



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКУСТООПТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВЫБОРКИ ОПТИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСОВ

Р.Бухеру, AA Opto-electronics,
www.aaoptoelectronic.com

Для реализации многих лазерных технологий, например при маркировке, необходимо контролировать падающую энергию, выбирая определенное количество импульсов. Это может быть реализовано с помощью устройства выборки импульсов (Pulse Picker[®]), работа которого, как правило, основана на акустооптическом методе. В статье рассмотрены различные параметры, которые необходимо учитывать при выборке оптических импульсов.

Короткие и сверхкороткие лазерные импульсы генерируются в виде импульсов с частотой повторения 10-100 МГц или более в лазерах с синхронизацией мод. Во многих применениях, например при лазерной маркировке, необходимо контролировать количество энергии, выбирая определенное количество импульсов. Это может быть реализовано с помощью устройства выборки импульсов (Pulse Picker), работа которого, как правило, основана на акустооптическом методе.*

Акустооптическое устройство выборки импульса представляет собой электрически управляемый оптический коммутатор, используемый для извлечения единичного импульса из последовательности генерируемых импульсов. В такой системе нет никаких механических движущихся частей и, таким образом, время отклика достигает порядка нескольких наносекунд.

КОЭФФИЦИЕНТ ЗАТУХАНИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ (CPER) И ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ (EFF)

В данной статье рассматривается вариант получения одного импульса. Для такого случая, фактически, необходимо рассматривать лишь два параметра производительности системы: длительность оптиче-

PULSE PICKING APPLICATION USING ACOUSTO OPTIC TECHNOLOGY

R.Beeharee, AA Opto-electronics,
www.aaoptoelectronic.com

In many applications, such as marking for instance, it is necessary to control the quantity of energy by picking certain pulses from the laser outgoing pulse. This can be achieved with a pulse picker and it is generally based on acousto optic technology. This article has described the different parameters that need to be considered when performing an optimal pulse picking operation.

Short and Ultrashort pulses are in most cases generated by a mode-locked laser in the form of a pulse train with a pulse repetition rate of 10-100 MHz or more. In many applications, such as marking for instance, it is necessary to control the quantity of energy by picking certain pulses from the laser outgoing pulse. This can be achieved with a pulse picker and it is generally based on acousto optic technology.

An acousto optic pulse picker is an electrically controlled optical switch used for extracting pulse (s) from a fast pulse train. There are no mechanical moving parts in such system and therefore the response time is in the ns range.

CONSECUTIVE PULSE EXTINCTION RATIO (CPER) AND RELATIVE EFFICIENCY (EFF)

In this paper, we will consider the case where a single pulse is extracted. In fact, two main parameters should be considered if not several pulses may be picked. These parameters include the Optical gate (T_w) usually provided by the user as well as Rise/Fall time of the pulse picker (T_r). They play an important role regarding the performance of the pulse picker namely:

- **The Consecutive Pulse Extinction (CPER)** which is defined as the attenuation value of the pulses next to the extracted one. It can be measured as an attenuation, or simply as a percentage of the non-picked pulse.
- **The Relative Efficiency (EFF)** which is the amplitude of the extracted pulse and measured as a percentage.

RISE/FALL TIME (T_r)

Ideally, the rise and fall time (T_r) should be small compared with the duration between two laser pulses.

* Pulse picking - выборка оптических импульсов.



ского строб-импульс (T_w), который обычно обеспечивается пользователем, и время нарастания/спада (T_r) в устройстве выборки сигнала. Эти параметры играют важную роль в производительности Pulse Picker и влияют на следующие параметры системы:

- **Коэффициент затухания последовательных импульсов (CPEP)** – определяется как значение ослабления импульса, следующего за выбранным импульсом. Коэффициент может быть измерен как затухание, или просто как процент от невыбранного импульса
- **Относительная эффективность (EFF)** представляет собой значение амплитуды выбранного импульса и измеряется в процентах.

