



CENTER OF COMPETENCE
QUASAR



EuroQCI: European Quantum Communication Infrastructure

Доц. Лъчезар Георгиев

Директор на Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика-БАН

Ръководител на Научния екип на ЦК „КВАЗАР“

Представител на България в борда на Euro QCI

План

- Какво е EuroQCI
- Кой е ЦК „КВАЗАР“ и защо е основен играч в BG-QCI
- Какъв е планът на ЕК за изграждане на EuroQCI
- Какъв е националният план за изграждане BG-QCI

EuroQCI

- Юни 2019 (7 MS): Декларация за изграждане на European Quantum-secure Communication Infrastructure
- Февруари 2020: България подписва Декларацията
- Подписали 25 Страни членки на ЕС

Квантовата комуникация-

Следващо иновативно поколение информационно-комуникационната инфраструктура

- **Квантово споделяне на ключ: неразбиваемо!**

Quantum Key Distribution (QKD)

Иновационна технология за споделяне на случаен ключ между 2 комуникиращи страни в реално време

Използва свойствата на квантовите системи за фундаментална защита срещу копиране на ключа (подслушването е забележимо)

- **Безпрецедентна защита на информацията!**

Защо е необходима на ЕС?- Заплахите в световен мащаб

- **Заплахата „Квантови компютри“**

Класическите методи за криптиране са базирани на сложни математични задачи (факторизиране на големи числа)

- Квантовите компютри имат експоненциално по-голяма изчислителна мощ (алгоритъм на Shor)
- Декември 2020 г.: китайски QC с превъзходство от 10^{14} пъти спрямо класически суперкомпютър

EuroQCI: Единна европейска комуникационна инфраструктура за QKD

- **Наземна квантово-комуникационна инфраструктура**
(Terrestrial QCI):

[Digital Europe Program, Connecting Europe Facility, TESTA]

Оптични влакна по които се движат единични фотони или кохерентни лазерни импулси за QKD

- **Космическа квантово-комуникационна инфраструктура**
(Space QCI): [European Space Agency, Recovery&Resilience Facility, GOVSATCOM] Комбинация от Light-Earth Orbit сателити и оптично-земни станции

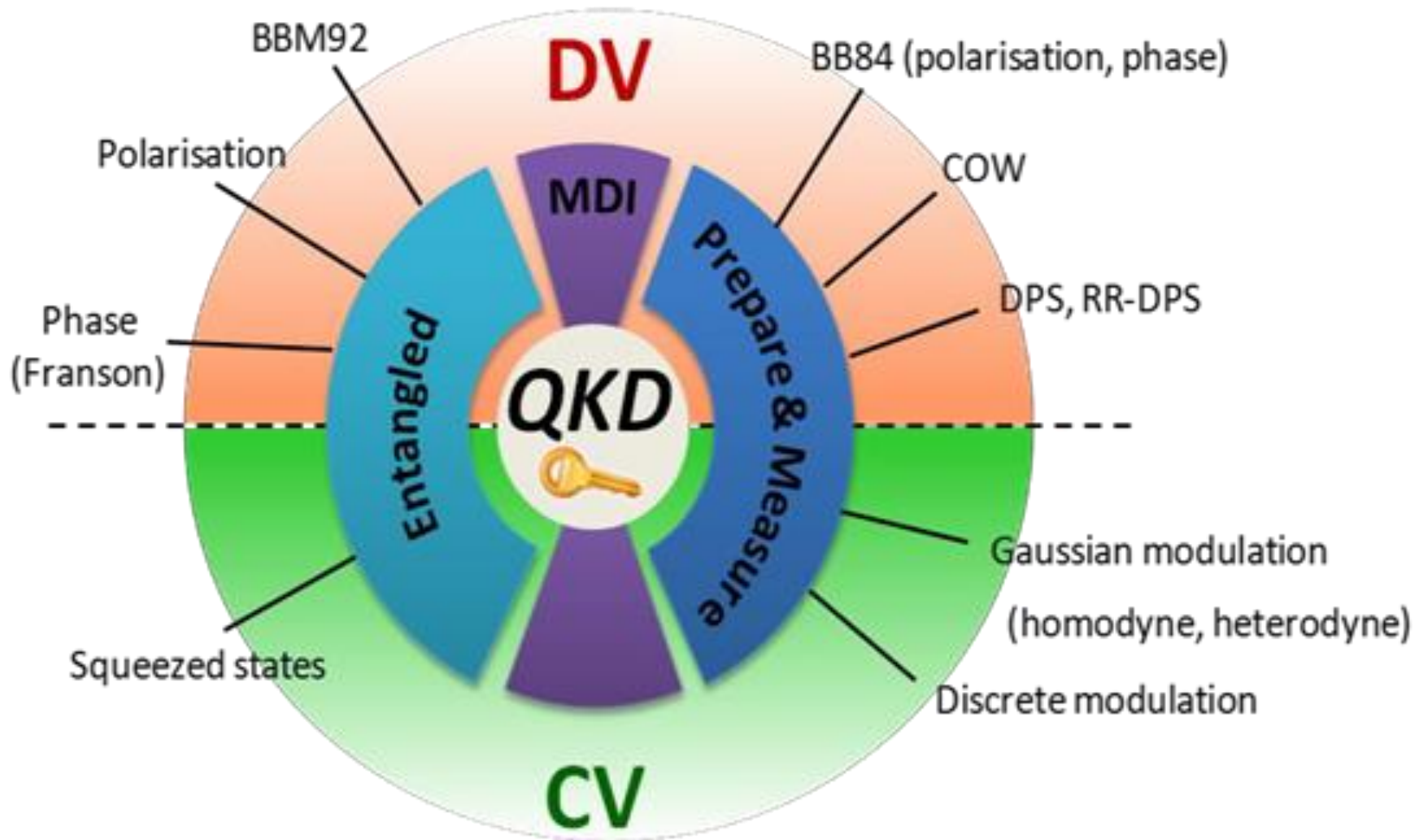
Китай (2019): 2000 км QCI, 32 trusted nodes



