

TopCon *Tech Report*

Inhalt **TopCon I*R – Simulation**

Autor Chr. Rohrer

Datum 29. August 2005

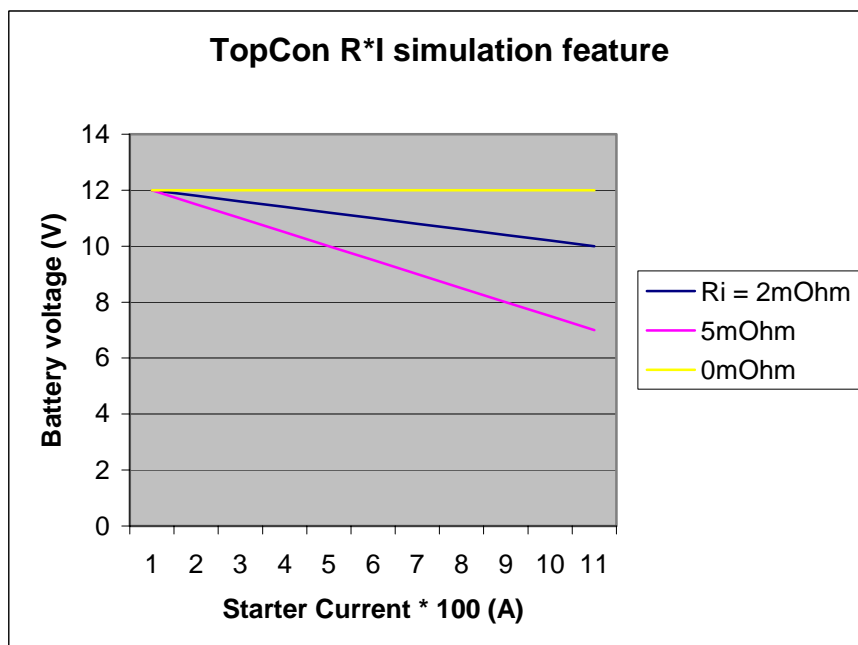
Zusammenfassung

TopCon DC-Netzgeräte ermöglichen unter anderem die Simulation des Innenwiderstandes einer Stromquelle. Die moderne Multiprozessor-Architektur der Geräte führt sowohl Messung als auch Berechnung der Ausgangsspannung in Zyklen von nur 50 Mikrosekunden durch, sodass die Simulation auch bei sehr dynamischen Vorgängen realisiert werden kann. Dies eröffnet gute Perspektiven im Bereich der Komponentenforschung und -prüfung von automotiven Systemen.

Die ausgeführte Berechnung folgt der Gleichung

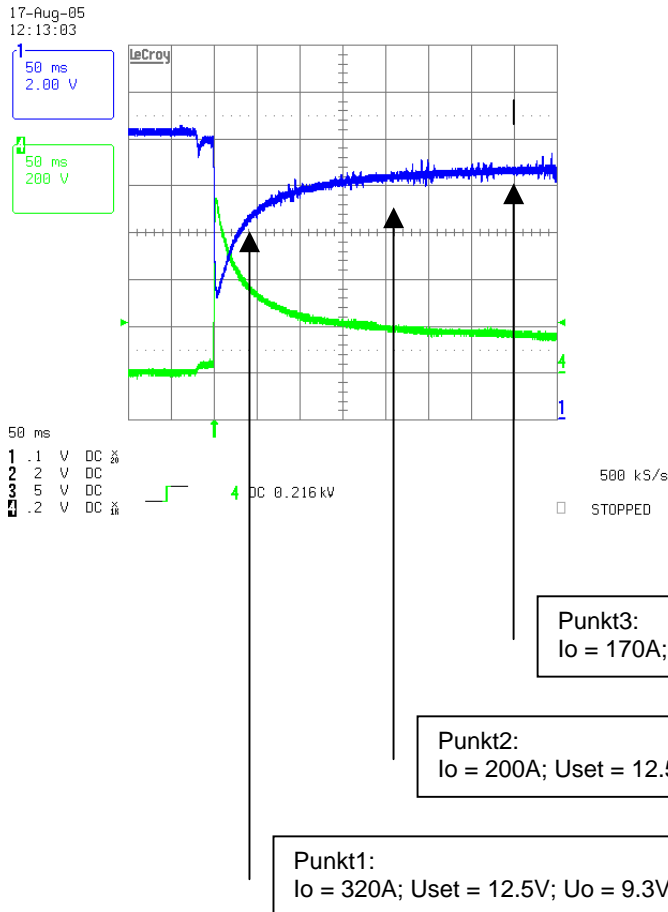
$$U_{out} = U_{soll} - (I_{load} * R_i)$$

Damit zeigt sich ein Funktionsverlauf gemäss untenstehender Grafik:



Beispielmessung aus dem REGATRON - Messfeld

Motor-Starter 12 Volt / 800 A
Innenwiderstand gesetzt auf
10 mOhm



Startvorgang

Zeitbasis 50 msec/div
Blau Spannung 2V/div
Grün Strom 200 A/div

Die momentanen $U = f(I)$ – Messwerte stimmen sehr gut mit den berechneten Werten überein.

