

Dieses Dokument soll auf den folgenden Seiten darstellen, wie Rampen mit einer gewissen Steigung (*engl.* slope) mit einem Netzgerät oder einer elektronischen Last erzeugt werden können. Dazu gibt es mehrere Möglichkeiten, die weiter unten zum Teil illustriert werden. Die ideale Kombination für die besten Resultate sind ein rein analoges Gerät und ein externer Funktionsgenerator bzw. eine Analogkarte im PC mit entsprechender Software.

### 1. Das Gerät erzeugt die Rampe selbst (Blatt 2)

Zurzeit können das nur Netzgeräte der Serien PSI 8000 und PSI 9000 mittels des eingebauten Funktionsmanagers (SEQ). Dieser erzeugt automatisch Rampen von einem Punkt zum nächsten, wenn die vorgegebene Zeit den Minimum-Raster-Wert von 2ms überschreitet. Die Rampe wird durch eine variierende Zahl von Zwischenschritten erzeugt, die vom Gerät berechnet werden.

- Vorteile:
  - Keine externe Steuerung nötig
  - Schnelle Anstiegszeiten von min. 2ms einstellbar
- Nachteile:
  - Nur 50 verschiedene Punkte pro Funktion im Gerät speicherbar
  - Nur 1 Funktion im Gerät speicherbar

*Hinweis: technisch ist ein Netzgerät nicht immer in der Lage, bei sehr kleinen Zeiten zu folgen. Dies hängt in erster Linie davon ab, wieviel Änderung der z. B. Spannung von einem Punkt zum nächsten erfolgen soll. Ein Anstieg von 0% auf 100% Spannung bei einem Standardnetzgerät, z. B. PSI 8360-15 2U (360V, 15A), ist nicht innerhalb von z. B. 4ms oder 8ms möglich, ein Anstieg von 60% auf 80% jedoch schon.*

### 2. Die Rampe wird von einem PC aus gesteuert (Blatt 1)

Das ist mit allen Netzgeräten und Lasten machbar, die eine digitale Schnittstelle besitzen. Hierbei entscheidet u. A. die maximale Übertragungsgeschwindigkeit der Schnittstelle über die minimal pro Schritt (o. Punkt) machbare Zeit. Eine Rampe kann durch sequentielles Senden von Sollwerten in einem gewissen Zeitraster erzeugt werden. Dies erledigen, mit gewissen Einschränkungen, die kostenfrei mit einer Schnittstellenkarte verfügbaren Softwares EasyLoad Lite (für Lasten) bzw. EasyPower Lite (für Netzgeräte). Der Anwender kann selbstverständlich auch eigene Software dafür erstellen.

- Vorteile:
  - Leicht wechselbare Rampen in Form von Dateien, die auf dem PC gespeichert sind
  - Viel mehr Punkte pro Rampe machbar (besonders wichtig, wenn die Rampe über eine lange Zeit ansteigen soll)
- Nachteile:
  - Rampen müssen vom Anwender erstellt werden
  - Das Gerät berechnet keine Zwischenschritte
  - Rampen werden schrittweise abgefahren und die Sollwerte an das Gerät geschickt
  - Minimale Zeit pro Schritt größer als beim PSI 8000 /PSI 9000 Funktionsmanager, Rampen werden dadurch treppenförmig

### 3. Die Rampe wird durch einen externen Funktionsgenerator erzeugt (Blatt 3)

Diese Methode erfordert eine analoge Schnittstelle am Gerät, die jedoch bei den meisten Netzgeräte- und Lastenserien verfügbar ist. Der Funktionsgenerator erzeugt ein analoges Signal (Trapez, Sägezahn) mit einer einstellbaren Zeit und einem einstellbaren  $\Delta U$  und gibt dieses auf die analoge Schnittstelle des Gerätes. Das Gerät folgt der Vorgabe, jedoch mit einer gewissen Verzögerung (außer bei Lasten), weil die analoge Schnittstelle erst vom Mikrocontroller des Gerätes erfaßt und verarbeitet werden muß. Ist die Anstiegszeit der Rampe ausreichend groß, z. B. 20s für 20V Anstieg, dann bildet das Gerät diesen Anstieg fast ideal nach.