ВРЕМЯ НАРАСТАНИЯ/СПАДА (T_r)

В идеале время нарастания и спада (T_r) должно быть мало по сравнению с временем между двумя лазерными импульсами. Другими словами, устройство выборки импульсов должно быть достаточно быстрым, чтобы восстановить свою работу между двумя лазерными импульсами, а также быстро обнулиться до появления следующего импульса (рис.1). В табл.1 показано влияние на параметры CPEP и EFF различных значений T_r . При этом считается, что T_w соответствует времени между двумя последовательно идущими импульсами T .

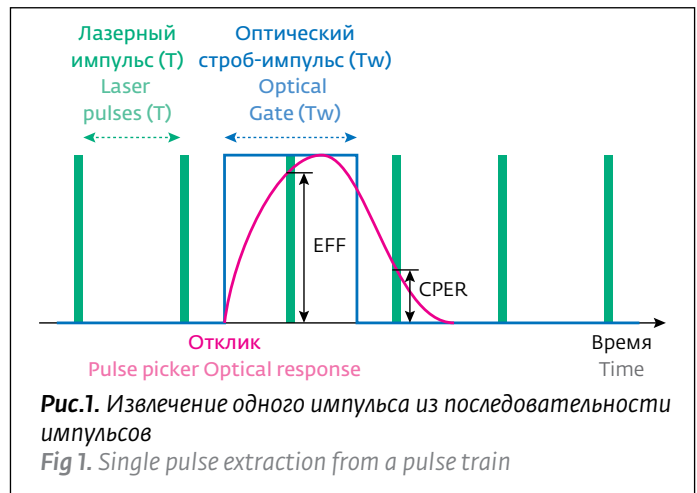
Примечание: Когда время нарастания T_r не достаточно мало, CPEP ограничен динамическим поведением Pulse Picker, но когда время нарастания увеличивается, CPEP ограничен статическим коэффициентом экстинкции (Static ER).

ОПТИЧЕСКИЙ СТРОБ-ИМПУЛЬС (T_w)

С другой стороны, оптический строб-импульс (T_w) должен быть достаточно широким, чтобы позволить устройству выборки импульса достичь максимальной эффективности. Тем не менее, большиаое значение T_w приводит к уменьшению CPEP. В табл.2 показано, как изменяется относительная эффективность EFF и CPEP под воздействием различной длительности строб-импульса T_w . В данном случае $T_r = T/2$.

Таблица 1. Теоретические значения, показывающие влияние различных значений T_r на EFF и CPEP, $T_w = T$
Table1. Theoretical values showing the Impact on relative efficiency and CPEP when T_r is varied, $T_w = T$

T_r	$1,5 \times T$	$1,25 \times T$	T	$T/2$	$T/3$	$T/4$	$T/5$
EFF, %	55	6	77	99	100	100	100
CPEP, дБ / dB	6,9	7,8	9,5	20,9	38	Static ER	Static ER



In other words, the pulse picker must be fast enough in order to rise between two laser pulses, and to go down fast enough before the next pulse (Fig.1). The table below shows the effect on the CPEP and also the EFF while T_r is varied. Here, we assume that T_w is equal to the duration between two consecutive pulses T .

Note: When the rise time T_r is not small enough, the CPEP is limited by Dynamic behaviour of the Pulse Picker but when rise time is fast enough, the CPEP is limited by Static Extinction Ratio of the Pulse Picker (Static ER).

ОПТИЧЕСКИЙ СТРОБ-ИМПУЛЬС (T_w)

On the other hand, the optical gate (T_w) should be wide enough in order to let the pulse picker reach its maximum efficiency. However, a large T_w implies also a degradation of the CPEP. The table below show how the relative efficiency and the CPEP is impacted when T_w is varied. Here, $T_r = T/2$

From the above results, we see that a small rise time implies a better relative efficiency as well as CPEP. However, the choice of the optical gate duration should arise from a compromise between efficiency and CPEP. The larger is the optical gate, the higher will be the efficiency of the pulse picker, but the lower will be the CPEP. This case happens mainly when the rise time of the pulse picker is very small, and reaches the lower limit

Таблица 2. Теоретические значения, показывающие влияние различных значений T_w на EFF и CPEP, $T_r = T/2$
Table2. Theoretical values showing the Impact on relative efficiency and CPEP when T_w is varied, $T_r = T/2$

