

# 1 Einführung

## 1.1 Zweck des Dokuments

Die bisherige Beschreibung des Gatepulsgenerators, das Word-Dokument GPGen Register.doc, weist im wesentlichen zwei Mängel auf:

- Die bereitgestellten Funktionen werden dort nicht beschrieben, sie lassen sich nur mittelbar über das Registermodell erschließen.
- Die Funktionalität ist erweitert worden. Diese neuen Funktionen sind noch nicht beschrieben worden, gleiches gilt für die daraus resultierenden Änderungen des Registermodells.

Die oben genannten Mängel sollen mit diesem Dokument behoben werden. Der Dateiname lautet GPGEN.Tex und ist unter ... abgelegt.

## 1.2 Kurzer Überblick über die bestehenden Gatepulsgenerator-Versionen

Die hier genannten Funktionen werden später noch ausführlich beschrieben.

**Version 1** Stellt im wesentlichen zwei Funktionen bereit.

1. Den Gatepuls, diese Funktion ist auf keiner anderen Modulbus-Karte verfügbar und deshalb ist die Karte nach dieser Funktion benannt worden. Der Gatepuls ist ein variabler Puls, der durch drei verschiedene Ereignisse ausgelöst werden kann. Der Gatepuls wird an der Frontplatte an einer Lemobuchse ausgegeben. An der VG-Leiste kann er in beliebiger Bündelung durch acht 50 Ohm-Treiber verteilt werden.
2. Zwei Event-Decoder-Ausgänge. Welches Event aus dem Pulszentralen-Datenstrom an die Lemo-Buchsen (TIF1, TIF2) verteilt wird, wird durch softwaremäßig konfigurierbare Komparatoren vorgegeben.

Die Version 1 sollte nicht mehr verwendet werden.

**Version 2** Ist zur Version 1 um eine Funktion geringfügig erweitert worden. Am externen Trigger-Eingang kann eine digitale Entprellung geschaltet werden. Die Entprellzeit ist fest vorgegeben mit 15 Clockzyklen à 20 ns. Außerdem sind ein paar kleine Korrekturen im Modulbus-Interface vorgenommen worden. Die Version 2 sollte nicht mehr verwendet werden.

**Version 3** Stellt keine anderen Funktionen bereit, als die Version 2. Hauptsächlich wurde die Flankenerkennung der Betriebsart Externe Triggerung überarbeitet. Die Version 3 sollte nicht mehr verwendet werden.

**Version 4** Bietet eine erweiterte Funktionalität der Version 2. Es ist jetzt möglich zwei Rahmenpulse zu generieren. Wobei der Rahmenpuls 1 mit der Hilfe der Event-Komparatoren

des Gatepulsgenerators und der Rahmenpuls 2 mit den Komparatoren der Event-Decoder-Ausgänge generiert wird. Bei der Verwendung der Rahmenpulse gibt es deshalb Abhängigkeiten zu anderen Funktionen. Durch die Umstellung auf einen Modulbus-Macro, der dem Anwender ein 16 Bit breites Interface bietet, mussten fast alle Funktionen des Designs angepasst werden. Die Version 4 kann noch eingesetzt werden, es wird aber der Umstieg auf die Version 1 Revision 3 empfohlen (Vers1\_Revi3).

**Vers1\_Revi3** Ist eine komplett überarbeitete Version des Gatepulsgenerators. Es wurde der mit variablen Timing arbeitende, in VHDL geschriebene, Modulbus-Macro implementiert. Das Design wird wegen der besseren VHDL-Synthese mit QuartusII übersetzt. In der Funktionalität sind drei wesentliche Erweiterungen vorgenommen worden:

1. Als neue Funktion ist ein Burst-Generator hinzugekommen. Er gibt, während der Gatepuls aktiv ist, periodisch Pulse ab. Das Tastverhältnis ist in einem weiten Dynamikbereich programmierbar.
2. Jedem der acht 50 Ohm-Treiber des Ausgangsverteilers, ist ein großer Multiplexer vorgeschaltet worden. Damit kann jeder Ausgang mit einer der 15 Funktionen des Gatepulsgenerators beschaltet werden. Der Gatepulsgenerator kann dadurch verschiedene Ereignisse gleichzeitig verteilen. Vorherige Versionen können über diese Ausgänge lediglich den Gatepuls verteilen.
3. Drei zusätzliche Event-Vergleicher sind eingebaut worden. Mit ihnen lässt sich auch ein weiterer Rahmenpuls erzeugen.