- Vorteile:
  - Bei Lasten durch die rein analoge Schnittstelle sehr dynamisch
  - Bei Netzgeräten mit und ohne FM auch Leistung per Rampe steuerbar, wenn die Geräte einstellbare Leistung bieten
- Nachteile:
  - Zusätzliches Gerät benötigt
  - Externer Funktionsgenerator u.U. nicht in der Lage, lange Rampenzeiten zu generieren
  - Bei Netzgeräten nur für lange Anstiegszeiten geeignet

This document is intended to inform the user about how to realise or create voltage or current ramps with a certain slope, using a power supply or electronic load. There are several possibilities to select from, which are partly illustrated below. The ideal way of realising perfect ramps is to use a purely analogue device with a function generator or an analogue card in a PC with proper software

### 1. The device creates the ramp itself (sheet 2)

At the moment, only power supplies of the series PSI 8000 and PSI 9000 can generate such ramps for voltage or current with the integrated function manager (FM, SEQ). This feature will automatically generate a ramp, if the time for a sequence point is bigger than the minimum step of 2ms. The ramp is created with a varying number of intermediate steps, calculated by the device-internal microcontroller. See documentation of the device about what's are functions, sequences and points.

- Advantages:
  - No external control required
  - Fast rise time selectable (min. 2ms)
- Disadvantages:
  - Only 50 different sequence points can be stored inside the device
  - Only 1 function can be stored inside the device

*Note: technically, a power supply is not always able to follow the time values that can be given in the function/sequence setup. It depends primarily on the  $dU$  between two points. For example, a standard PSI 8360-15 2U (360V, 15A) can not let the output voltage rise from 0% to 100% within 4ms or 8ms, but from 60% to 80% it can.*

### 2. The ramp is controlled from a PC (sheet 1)

This can be realised for any device with a digital interface. Here, the maximum transmission speed of the interface plays a role. It defines the minimum interval time of a command and thus next point of the ramp. The ramp is generated by sending set value after set value in a certain interval. This can be done using the freely available softwares EasyLoad Lite (for loads) resp. EasyPower Lite (for power supplies). The user can of course create custom software for this purpose.

- Advantages:
  - Ramps are stored in form of files on the PC and can easily be swapped
  - Much more points for a ramp or sequence available (very important for slowly rising ramps)
- Disadvantages:
  - Ramps need to be generated by user as sequence points
  - The device won't calculate intermediate steps
  - Ramps (sequence files) are processed row by row, sending set values to the device
  - Minimum time per row (i.e. point) is much bigger than with PSI 8000 /PSI 9000 function manager, the ramp can look like stairs

### 3. The ramp is generated by an external function generator (sheet 3)

This method requires an analogue interface on the device, which is available with most power supplies and with any load model. The function generator creates an analogue signal (trapezoid, saw tooth) with an adjustable rise/fall time and adjustable  $\Delta U$  and puts it out to the analogue interface. The device will follow the signal with a certain delay (except for loads, they don't have a delay), because the analogue interface has to be sampled first by the microcontroller of the device. If the rise time of the signal is long enough, for example 20s for 20V, then the device will reproduce the signal almost 1:1.

