekenen tussen het een en het ander is niet bijzonder gebruikelijk, maar het is nog steeds nuttige informatie als je te maken hebt met elektronica, vooral als het gaat om geheugen. Je kunt bijvoorbeeld code schrijven die individuele bits opslaat, maar je geheugen wordt gedefinieerd als bytes.

Praktijk

Nu wat oefenopgaven. We zullen standaardafkortingen gebruiken voor elk type eenheid dat we zullen omrekenen:

- A voor ampère
- V voor volt
- W voor watt
- Hz voor Hertz
- F voor Farads
- H voor Henry's
- Ω voor Ohms
- s voor seconden
- B voor bytes
- b voor bits

4.3 Conversievoorbeeld:

- Converteren: 400 mA naar A
- Antwoord: 400 mA = .4 A

Omzetten:

- 50 mA tot A
- 10 nF tot pF
- 500 kW tot W
- .01 mV tot μ V
- 20.000 k Ω tot M Ω
- 4680 MHz tot GHz
- 4 TiB naar GiB
- 200 Mb naar kb
- .00007 s naar μ s
- 1450 nH tot μ H

Antwoorden uit de praktijk

- .05 A
- 10.000 pF
- 500,000 W
- 10 μ V
- 20 M Ω
- 4,68 GHz
- 4096 GB
- 200.000 kb
- 70 μ s
- 1,45 μ H

Al snel is het wisselen tussen voorvoegsels erg snel.

5 Conclusie

Getallen kunnen omzetten naar het beste voorvoegsel, afhankelijk van de grootte van het getal, is een belangrijke vaardigheid om te hebben. Hiermee kun je lange en rommelige



getallen zoals 5.600.000 of .000000002 vermijden. Door 5,6M of 2n te gebruiken kun je de informatie sneller overbrengen en in een veel netter en makkelijker te lezen formaat. Nu je bekend bent met de metrische voorvoegsels, kun je proberen te leren hoe je een multimeter gebruikt. Het gebruik van een multimeter vereist een goed begrip van alle voorvoegsels omdat je metingen vaak als zodanig worden weergegeven.