

Mät lasttransienterna – förbättra loopstabiliteten

Responsen från frekvensloopar blir allt viktigare för att validera stabiliteten hos switchande omvandlare, men att undersöka responsen från lasttransienter är fortfarande vanligt även det. Det senare kan förbättras genom att visualisera den positiva arbetscykeln för pulsbreddsmodulerade signaler (PWM) över tid. Ett modernt oscilloskop som MXO 5 kan utföra uppgiften samtidigt som det hjälper till att identifiera okända effekter.

Strömförsörjningskonstruktioner måste valideras med avseende på loopstabilitet för att säkerställa en felfri och stabil drift. Idag är respons på frekvensloopar förstahandsval. Rent praktiskt handlar det om AC-analys med småsignal, där en liten sinusformad signal läggs in i loopen för att mäta förstärkning och fas över ett brett frekvensområde i en öppen loop.

De uppmätta förstärknings- och fäsvärdena plottas mot frekvensen i ett Bode-diagram vilket ger förstärkningsmarginal, fasmarginal och delningsfrekvens. Vid test



Av Marcus Sonst, Rohde & Schwarz

Marcus Sonst har arbetat som applikationsingenjör inom Power Management hos Rohde & Schwarz sedan 2019, med fokus på mätningar i tidsdomänen för applikationer inom kraftelektronik. Innan dess arbetade han på Diehl Aerospace och Osram.

av respons på laststeg appliceras ett stort strömsteg, och sedan måste spänningsresponsen mätas och analyseras.

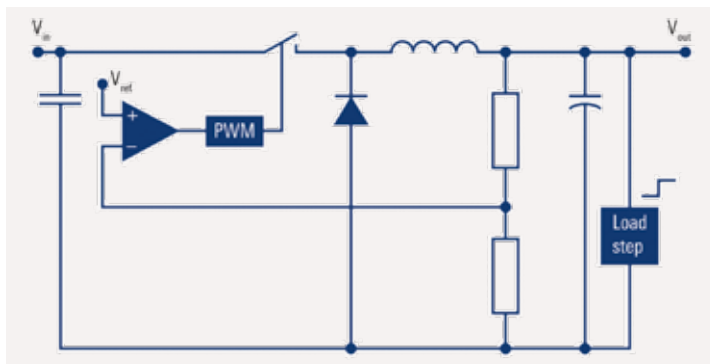
MÄTNINGAR AV STORA SIGNALER utförs i en sluten loop, vilket skiljer sig mycket från system med öppen loop. Utgångsspänningen måste analyseras i tidsdomänen för att det ska gå att uppskatta och bestämma omvandlarens stabilitet.

Att ha laststegsgeneratoren ansluten till en omvandlars utgångsterminal är av avgörande betydelse vid snabba förändringar av lastströmmen. Eftersom PWM-signaler styr strömkällan i reglerkretsar kan mätning

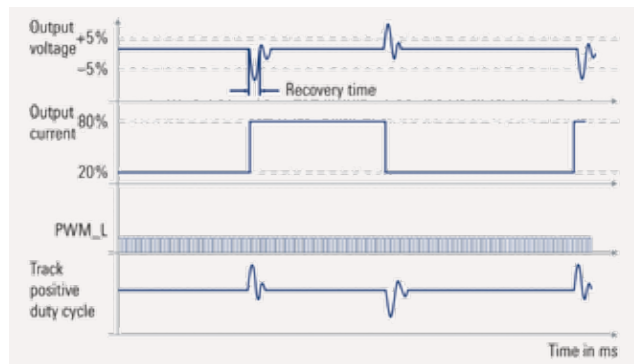
av den positiva driftcykeln under laststeget förbättra responsen på lasttransienter vid visualisering av okända effekter.

För denna mätning krävs ett instrument där den positiva driftcykeln kan mätas med hög samplingsfrekvens under hela registreringsperioden. Mätningen cykel för cykel måste visas som en vågform över tid.

Det här är en utmanande uppgift som kan lösas med ett modernt oscilloskop, som gör det möjligt för konstruktörerna att mäta den positiva driftcykeln under en lång registreringsperiod även vid högre PWM-frekvenser. Oscilloskopet MXO5 har bland annat tillräcklig bandbredd, en hög samplings-



Figur 1. Konfiguration för lasttransienter hos en step-down-omvandlare.