- Advantages:
  - With loads, this method is highly dynamic because of the purely analogue interface
  - On power supply with or without FM also power can be „ramped“, if the device features adjustable power
- Disadvantages:
  - Additional device required
  - The external function generator might be unable to adjust very long rise time, such as desired
  - With power supplies only suitable for longer rise times

本文档旨在告知用户在使用电源产品或电子负载时，如何按一定斜率实现或创建电流/电压的阶跃。一般有多个可能性操作供选择，如下做部分阐述。

实现完美阶跃曲线的理想方式是，使用一个带函数发生器的纯模拟设备，或在电脑上安装一模拟接口卡。

### 1. 产品会自动创建阶跃（见表2）

在此情况下，只有PSI 8000和PSI 9000系列电源产品才可利用内置函数管理器(FM, SEQ)创建如此形状的电电压/电流阶跃。如果序列点的时间大于2ms最小步距，该功能会自动产生一阶跃曲线，该曲线由一系列中间台阶组成，它是由产品内置微处理器计算出来的。可参考电源产品关于函数，序列和序列点的说明。

- 优点：
  - 不需外部控制
  - 可选择更快的上升时间（最短为2ms）
- 缺点：
  - 仅能在产品上存储50个不同的序列点
  - 仅能在产品上存储一个函数

*注意：从技术上讲，一台电源产品不会总按函数/序列设置菜单下设定的时间值运行。它主要取决于两点之间的dU值。例如，标准的PSI 8360-15 2U (360V, 15A)产品不能在4ms或8ms内从0%上升至100%，但是可从60%上升至80%。*

### 2. 用电脑控制阶跃（见表1）

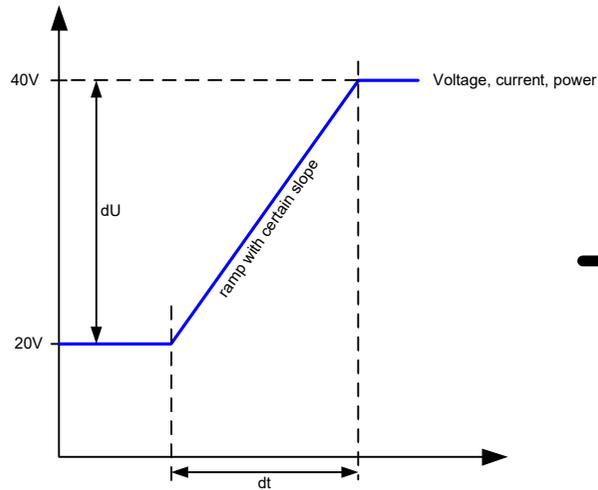
任何配有数字接口卡的电源产品都可实现这个曲线。这里接口的最大传输速度扮演很重要的角色。它决定了一个指令的最短间隔时间，从而决定下个阶跃点的时间。按一定的间隔时间发送设定值，最后产生这个阶跃。这可利用免费软件Easy-Load Lite（电子负载用）或EasyPower Lite（电源用）完成。用户也可制作特定软件来达到该目的。

- 优点：
  - 阶跃以文档形式存储于电脑上，可随时打开
  - 针对一个阶跃或序列可制作很多个点（对慢速上升的阶跃非常重要）
- 缺点：
  - 必须由用户利用序列点设置产品
  - 产品不会计算中间台阶数量
  - 一行接着一行将设定值发送给产品，运行阶跃（序列文档）
  - 每行（即，每点）的最短时间要大于PSI 8000 /PSI 9000函数管理器的时间，故形成的阶跃看起来像阶梯。