ЦК “Квантова комуникация, интелигентни системи за сигурност и управление на риска“

- **КВАЗАР: QU**Antum Communication, Intelligent **S**ecurity Systems **A**nd **R**isk Management (**QUASAR**)
- Стартира работа на 01.07.2018- 13,5 мил. лв. от ОП „НОИР“
- **Квантова комуникация** (ИЯИЯЕ-БАН, ИР-БАН, ТУ-Габрово)
- ОП за доставка на специализирано оборудване за квантова комуникация (2019) на стойност около 1 мил. лв., вкл. изграждане на оптично трасе в ИЯИЯЕ-БАН
- Януари 2020, със заповед на МОН- Представяващ България в борда на Euro QCI

QKD Protocols

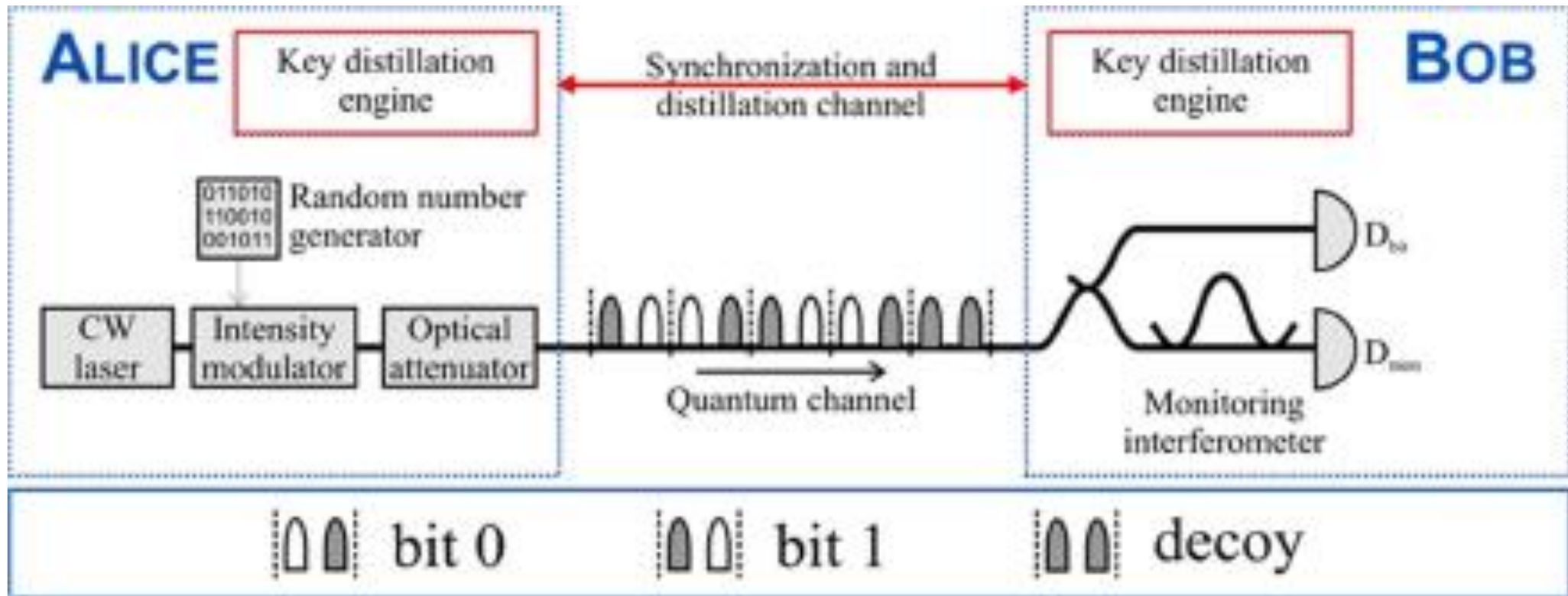


IDQuantique Clavis³

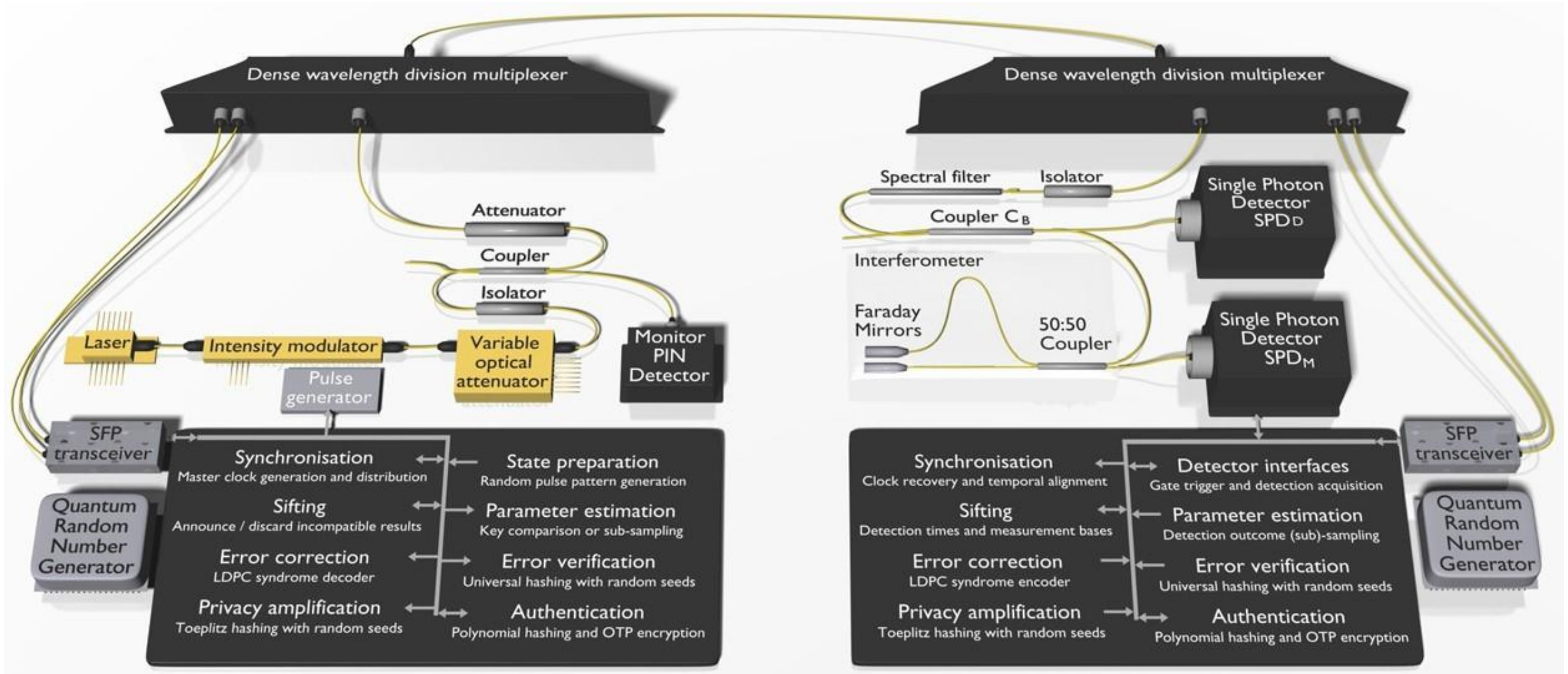
Thorlabs Demo Kit (BB84)