T_w	$1,5 \times T$	$1,25 \times T$	T	$0,8 \times T$	$0,6 \times T$	$0,5 \times T$	$0,4 \times T$
EFF (%)	10	99,5	98	94	85	76	66
CPEP, дБ / dB	9,4	14,4	21,1	27	34,3	Static ER	Static ER

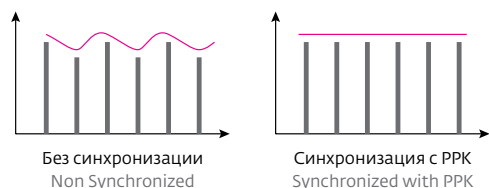


Рис.2. Нестабильности от импульса к импульсу
Fig 2. Pulse to pulse instabilities

Из табл.2 видно, что малое время нарастания увеличивает относительную эффективность, а также CPER. Тем не менее, выбор длительности оптического затвора связан с возникающим компромиссом между значениями EFF и CPER. Чем больше оптический затвор, тем выше будет эффективность устройства выборки импульсов, но и CPER будет ниже. Это происходит главным образом в случаях, когда время нарастания настолько мало, что достигает нижнего предела разрешения акустооптической технологии. При таких условиях только длительность оптического окна может быть использована в качестве параметра для оптимизации CPER.

АА OPTO-ELECTRONICS РРК ДРАЙВЕР

Даже несмотря на то, что коэффициент затухания последовательных импульсов и относительная эффективность могут быть оптимизированы, на производительность Pulse Picker могут оказывать влияние и другие факторы. Нестабильности, возникающие от импульса к импульсу при извлечении единичного импульса, в основном встречаются при работе с лазерами с высокой частотой повторения (рис.2). Эта проблема возникает в основном из-за рассинхронизации между входными лазерными и строб-импульсами.

Для того, чтобы справиться с трудностями, упомянутыми выше, компания АА Opto-electronics разработала новый РРК драйвер (рис.3), обладающий следующими особенностями:

- Входной эталонный счетчик сигналов для синхронизации.
- Высокая стабильность от импульса к импульсу.
- Встроенный внутренний генератор высокой точности.
- Оптимизация CPER.

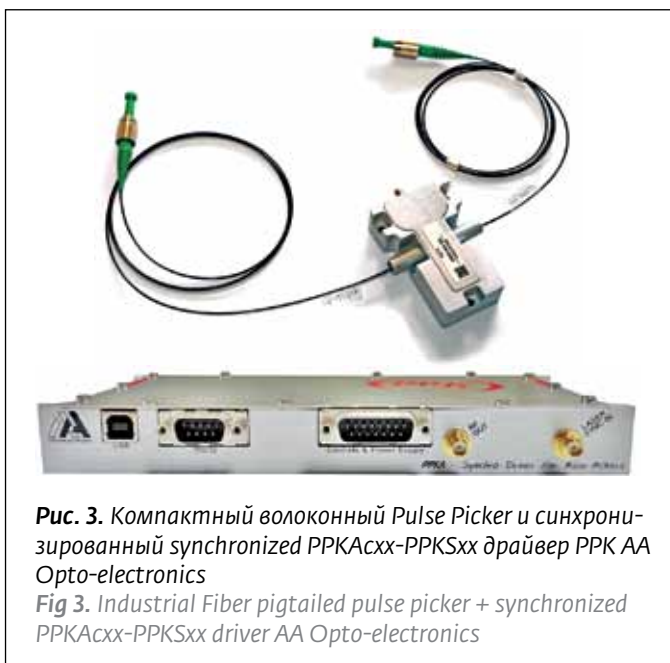


Рис. 3. Компактный волоконный Pulse Picker и синхронизированный synchronized PPKAcxx-PPKSxx драйвер PPK AA Opto-electronics
Fig 3. Industrial Fiber pigtailed pulse picker + synchronized PPKAcxx-PPKSxx driver AA Opto-electronics

of the acousto-optic technology. Under these conditions, only the optical window duration can be used as a parameter in order to optimize CPER.