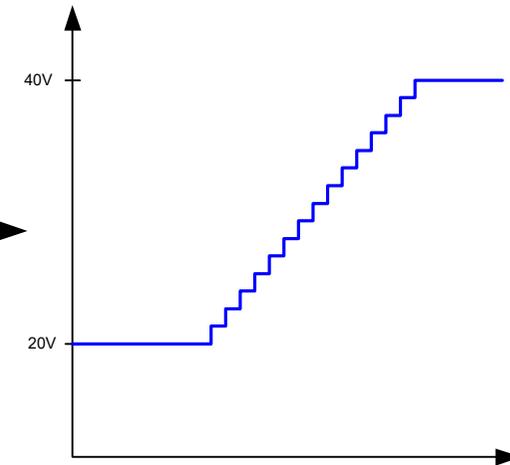
### 3. 通过外置函数发生器产生阶跃（表3）

该方法需要产品配有模拟接口，一般多数电源产品和所有电子负载产品都配有。函数发生器产生一模拟型号(梯形，锯齿形)，带可调上升/下降时间和可调 $\Delta U$ 值，然后传输给模拟接口。于是产品以一定的延迟时间（除负载外，因它没有延时）跟随该信号运行，因模拟接口必须先由微处理器取样。如果信号的上升时间够长，如范例中的20V/20s, 产品将再现接近1:1的信号。

- 优点：
  - 该方法应用于负载产品具有很高的动态特点，因为它配有纯模拟接口
  - 带或不带FM函数管理器的电源上，功率也能“阶跃”，只要产品具有可调功率特征
- 缺点：
  - 需要额外的设备
  - 外置函数发生器可能不能调节如期望的很长的上升时间
  - 应用于电源产品时只适合很长的上升时间
  -



	A	B	C	D	E	F	G
1	U set	I set	P set	Hour	Minute	Second	Millisecond
2	20	50	3000	0	0	0	500
3	21	50	3000	0	0	1	0
4	22	50	3000	0	0	1	0
5	23	50	3000	0	0	1	0
6	24	50	3000	0	0	1	0
7	25	50	3000	0	0	1	0
8	26	50	3000	0	0	1	0
9	27	50	3000	0	0	1	0
10	28	50	3000	0	0	1	0
11	29	50	3000	0	0	1	0
12	30	50	3000	0	0	1	0
13	31	50	3000	0	0	1	0
14	32	50	3000	0	0	1	0
15	33	50	3000	0	0	1	0
16	34	50	3000	0	0	1	0
17	35	50	3000	0	0	1	0
18	36	50	3000	0	0	1	0
19	37	50	3000	0	0	1	0
20	38	50	3000	0	0	1	0
21	39	50	3000	0	0	1	0
22	40	50	3000	0	0	1	0



Das ist der gewünschte Anstieg, z. B. 20V/20s.



This is what's wanted. For example 20V/20s.



以20V/20s为例，这是用户所希望的。

Für EPL (EasyPower Lite) muß eine Sequenzdatei erstellt und geladen werden.

Hinweis: die Zeit pro Zeile könnte auf die minimal 0.5s verringert werden, würde aber auch die doppelte Anzahl Zeilen erfordern.

For EPL (EasyPower Lite), you have to set a sequence file and run it.

Note: the minimum time per row can be decreased to 0.5s, but would require double the rows.

利用EPL (EasyPower Lite)按照必须设置一个序列文档并运行它。

提示：每一行的最小时间可缩短至0.5s，但这样会需要双倍数量的行数

So wird in etwa die resultierende Rampe aussehen.

Hinweis: jeder Schritt in der Sequenzdatei wird als Sollwert an das Gerät geschickt und dort mit einer gewissen, aber kurzen Verzögerung gesetzt. Zusammen mit dem Zeitwert des Sequenzschrittes ergibt sich eine treppenförmige Rampe. Die Stufen könnten in dem Beispiel noch verringert werden, indem die Zeit auf die minimalen 0,5s gesetzt wird. Vorteil einer Sequenzdatei: viele Schritte machbar, leicht zu editieren und zu laden. Nachteil einer Sequenzdatei: die Rampen sind nicht so „smooth“ als mit dem FM und die minimal Zeit pro Schritt ist viel höher

This is the result of the voltage on the output, as long as the PSU is not in CC or CP

Note: every step in the sequence file is sent as set value to the device and is instantly set to the output, resulting in a stair-like ramp. The minimum time could be decreased to 0.5s, so the steps are smaller.

