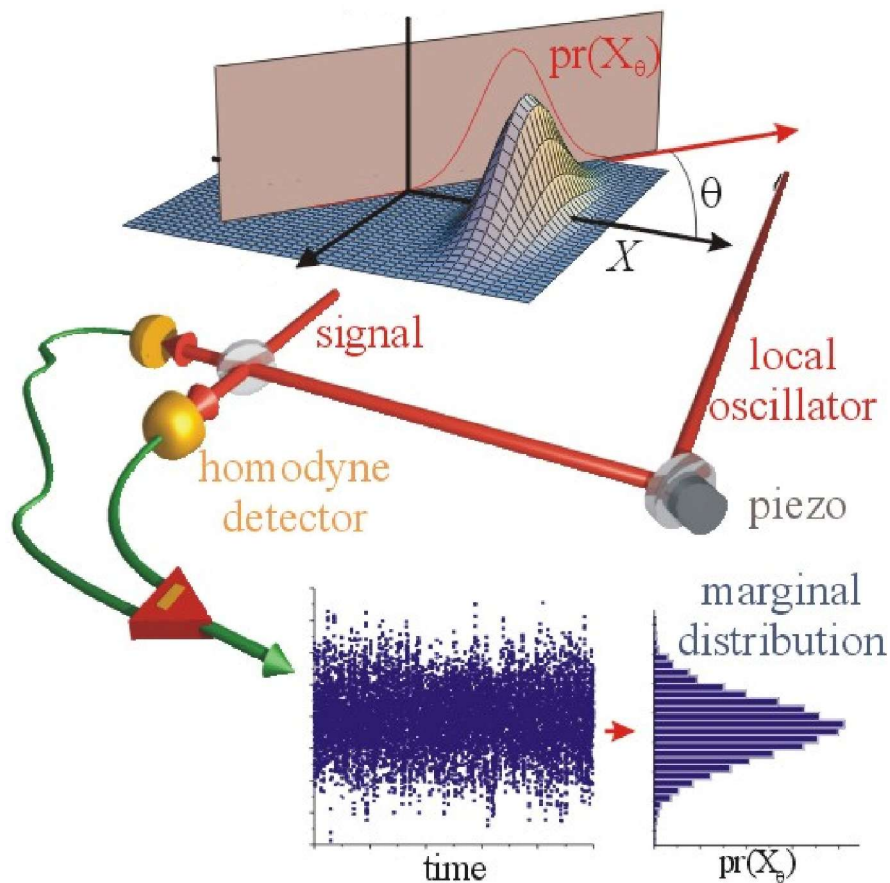


KVANTOVÝ ŠUM A INFORMACE V OPTICE

- Nosičem informace je vždy fyzikální systém.
- Světlo je vynikajícím nosičem informace.
- Kvantový šum omezuje optické komunikace: šum nemůže vymizet ve všech veličinách vhodných pro přenos – nekompatibilní veličiny.
- Kvantová informace: využití nekompatibilních veličin pro přenos a zpracování informace.
- Nekompatibilní veličiny nelze současně přesně měřit a kopírovat. Zisk informace je vždy doprovázen zvýšením šumu.
- Toto zvýšení šumu mohou komunikující strany odhalit: kvantová distribuce bezpečného klíče – kvantová kryptografie.