АА OPTO-ELECTRONICS РРК ДРАЙВЕР

Even though the CPER and the relative efficiency have been optimised, the performance of the pulse picker may still be influenced by other factors. In fact,

Таблица 3. Характеристики моделей РРК АА Opto-electronics

Table 3. Industrial Fiber pigtailed pulse picker + synchronized PPKAcxx-PPKSxx driver AA Opto-electronics

РРК модели PPK Models	Частота повторения лазерных импульсов, МГц Laser Repetition rate, MHz	Несущая частота, МГц Carrier frequency, MHz	Задержка, нс Delay Range, ns	Диапазон длительности импульса, нс Pulse width range, ns
PPKAc250-B-34-20	75-85	Адаптирована к RR	20 (0,1)	20 (0,1)
PPKA250-B-34-20	40-75	250	25 (0,1)	15 (0,1)
PPKS250-B-34-128	5-60	250	200 (1)	56 (1)
PPKS200-B-34-128	5-55	200	200 (1)	56 (1)
PPKS200-B-34-640	0,82-30	200	1 224 (5)	56 (5)
PPKS80-B-34-640	0,93-20	80	1 080 (5)	200 (5)





- Регулировка ширины оптического строб-импульса и времени задержки.
- Возможность определения соотношения для выборки.
- Автоматическая перезагрузка сохраненных параметров.
- Выходы: RS 232, USB, Bluetooth.

В статье рассмотрены различные параметры, которые необходимо учитывать при выборке оптических импульсов. Использование синхронизированного драйвера PPK от компании AA Opto-electronics обеспечивает упрощенную настройку систем, наилучшую оптимизацию параметров CPER (коэффициента затухания последовательных импульсов) и EEF (относительной эффективности), а также обеспечивает получение лучших результатов работы.

Компания "ОЭС Спецпоставка" представляет весь спектр продукции AA Opto-electronic на территории РФ и предлагает наиболее выгодные условия сотрудничества, полную техническую поддержку, а также поставку образцов. Получить дополнительную информацию Вы можете на сайте производителя AA Opto-electronic (www.aaoptoelectronic.com) или обратившись в компанию ОЭС Спецпоставка (www.oessp.ru).

pulse to pulse instabilities appear in the extracted pulse(s) most particularly for high repetition rate lasers (Fig.2). This inconvenience is mainly due the non-synchronization of the input laser pulses with the optical gate.

To cope with the difficulties mentioned previously, AA opto-electronics designed a new driver (Fig.3): PPK and it has the following features:

- Input reference clock for synchronisation.
- High pulse to pulse stability.
- Built-in high accuracy internal generator.
- CPER Optimization.
- Optical gate width and delay adjustment.
- Picking ratio.
- Automatic reload of stored parameters.
- RS 232, USB, Bluetooth communication.

We have described the different parameters that need to be considered when performing an optimal pulse picking operation. Using a synchronized driver such as the PPK will definitely ensure an easier adjustment, a better optimization of the CPER, relative efficiency and above all, provide better results.

Компания ID Quantique представила обновленную сверхпроводящую нанопроволоку с квантовой эффективностью более 70%



ID Quantique – один из мировых лидеров в области систем шифрования. Компания специализируется на производстве генерато-

ров случайных чисел, безопасных дальномеров и научных приборов. Основными сферами применения продукции являются квантовая оптика, криптография и спектроскопия.

Последняя новинка компании – однофотонный детектор ID280 на основе сверхпроводящей нанопроволоки. По своим параметрам эта система превосходит все имеющиеся на рынке аналоги.

Основными особенностями установки являются:

- квантовая эффективность более 70%,
- скорость счета до 15 МГц,
- темновая скорость счета 100 Гц (при температуре 2,3 К),
- рабочий диапазон длин волн 600–1700 нм,

- временное разрешение 70 пс,
- отсутствие остаточной пульсации.

Помимо сверхпроводящей нанопроволоки и электроники в комплектацию детектора входит все необходимое для его установки в криостате, включая гермопроходники, криогенные кабели и разъемы.

Детекторы ID280 разработаны и производятся Шанхайским институтом микросистем и информационных технологий (SIMIT, CAS), который обладает собственными мощностями для производства сверхпроводников.

Жукова Мария,
m.zhukova@oessp.ru, www.idquantique.com