Advantage of sequence files: large number of steps possible with Excel file, different files are easily loaded

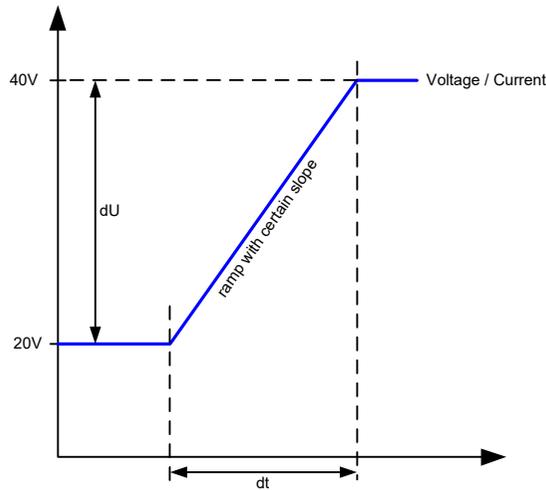
Disadvantage of sequence files: ramps are not so „smooth“ as with FM, minimum step time much higher

这个是在输出端形成的电压，只要产品未处于CC或CP模式

注意：序列文档的每步数据以设定值发送到产品上，并立即传输给输出端，从而形成梯形曲线。每步跳跃时间可以缩短至0.5s，这样步距会更小一些。

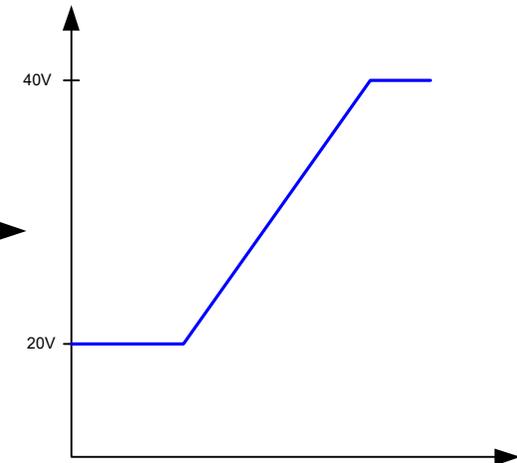
序列文档的优点：可以创建EXCEL文档格式的大量步距跳跃次数，而且不同的文档都能上传。

序列文档的缺点：曲线不能像FM(函数管理器)那样“平滑”，因为每个步距的最短时间要长得多。



No.	$\Delta t$	U[ V]	I[ A]
0:	0.500 s	20.00V	50.00A
1:	20.00 s	40.00V	50.00A
2:	- s	-	-
3:	- s	-	-
4:	- s	-	-

ESC [Up] [Down] [Left] [Right]



Das ist der gewünschte Anstieg, z. B. 20V/20s.

This is what's wanted. For example 20V/20s.

以20V/20s为例，这是用户所希望的。

Das müsste im Funktionsmanager mindestens gesetzt werden

Hinweis: die minimale Zeit für einen Schritt (point) ist hier 2ms, somit ist der FM viel schneller

This is what has to be set in the function manager for this one ramp

Note: minimum time for a step/point is 2ms, so the FM is much faster

按照范例参数，需在函数管理器上设置这些参数，以获得这个阶跃曲线。

提示：每步/每点的最短跳跃时间可为2ms，故FM（函数管理器）要快很多

So würde die resultierende Rampe der Ausgangsspannung aussehen, sofern das Gerät nicht in CC oder CP wechselt.

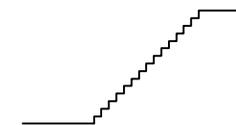
Hinweis: das Gerät erzeugt selbständig Zwischenschritte, so kleine wie möglich, um die Rampe zu generieren. Die Anzahl der Zwischenschritte ist nicht unendlich und bei langen Zeiten werden die Schritte sichtbar in Form von Treppenstufen.