SVĚTLO – KVANTOVÝ SYSTÉM

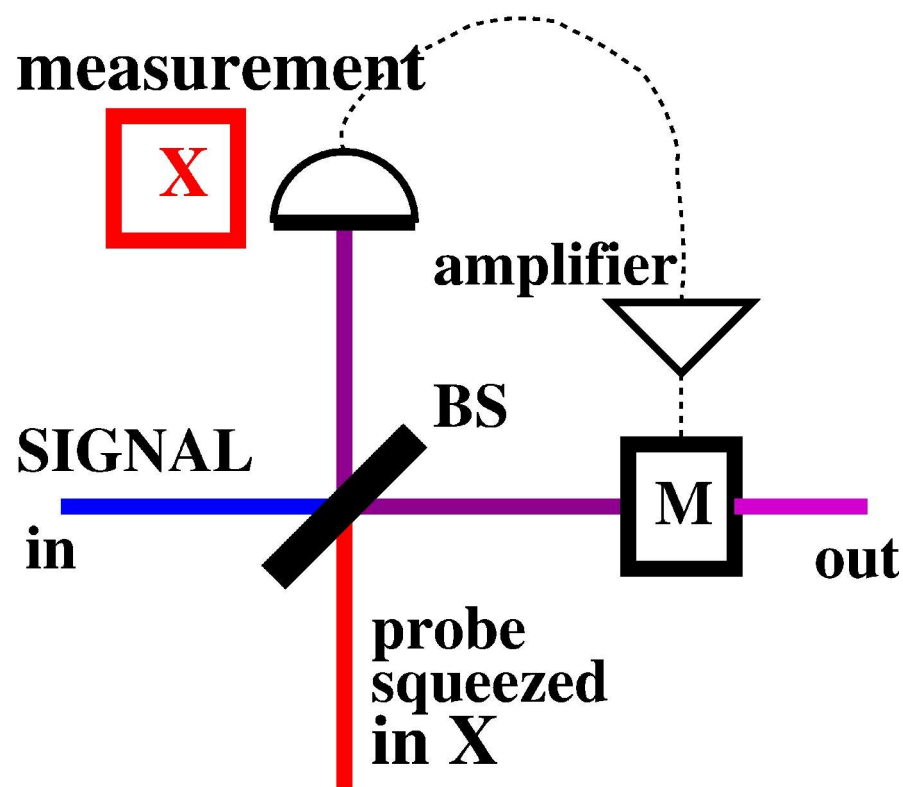


- Koherentní laserové záření vykazuje kvantové vlastnosti – existují dvě nekompatibilní veličiny **X** a **P** , jejichž variance fluktuací jsou omezeny Heisenbergovou relací neurčitosti:

$$V(X) \cdot V(P) \geq 1$$

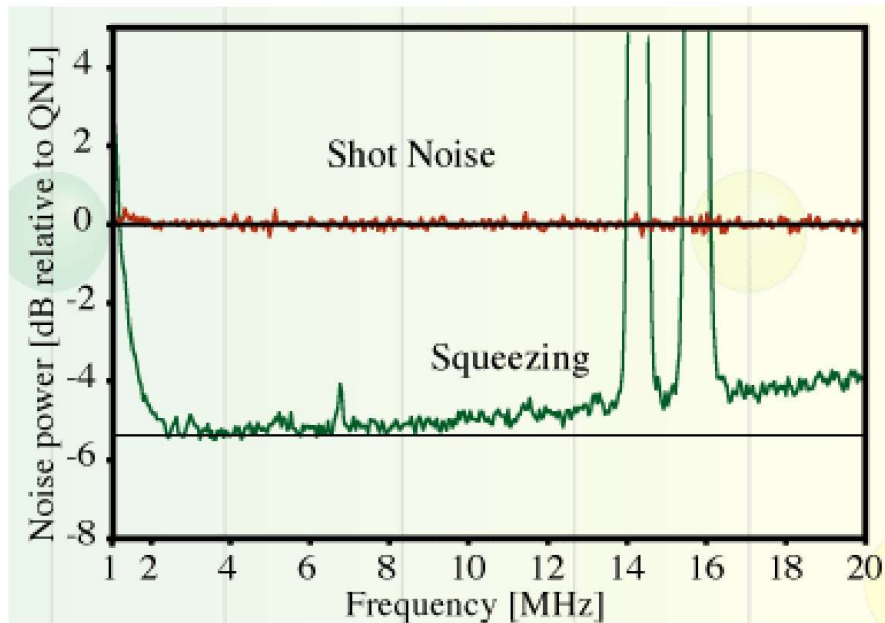
- Veličiny X a P lze přímo měřit homodynní detekcí.