## 1.3 Beschreibung der vom Gatepulsgenerator bereitgestellten Funktionen

### 1.3.1 Der Gatepuls

Mit ihm wird eine Funktion bezeichnet, bei der ein Pulsereignis in weiten Bereichen modifiziert werden kann. Das Ergebnis steht dann als Gatepuls an n aus acht wählbaren 50 Ohm-Treibern zur Verfügung, wobei für jeden Ausgang die Polarität des Gatepulses softwaremäßig vorgegeben werden kann. An der Frontplatte (einpolige Lemo-Buchse) steht der Gatepuls ebenfalls zur Verfügung, allerdings nur in positiver Logik.

#### Independent- und Transparentmode

Der Gatepuls kann durch zwei unterschiedliche Verfahren erzeugt werden.

- Der **Independent-Mode** bezeichnet das einfachere Verfahren. Hierbei werden die gatepulserzeugenden Start- und Stop-Zähler durch ein *einziges* Ereignis *gleichzeitig* gestartet. Dieses Ereignis kann im Prinzip als Trigger bezeichnet werden, da es den Gatepuls selbst nicht moduliert. Welche Trigger-Art angewandt werden soll, kann per Software mit dem Mode-Register festgelegt werden. Die Lage und Länge des Gatepulses in Abhängigkeit von Triggerpuls und Start- und Stopp-Zähler, ist der Abbildung 1 zu entnehmen. Der Start-Zähler gibt die Aktivierungsverzögerung des Gatepulses vor, und der Stop-Zähler bestimmt die Zeit für die Deaktivierung des Gatepulses. Die Gatepuls-Länge ergibt sich

für die Independent-Betriebsart aus der Differenz von Start-Zähler und Stopp-Zähler, so dass die Start-Zähler-Zeit immer kleiner als die Stopp-Zähler-Zeit sein muss. Wird dies nicht beachtet, würde der Gatepuls deaktiviert, bevor er aktiviert wurde. Dieser Fall wird als Stop-vor-Start-Fehler im dynamischen Statusregister gespeichert. Da die Zähler 32 Bit breit sind und mit einem Takt von 20 ns Periodendauer versorgt werden, ist die Zeitvorgabe der Start- und Stop-Zähler in einem weiten Bereich einstellbar.

- Der **Transparent-Mode** ist die kompliziertere Betriebsart, hier werden die Start- und Stop-Zähler unabhängig voneinander durch zwei Events gestartet, wie in Abbildung 1 zu sehen ist. Bei Externer Triggerung (positive Logik) wird der Start-Zähler durch die positive und der Stop-Zähler durch die negative Flanke des externen Triggersignals gestartet. Das Start-Event kann so hier ebenfalls als Trigger zum Starten des Gatepulses angesehen werden. Das Stop-Event dient zur Modulierung des Gatepulses.

Der Gatepuls unterliegt auch hier der Bedingung, dass er nach dem Ende der Start-Zähler-Zeit beginnt und nach dem Ende der Stop-Zähler-Zeit beendet wird. Sollte der Stopp-Zähler vor dem Start-Zähler ablaufen, wird auch in dieser Betriebsart der Gatepuls-Generator deaktiviert und das entsprechende Bit im dynamischen Statusregister gesetzt.

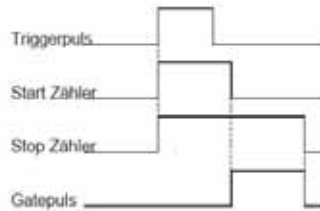
Als Pulsereignis (Trigger) kann softwaremäßig eine von drei verschiedenen Quellen ausgewählt werden.