Coherent One-Way Protocol



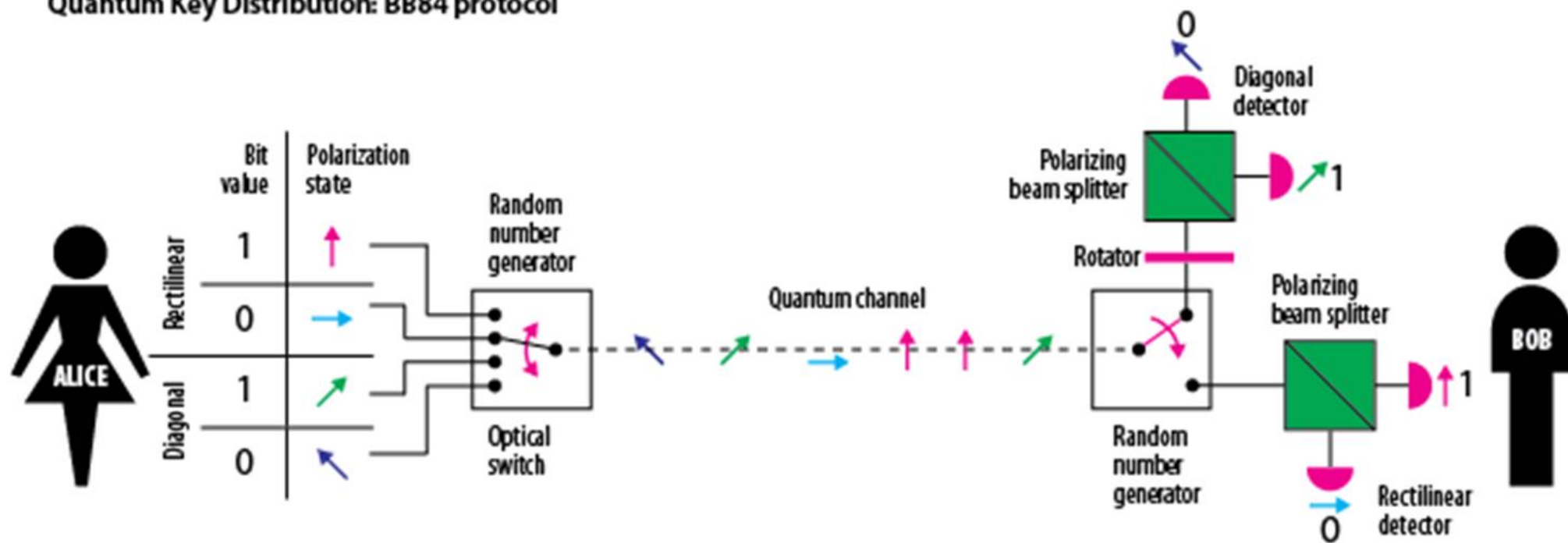
COW: in more detail



COW

- Alice sends randomly “bit 0”, “bit 1” and the decoy sequence
- Bob reveals for which bits he obtained detections in the dataline and when detector D_{mon} has fired (loss of coherence)
- Alice tells Bob which bits he has to remove from his raw key, since they are due to detections of decoy sequences (sifting)
- Analyzing the detections in D_{mon} , Alice estimates the break of coherence through the visibilities associated with 1–0 bit sequences and to decoy sequences, and computes Eve’s information.

Quantum Key Distribution: BB84 protocol



Quantum transmission & detection	ALICE sends photons	↖	↗	→	↑	↑	↗	↖	↑
	ALICE's random bits	0	1	0	1	1	1	0	1
	BOB's detection events	↑	↗	↖	↑	↗	↗	↖	↖
	BOB's detected bit values	1	1	0	1	1	1	0	0
Public discussion (i.e., sifting)	BOB tells ALICE the basis choices he made	↗↖ Rect	↗↖ Diag	↗↖ Diag	↗↖ Rect	↗↖ Diag	↗↖ Diag	↗↖ Diag	↗↖ Diag
	ALICE tells BOB which bits to keep		✓		✓		✓	✓	
	ALICE and BOB's shared sifted key	–	1	–	1	–	1	0	–

EuroQCI сравнително проучване (MS)

- **JRC Technical Report (2019):** sound case for EuroQCI
Insurance and investment for EU
- **ОП възложена от ЕК на два консорциума** (Airbus, Thales, 2020)
Feasibility study, use cases, user requirements,
possible architecture, possible QKD protocols, eventual costs
vs. necessity