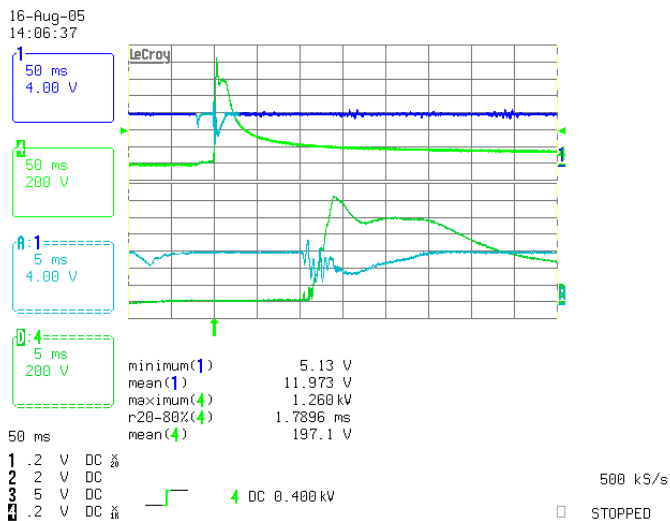
Aufgrund der hohen Regeldynamik wird der Spannungsabfall selbst im Bereich hoher Regelsteilheiten gut abgebildet.

Zu Beginn des Startvorganges ist das Schalten des Anlasser-Relais gut zu beobachten, Auch der damit verbundene geringe Spannungsabfall lässt sich verfolgen. Diese hohe Auflösung lässt sich gegebenenfalls beim Testvorgang nutzen.

Messbeispiele an einem 12 Volt / 1100 A - Startermotor

In den nachfolgenden Scope-Kurven ist die Wirkung der Simulation deutlich erkennbar.

Blau ist der Spannungsverlauf,
Grün ist der Stromverlauf aufgezeichnet. Der untere Teil des Fensters zeigt einen Zoom-Ausschnitt des oberen Bildes.

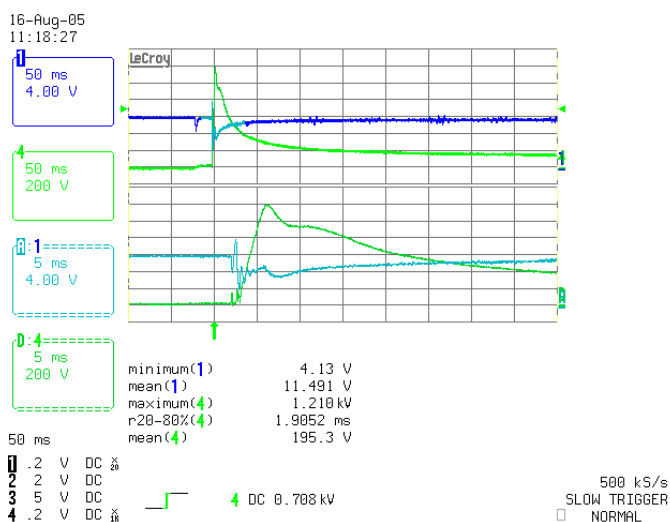


Innenwiderstand 0 mOhm

Spannung: 4 V/div = 12.0 V
Strom 200A/div

Zeitbasis oben 50 msec/div
Unten 5 msec/div

Hier ist gut sichtbar, dass nach wenigen msec die Sollspannung wieder bei 12 Volt DC liegt und nicht dem Stromverlauf folgt.



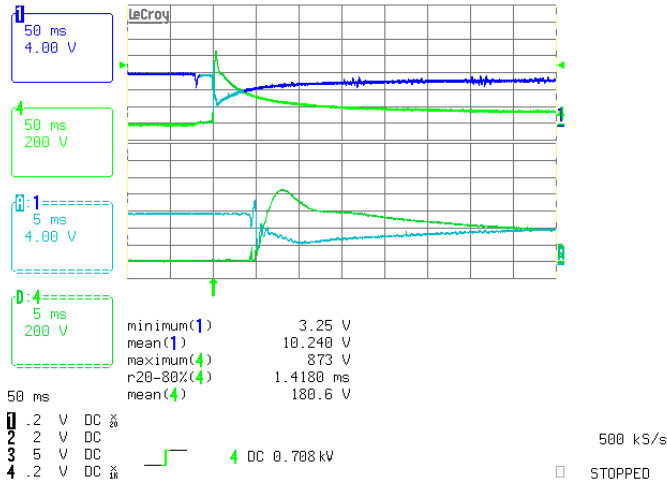
Innenwiderstand 3 mOhm

Spannung: 4 V/div = 12.0 V
Strom 200A/div

Zeitbasis oben 50 msec/div
Unten 5 msec/div

Selbst bei sehr kleinen Widerstandswerten folgt der Spannungsabfall dem Systemstrom.