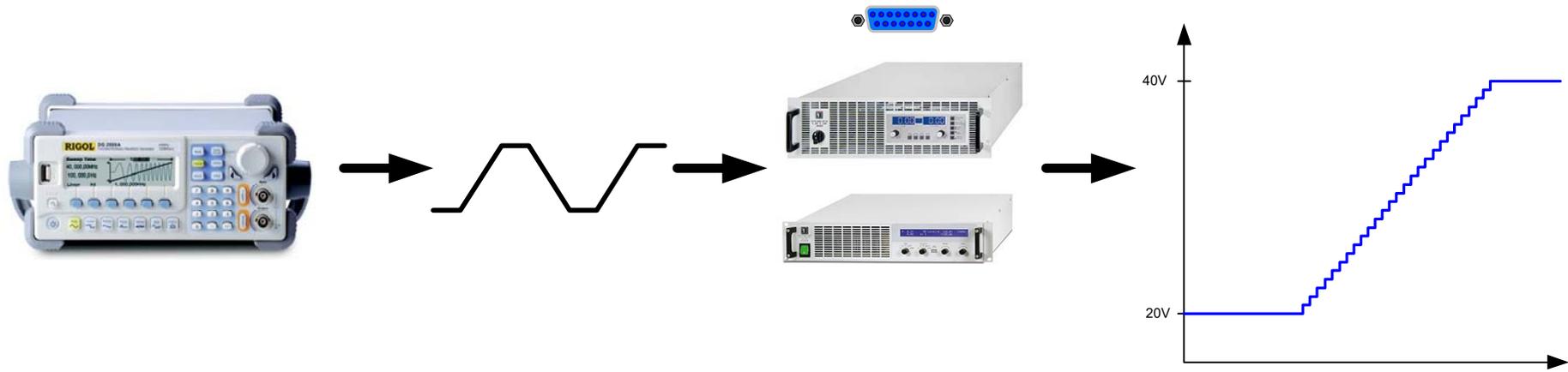
This is the result of the voltage ramp on the output, as long as the PSU is not in CC or CP

Note: the device generates steps, as small as possible, to set them within the time, so a ramp results. The number of steps to calculate is not infinite, so with very long times set, the steps become visible and the ramp looks like stairs.

这个是在输出端形成的电压阶跃曲线，只要产品未处于CC或CP模式

注意：电源产品会在最短时间内产生尽可能小的步距，从而形成阶跃曲线。跳跃的次数不是无穷的，如果按较长的设定时间，就可以看到这些台阶，而阶跃曲线会像楼梯形状。





Funktionsgenerator 0...5V oder 0...10V, Zeit für Rampe einstellbar wie benötigt

Rampe, wie eingestellt, als Signal vom Generator in die analoge Schnittstelle

Resultierende Rampe am Ausgang eines Netzgerätes (nicht bei CC/CP), mit mehr oder weniger sichtbaren Stufen

Hinweis: das Resultat hängt stark von der Anstiegszeit und -höhe ab. Etwas besser als mit EPL, aber auch etwas schlechter als beim FM.



Function generator with 0...5V or 0...10V and rise/fall times adjustable as desired

Ramp with slope  $dU/dt$ , as adjusted on the generator, fed into the analogue interface of the power supply or load

Resulting rampe on the output of, for example, a power supply (if not in CC/CP), with more or less visible steps

Note: the result is primarily depending on the time (dt) and the amplitude (dU). It will be better than with EPL, but worse than with the FM.



函数发生器以0...5V或0...10V运行, 可按需调节上升/下降时间

按照 $dU/dt$ 斜率, 如函数发生器上调节的一样, 形成阶跃, 反馈到电源或负载的模拟接口

在电源输出端 (若不是在CC/CP模式) 形成或多或少带有一定步距的阶跃曲线

提示: 主要根据时间 (dt)和幅度(dU)形成, 这个会比EPL(EasyPower Lite)软件要好一些, 但是查过FM(函数发生器)形成的曲线。