- Der **Software-Trigger** wird durch einen Schreibzugriff auf die Subadresse  $1A_{hex}$  ausgelöst. Hierbei ist zu beachten, dass bei Software-Triggerung der Gatepuls-Generator nur im Independent-Mode betrieben werden kann.
- Der **Event-Trigger** wird vom Start-Event-Vergleicher erzeugt. Ob das dort abgelegte Event 16, 12 oder 8 Bit breit für den Vergleich verwendet wird, wird im Mode-Register festgelegt. Zusätzlich muss der Start-Event-Vergleicher und im Transparent-Mode auch der Stop-Event-Vergleicher im Enable-Register aktiviert werden. Der Event-Trigger weist systemisch bedingt einen Phasenjitter von 83 ns auf. Ursache hierfür ist der Manchester-Encoder, der die seriell übertragenen Events mit 12 Mhz abtastet und als paralleles 16 Bit-Datum bereitstellt.
- Die **Externe Triggerung**. Es stehen acht Optokoppler als Trigger-Eingänge zur Verfügung, wobei nur jeweils einer zur Zeit aktiv sein kann. Die Auswahl wird mit n-Out-Select-Register festgelegt. Als Trigger wird ein positiver Flankenwechsel an dem entsprechenden Eingang erwartet. Falls das Eingangssignal invertiert werden muss, kann dies softwaremäßig im Mode-Register eingestellt werden. Vom Flankenwechsel bis zum aktiviertem Trigger werden 3 bis 4 Takte à 20 ns benötigt. Falls die digitale Entprellung des externen Trigger-Signals eingeschaltet ist, müssen weitere 14 Takte hinzu addiert werden.

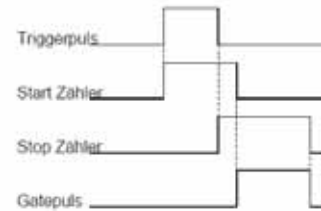
### Single- und Repeat-Mode

Der Gatepuls-Generator verfügt über einen Repeat- und einen Single-Mode, der über das Modi-Register gewählt werden kann.

**Independent Mode :**  
**bei Externer Triggerung oder**  
**bei Software Triggerung**



**Transparent Mode :**  
**bei Externer Triggerung**



**Independent Mode**  
**bei Event-Triggerung :**



**Transparent Mode**  
**bei Event-Triggerung :**



Abbildung 1: Independent- und Transparentmode

- Im **Single-Mode** muss im Enable-Register das Gatepuls-Flag gesetzt werden, damit der Gatepuls-Generator einen Puls ausgeben kann. Trifft dann ein Triggersignal ein, wird ein Gatepuls, abhängig von der Betriebsart und den Werten in Start- und Stopregister, ausgelöst und das Flag zurückgesetzt. Danach wird kein Gatepuls mehr generiert, bis das Gatepuls-Flag im Enable-Register neu gesetzt wird.
- Ist im **Repeat-Mode** das Gatepuls-Flag gesetzt, wird bei jedem Triggersignal ein Gatepuls erzeugt. Soll die Gatepuls-Generator deaktiviert werden, muss das Flag vom Anwender zurückgesetzt werden.

### 1.3.2 Der Tif-Puls

Der Tif-Puls hat eine Länge von  $1\mu\text{s}$  und kann für jeden der 7 Eventdekoder beliebig an den acht programmierbaren Ausgängen ausgegeben werden. Für alle Events gilt dabei, dass der entsprechende Event-Vergleicher aktiviert sein muss. Bei den Events Tif1 und Tif2 werden zusätzlich über die beiden Tif-Ausgänge an der Frontplatte des Gatepuls-Generators 20ns Impulse, bei

Eintreffen der Events, generiert. Diese sind den Tif1 und Tif2 Ausgängen an der Frontplatte fest zugeordnet.