KVANTOVÉ NEDEMOLIČNÍ MĚŘENÍ



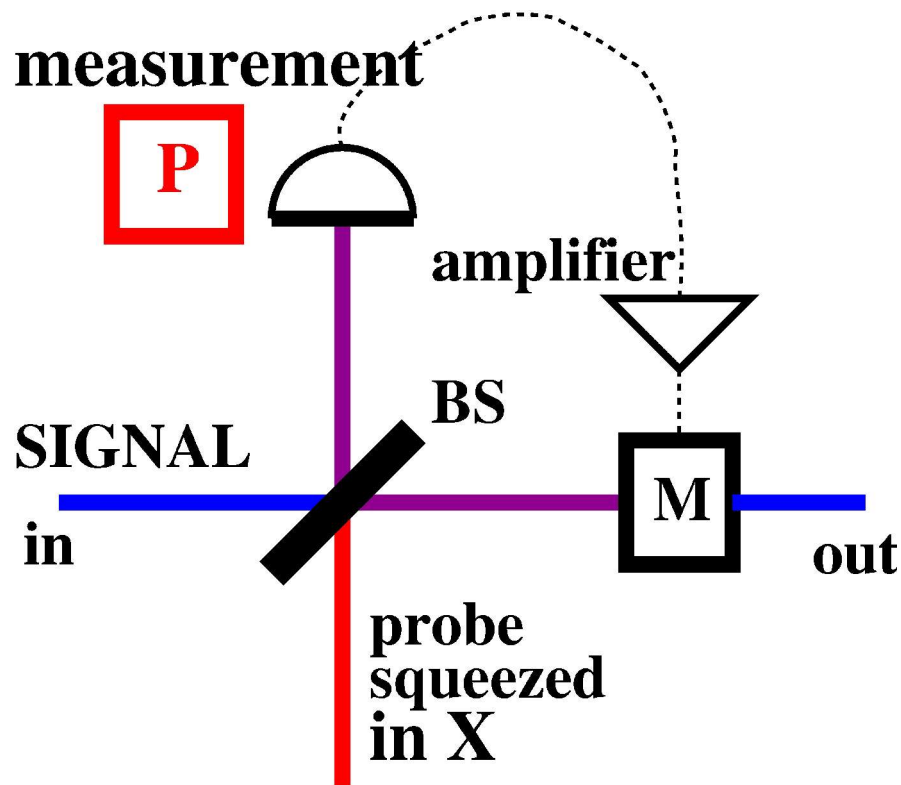
- Informaci o veličině X (nebo P) lze získat také **nedemoličně**, tj. bez úplné absorpce světla detektorem.
- Získání informace o X děličem svazku BS lze zvýšit použitím **“stlačeného”** světla. Současně se však adekvátně zvýší šum ve veličině P signálu.
- Experiment: B. Buchler et al., Phys. Rev. A 60, 4943 (1999).

STLAČENÉ SVĚTLO



- Fluktuace veličiny X jsou menší než pro koherentní laserový signál.
- Stlačené světlo je generováno v optických nelineárních krystalech a optických vláknech.
- Umožňuje zvýšit **citlivost optického interferometru** na změnu optické dráhy a zvýšit **dosah bezpečné kvantové komunikace**.