Figur 2. Respons hos lasttransienter.



Figur 3. Konfiguration för lasttransienter hos en step-down-omvandlare.



frekvens och stor minneskapacitet, vilket är egenskaper som behövs för denna uppgift. Alla positiva driftcykler i en mätning kan användas för att visualisera variationer över en hel mätning i ett svep. Svepet för varje mätning i en enskild cykel kan visas över tid. En typisk vågform för lasttransienter som ingår i vågformen visas i figur 2.

I figur 2 visas standardvågformerna för utgångsspänning och -ström för tre på varandra följande laststeg. De positiva driftcyklerna för styrenhetens utgång visas också och används för att skapa ett svep. I teorin återspeglar vågformen utgångsspänningens utseende, eftersom driftcykeln reglerar kraftkällan för att upprätthålla en konstant utgångsspänning.

Ett bra tillämpat exempel för att visa fördelarna med funktionen är en switchad DC/DC-omvandlare i en helbryggstopologi med synkron likriktning. Den isolerade omvandlaren arbetar med en switchfrekvens på 100 kHz och omvandlar 48V på ingången till 12V på utgången. Utgångsströmmen är inställd på maximalt 8A och utgångslaststeget genereras med en elektronisk last.

Innan laststegen tillämpas på omvandlaren utgång måste användaren utföra flera steg för att visualisera den positiva driftcykeln som en vågform: Först måste en

kanalinställning med val av prob göras, och därefter en trigger för att registrera laststegshändelser vid styrenhetens utgång. Funktionen för mätning av den positiva driftcykeln måste aktiveras och nivåer i procent för referensspänningen måste definieras (t.ex. 20%, 50%, 80%). För att kunna mäta en PWM-signal med skarpa kanter exakt måste användaren definiera en tillräckligt hög samplingsfrekvens $\geq 100 \text{ MSa/s}$. För att registrera en hel sekvens (minst ett strömsteg från lågt till högt och ett annat från högt till lågt) måste en tillräckligt stor registreringslängd väljas. Sist men inte minst måste användaren aktivera spårfunktionen i undermenyn för mätning och optimera den vertikala skalningen.

NÄR INSTÄLLNINGARNA ÄR KLARA kan användaren konfigurera den elektroniska lasten så att den ger ett laststeg mellan ett lågt strömvärde (20% av maxlasten) och ett högt strömvärde (80% av maxlasten). Så snart triggern identifierar ett giltigt triggervillkor så visas vågformerna på skärmen enligt figur 3. I det övre fönstret visas registreringen av två laststeg i vardera riktningen. Utgångsspänningen mäts på kanal 1 och utgångsströmmen mäts på kanal 2. PWM-styrsignalen (kanal 3) och vågformen för den positiva driftcykeln visas också.

I zoomfönstret visas att utgångsspänningen sjunker i endast cirka $300 \mu\text{s}$ innan återgång till stabilt läge. Avvikelsen mellan 20- och 80-procentslasten i ett stabilt läge är endast 2,4mV enligt mätning med markörfunktionen. Spårvägformen visar en annan nivå (26 procent istället för 24 procent) efter att omvandlaren har övergått till stabilt läge. Avvikelsen visar på en effekt som inte uppfyller de förväntningar som beskrivs i figur 2. Enligt definitionen och teorin ska driftcykeln vara oberoende av lastströmmen.

En genomgång av reglerteorin visar att avvikelsen på 2 procent beror på högre ledningsförluster till följd av högre utgångsström. De högre förlusterna uppstår främst i transformatorn och den utgående likriktaren. De extra förlusterna måste utjämnas genom att öka den positiva driftcykeln, och svepfunktionen gör det möjligt att utföra denna komplexa mätuppgift.

Vid verifiering av lasttransienter för alla omvandlare med PWM-styrning där djupare analys krävs för att upptäcka enskilda detaljer i systemets beteende, är oscilloskopet MXO 5 rätt val av instrument. Ytterligare egenskaper som stor minneskapacitet och svepfunktioner hjälper användarna att identifiera och förstå komponenterna i omvandlaren drift ner på detaljnivå. ■