### 1.3.3 Der Rahmen-Puls

Ein Rahmen-Puls wird durch ein Eventpaar generiert und kann über den Multiplexer an den acht programmierbaren Ausgängen des Gatepulse-Generators ausgegeben werden. Dazu dient ein Event zum Starten des Rahmen-Pulses und ein Event zum Beenden des Rahmen-Pulses. Da der Gatepuls-Generator insgesamt 7 Eventdekor besitzt, gibt es 3 Eventpaare, die in Tabelle 1 aufgelistet sind. Zu beachten ist hierbei, dass für das A- und B-Eventpaar die Eventvergleicher entsprechend programmiert werden müssen (vgl. Abschnitt 1.3.5).

Rahmenpuls	Starten des Rahmenpulses	Beenden des Rahmenpulses
1	Start-Event	Stop-Event
2	Tif1-Event	Tif2-Event
3	A-Event	B-Event

Tabelle 1: Eventpaare für den Rahmenpuls

### 1.3.4 Der Burst-Puls

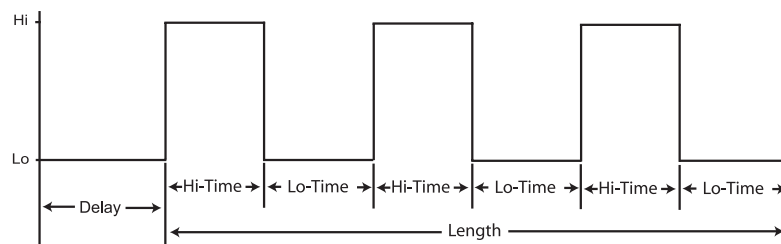


Abbildung 2: Burstpulse

Der Burstpulse kann über den Multiplexer über die acht programmierbaren Ausgänge des Gatepulse-Generators ausgegeben werden. Wie in Abbildung 2 zu sehen, ist er eine Folge von Pulsen über einen bestimmten Zeitraum (*Length*) der nach einer Verzögerungszeit (*Delay*) beginnen kann. *Length* und *Delay* werden intern über den Gatepuls vorgegeben. Das bedeutet, dass diese Zeiträume maximal  $2^{32} \cdot 20\text{ns}$  betragen können und abhängig von der Betriebsart (Independent- oder Transparentmode) sind. Der Burstpulse wird mit Hilfe von zwei zusätzlichen Zählern generiert, deren Breite aus Platzgründen jeweils 22 Bit beträgt. Die Zähler zur Generierung des Burstpulses sind im Gegensatz zu den Zählern zur Generierung des Gatepulses mit 1MHz getaktet. Die Pulslänge (*Hi-Time*) und die Pulspausen (*Lo-Time*) können dadurch Werte von jeweils maximal  $2^{22} \cdot 1\mu\text{s}$  annehmen.

### 1.3.5 A-, B- und C-Event-Vergleicher

Diese drei Event-Vergleicher sind nachträglich in Vers1\_Revi3 eingeführt worden. Vorgesehen waren 4 neue Event-Vergleicher, die aber aus Platzgründen nicht alle implementiert werden konnten. Im Event-Control-Register können für jeden Event-Vergleicher folgende Einstellungen vorgenommen werden.

- Jeder Event-Vergleicher besitzt im Event-Control-Register ein Enable-Bit über das er aktiviert werden muss.
- Für jeden Event-Vergleicher werden jeweils zwei Bits verwendet, um die Bitbreite des Event-Vergleichs einzustellen (16, 12 oder 8 Bit).
- Soll mit dem Eventpaar A-Event/B-Event ein Rahmenpuls erzeugt werden, muss im Event-Control-Register das Rahmenpuls-Bit für das A-Event gesetzt werden. Zusätzlich müssen die Eventvergleicher für beide Events aktiviert sein.

### 1.3.6 Seiteneffekte

Im Eventbetrieb und bei Verwendung von Tif-Pulsen, Rahmepulsen und/oder Gatepulsen, ist darauf zu achten, dass die Event-Vergleicher mehrere Funktionen auslösen können. Wird z.B. ein Rahmenpuls über die A-/B-Events generiert, und gleichzeitig das A-Event als Tif-Puls genutzt, hat eine Änderung des A-Events oder der Bitbreite des A-Events Auswirkungen auf den Startzeitpunkt des Rahmenpulses und den Zeitpunkt des Tif-Pulses.