Airbus и Thales (междинен доклад) препоръчват изграждането на EuroQCI

EuroQCI Action Plan: **първа фаза**

2021-2023 научно-изследователска фаза: preparatory/first deployment phase

- Развитие и внедряване на Европейски технологии за QKD;
- Първоначално внедряване на експериментални квантови мрежи комбинирайки най-добрите класически и квантови технологии в рамките на националните планове за QCI;
- Развитие на първите тестови трансгранични квантови наземни мрежи свързващи съседни национални QCI мрежи чрез “trusted nodes”;
- Развитие на първите тестови оптични наземни станции за връзка между космическия и наземния сегмент на QCI;
- Изграждане на пан-европейска инфраструктура за тестване и валидиране за осигуряване на доверие в EuroQCI;

EuroQCI Action Plan

- Проектиране и изграждане на космическия сегмент на EuroQCI;
- Развитие на космическите технологии за QKD: протоколи, фотонни източници, детектори, оптични терминали и др.;
- Тестване на end-to-end системи за сигурност и устойчивост;
- Проектиране, развитие и внедряване на система за първоначални оперативни възможности с наземни станции и LEO сателит;
- Проектиране, развитие и внедряване на система за първоначални оперативни възможности с наземни станции и GEO или MEO сателити за „entanglement distribution“;

EuroQCI Action Plan: **втора фаза**

2024-2027+ Цялостно изграждане и внедряване: validation and full deployment phase

- Пълно изграждане на наземния сегмент на EuroQCI, вкл. националните оптично-земни станции;
- **Оперативност и поддръжка на цялостната инфраструктура EuroQCI;**
- Разработване на достатъчен брой LEO сателити satellites и Централен оперативен център за тестване и валидиране на орбиталните системи [в рамките на проекта SAGA];
- Разработване на минимална инфраструктура за валидиране на второто поколение на космическия сегмент на EuroQCI [в рамките на SAGA до 2025/2026];
- Пълно изграждане през 2025-2026 на второто поколение на космическия сегмент на EuroQCI състоящо се от MEO/GEO сателити и техните интерконектори с LEO EuroQCI сателитите и релейната система EDRS;
- **Пълното свързване на космическия и наземния сегменти на EuroQCI.**

Национален план за QSI

Потенциални сфери на приложение на QSI в България:

- Електронно управление
- Международна и вътрешна сигурност
- Икономика и Финанси, Регионално развитие
- Електроразпределение, комуникации и транспорт
- Медицина и здравеопазване
- Социална политика
- Високотехнологична индустрия и др.

Национален план за QCI

Първа фаза (2021-2023)

Дейности съгласно единните указания на ЕК:

- Изграждане на интерконекторни наземни връзки
България-Румъния и България-Гърция
(Trusted nodes)
[Connecting Europe Facility 2]
- Изграждане на поне 2 оптично-земни станции за връзка
между наземния и космическия сегмент на Българската QCI
[Recovery and Resilience Facility?]

Предварителен бюджет 2021-2023

съгласно информация от ЕК

- 7 мил. €
- 50 % от ЕК (директно кандидатстване в ЕК)
 - Digital Europe Program
 - Connecting Europe Facility 2
 - Recovery and Resilience Facility
- 50% Национално съфинансиране
 - Консорциуми с български телекоми, частни компании
 - с необходимото ниво на достъп до класифицирана информация (права на собственост в/у инфраструкт.?)

Двустранна среща QUASAR – Euro QCI

14.12.2020 г.

Представяне на националния план за QCI пред борда на EuroQCI

21.12.2020 г.

двустранна среща на екипа на QUASAR с борда на EuroQCI [ESA, JRC]

Thomas Skordas: Director DG CONNECT, председател на борда

Andre Xuereb (EC)

Pascal Maillot: Deputy Head of Unit High Performance Computing &
Quantum Technologies (DG CONNECT)

Giuditta Montesanti:

DG DEFENCE INDUSTRY AND SPACE (DEFIS)

Следващи стъпки

- В периода февруари-март 2021 се очакват единни указания от страна на ЕК, чрез Борда на Euro QCI за подготовка на проектите на консорциумите (фаза 1)
- След получаване на тази информация КВАЗАР ще проведе среща с трите телекомуникационни оператора (по указания на борда на Euro QCI), които да осигурят тестова наземна инфраструктура (оптични трасета + оборудване)
- Ние предлагаме за тестовия период 2021-2023 да бъдат определени двама наблюдатели- от ЦКЗ-МС и от Държавна агенция „Електронно управление“, които да участват в работните срещи на ЦК КВАЗАР за да имат пряко наблюдение за хода на процеса по реализиране на Плана за действие на ЕК

Това ще даде възможност на Правителството да планира и да се подготви за изпълнението на Втория етап: 2024 г.-2027+, когато се очаква да започне реалното инфраструктурно изграждане и пускане в експлоатация на единната европейска квантово-комуникационна инфраструктура