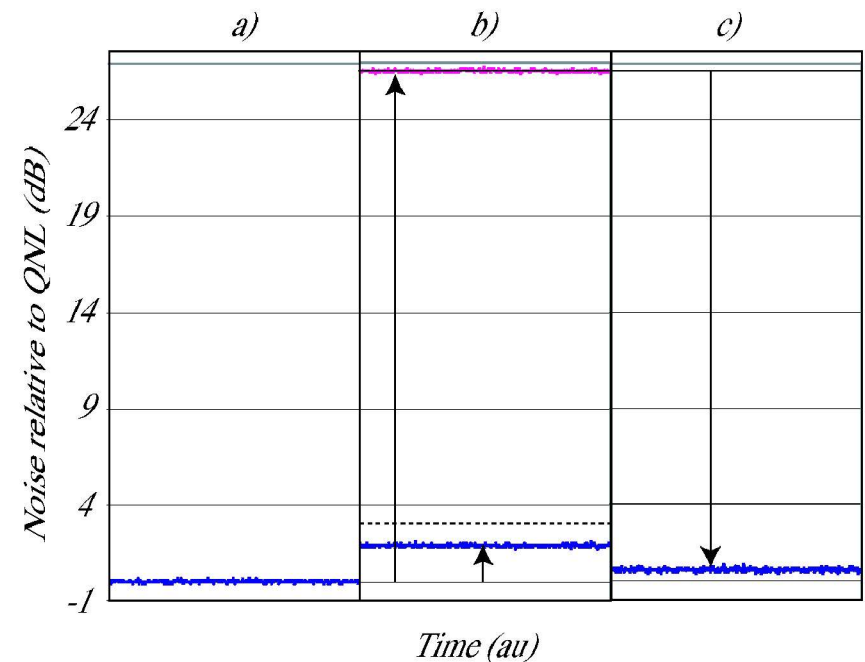
KVANTOVÉ SMAZÁVÁNÍ



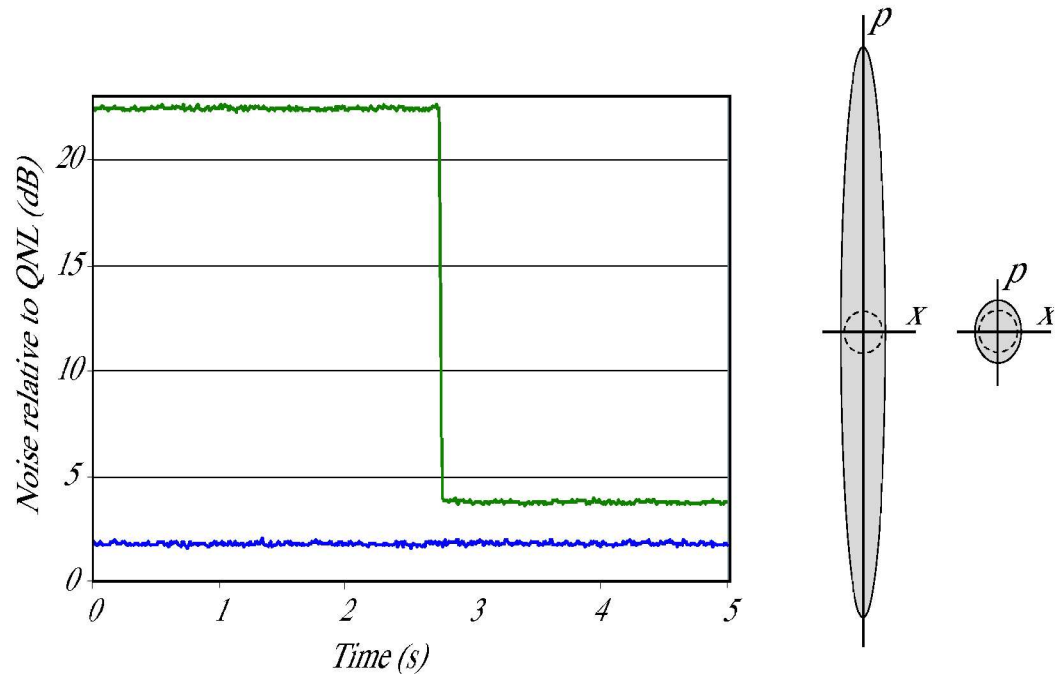
- I když byla část signálu již odebrána pomocí děliče BS a došlo ke zvýšení šumu ve veličině P signálu, stále ještě můžeme **rekonstruovat** původní informaci současně v obou nekompatibilních veličinách X a P , a to i pouze pomocí **lokálního měření a následné korekce**.
- R. Filip, Phys. Rev. A 67, 042311 (2003).

EXPERIMENT

- Jestliže provedeme měření veličiny P také na výstupním signálu, můžeme **přímo opravit experimentální data** získaná tímto měřením.
- Pozorovaný efekt rekonstrukce je nezávislý na stlačení fluktuací metru.
- Zbytkový šum ve veličině P signálu po rekonstrukci:
 0.56 ± 0.02 dB.



- Modulací optického signálu ve veličině P podle naměřených hodnot můžeme **rekonstruovat** vstupní signál **současně v obou nekompatibilních veličinách** X, P . Kvalita rekonstrukce roste se stlačením fluktuací metru.
- Experimentálně dosažená věrnost: **$F=0.68 \pm 0.01$** .
- U.L. Andersen, O. Glockl, S. Lorenz, G. Leuchs and R. Filip, Phys. Rev. Lett. 93, 100403 (2004); **spolupráce s Max-Planck Inst. v Erlangenu.**



APLIKACE

(ve spolupráci s diplomantem P. Markem)

- **Redukce ztrát signálu** v optických dutinách a rezonátorech pomocí kvantového smazávání: P. Marek and R. Filip, Phys. Rev. A 70, 022305 (2004).
- **Eliminace přeslechu** ve vícekanálové kvantové kryptografii: R. Filip, L. Mišta and P. Marek, Phys. Rev. A 71, 012323 (2005).
- **Kvantové operace indukované měřením**: R. Filip, P. Marek and U.L. Andersen, Phys. Rev. A 71, 042308 (2005).
- **Kvantové smazávání bez použití stlačeného světla**: příští experiment ve spolupráci s Max-Planck Inst. v Erlangenu (2005).
- **Problematika kvantového smazávání rozšířila výuku kvantové optiky.**