16-Aug-05
11:21:04



Innenwiderstand 10 mOhm

Spannung: 4 V/div = 12.0 V
Strom 200A/div

Zeitbasis oben 50 msec/div
Unten 5 msec/div

Der Spannungsabfall ist bis zum Ende der Aufzeichnung deutlich sichtbar.

Der kleine Spannungseinbruch kurz vor der Starterflanke wird durch das Ansprechen des Starter-Relais bewirkt und ist ein guter Indikator für dessen Ansprechzeit.

Darstellung der Simulation in der X/Y- Ebene

Normalerweise werden transiente Vorgänge im **Zeitbereich**, also als Kurvenverläufe über einer Zeitachse dargestellt. Dies erlaubt eine gute Interpretation des Zeitverhaltens von Messgrößen. Der funktionale Zusammenhang mehrerer Größen untereinander ist aber gelegentlich schwierig zu interpretieren.

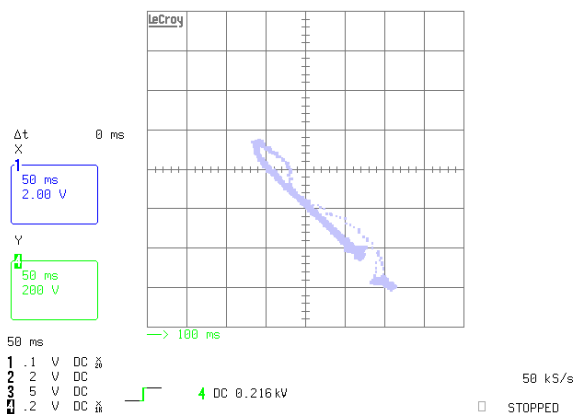
Mit einer **Abbildung in der X/Y – Ebene** kann der funktionale Zusammenhang sichtbar gemacht werden, allerdings bereitet hier wiederum die zeitliche Interpretation Schwierigkeiten.

In den folgenden Bildern ist der funktionale Zusammenhang von :

- a) Systemspannung
- b) Systemstrom

in einem X/Y – Diagramm messtechnisch dargestellt. Aufgrund der eingangs erwähnten Gleichung ist im Idealfall eine Gerade zu erwarten.

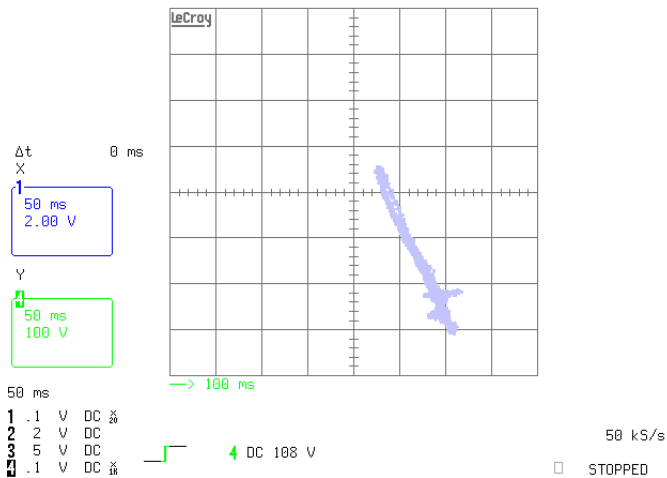
30-Aug-05
6:58:28



Diese Gerade kann man hier gut erkennen. Die nur fein nachgezeichneten Abweichungen haben ihren Ursprung in den hochtransienten Teilen zu Beginn des Vorgangs. Aufgrund der hohen Stromsteilheit versucht die Regelung die durch die Berechnung vorgegebenen Werte mit möglichst geringer Abweichung zu halten.

(10 mOhm / 12 V / 600 A)

30-Aug-05
7:03:25



Dieses Beispiel zeigt einen Startvorgang mit einem grösseren Motorstarter mit 1200 A Startstrom.

Aufgrund der etwas längeren Zeitkonstanten ist die Nachregelung schon sehr nahe dem Idealzustand.

(1100 A / 12 V / 10 mOhm)

Praxis

TopCon DC-Netzgeräte eignen sich aufgrund ihrer hohen Regeldynamik und Funktionalität als Ersatz von Bordbatterien im Entwicklungs- und Testbereich. Die Simulation der spezifischen Eigenheiten von Batterien lässt sich mit guter Genauigkeit realisieren.

Keywords

TopCon DC – Netzgeräte, Simulation des Innenwiderstandes, Spannungsabfall, hohe Regeldynamik, Starter-Prüfung, Entwicklung und Prüfung von automotiven Elektrokomponenten, Stromsteilheit, Bordspannungssysteme, Funktionalität der DC-Netzgeräte.