

Elektricky ovládané nástroje

U elektricky ovládaných **mechanických nástrojů** slouží elektřina pro řízení přenosu mechanické energie ke zvukovým generátorům, jak je tomu např. u pneumatických varhan s elektrickou trakturou, nebo je mechanická energie generátorům dodávána přímo elektro-mechanickým převodníkem, jak je tomu např. u elektricky ovládaných klavírů a pianin. Elektro-mechanickým převodníkem bývá nejčastěji elektromagnet tvořený cívkou s mnoha závity drátu. Po průchodu elektrického proudu cívkou vzniká v jejím okolí magnetické pole, které uvede do pohybu příslušný akční člen. Elektrické ovládání umožňuje, nebo alespoň usnadňuje, dálkové řízení nástrojů, ale také záznam, reprodukci a automatizaci hry. Vývoj elektricky ovládaných hudebních nástrojů je spojen především s vývojem mechanických, elektromechanických a elektronických automatických strojů a počítačů.

V roce 1860 získal britský fyzik Charles Wheatstone (1802–1875) patent na přenos zpráv pomocí tónů píšťal nebo jazýčků rozeznívaných proudem vzduchu. Přívod vzduchu byl ovládán elektromagnety. Obdobný princip se později objevil u pneumatických varhan.

Již v roce 1725 francouzský textilní dělník Basile Bouchon použil pro řízení poloautomatického tkalcovského stavu děrovaný papírový pás, který v roce 1728 jeho spolupracovník Jean Falcon nahradil papírovými štítky. Systém v roce 1745 dále zdokonalil francouzský inženýr a vynálezce Jacques de Vaucanson (1709–1782) a v roce 1801 francouzský tkadlec Joseph-Marie Jacquard (1752–1834). Ten v roce 1805 odstranil nutnost ruční obsluhy. Pro řízení jeho stroje sloužily štítky s vyděrovanými obdélníkovými otvory, spojené do dlouhého pásu.

Ve 20. letech 19. století zahájil britský matematik Charles Babbage (1791–1871) práci na konstrukci mechanického automatického počítačového stroje pro výpočet matematických tabulek nazvaného Difference Engine.



Difference Engine

V roce 1822 předvedl malý funkční model, ale celý přístroj nedokončil. V roce 1835 začal pracovat na zdokonaleném stroji, který nazval Analytical Engine a pro jehož programování měly být použity děrné štítky, užívané tehdy pro řízení tkalcovských stavů. Stroj navrhl do podrobných detailů, ale jeho stavbu opět nedokončil.

Ve druhé polovině 40. let 19. století patentoval skotský vědec Alexander Bain (1818–1903) použití děrovaného papírového pásu jako paměťového media pro přípravu, uchovávání a vysílání telegrafních zpráv. V roce 1857 navrhl stejný princip i Charles Wheatstone. Jeho návrh aplikoval Samuel Morse a systém se rychle rozšířil po Spojených státech.

Děrné štítky použil pro záznam údajů z amerických voleb v roce 1890 statistik Herman Hollerith (1860–1929). V roce 1896 založil společnost Tabulating Machine Company, která byla v roce 1911 přejmenována na Computing-Tabulating-Recording Company a v roce 1924 na International Business Machines Corporation – IBM. Jméno Hollerith zůstalo obchodní značkou pro děrné štítky a přístroje pro jejich přípravu a zpracování.

Děrné štítky se začaly hromadně užívat v automatizovaných systémech od 30. let 20. století a spolu s novějšími děrnými páskami zůstaly hlavním médiem pro záznam a uchovávání dat až do 70. let. 20. století.



Stroj firmy Hollerith pro práci s děrnými štítky

Použití děrovaného pásu s mechanickým snímáním pro řízení varhan, piana nebo jiného nástroje patentoval v roce 1842 francouzský vynálezce Claude-Félix Seytre pod označením *Autophone*. V roce 1863 vytvořil Henri Fourneaux doplněk k pianu, který umožňoval automatickou hru řízenou děrovaným pásem. Přístroj nazvaný *Pianista* s velkým úspěchem veřejně předvedl na výstavě ve Filadelfii v roce 1876. Na počátku 70. let 19. století začal John McTammany (1845–1915) v Bostonu vyrábět automatické varhany řízené svítky perforovaného pásu. Jejich rozsah byl jen 16 tónů. V roce 1876 údajně sestrojil i automatické piano. V roce 1880 sestrojil R. W. Paine pneumatické automatické piano s rozsahem 39 tónů.

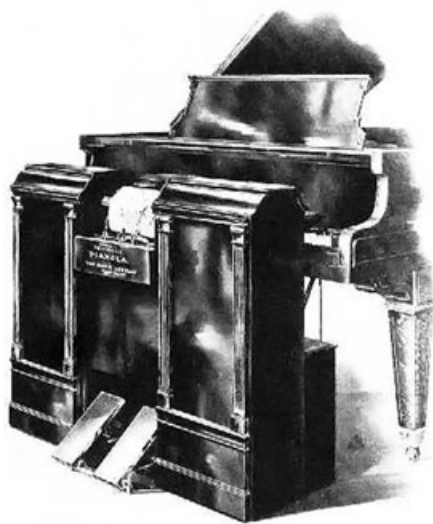
V roce 1822 předvedl malý funkční model, ale celý přístroj nedokončil. V roce 1835 začal pracovat na zdokonaleném stroji, který nazval Analytical Engine a pro jehož programování měly být použity děrné štítky, užívané tehdy pro řízení tkalcovských stavů. Stroj navrhl do podrobných detailů, ale jeho stavbu opět nedokončil.

Automatické přístroje, které se umísťovaly ke klaviatuře pianu a pomocí mechanických „prstů“ ovládaly klávesy, se pod označením *cabinet player*, *external player*, *piano player*, *vorsetzer* nebo *push-up* hojně vyráběly od 80. let 19. století. Když se podařilo mechanismus automatických pian miniaturizovat natolik, že jej bylo možné vestavět do běžných klavírů a pianin, začaly nástroje nazývané *player piano* na začátku 20. století nahrazovat *vorsetzery*.

První nástroje měly rozsah jen několik desítek tónů. Později byl rozsah zvětšen na 65 tónů a dále na plný rozsah tehdejších klavírů a pianin, nejčastěji 82, 85 nebo 88 tónů. Původní mechanický systém pohonu nástrojů a snímání záznamu byl posléze nahrazen systémem pneumatickým. U starých automatických pian byl pás se záznamem poháněný hodinovým strojem a jeho pohyb byl nezávislý na pneumatickém pohonu. To způsobovalo potíže při synchronizaci obou mechanismů, proto byl později posuv pásu spojen s pohonem celého nástroje.

Americký inženýr Edwin Scott Votey (1856–1931) z Detroitu vytvořil v roce 1895 svou verzi *vorsetzeru*. Tu přihlásil 25. ledna 1897 a patent 650,285 obdržel 22. května 1900. Zdokonalenou verzi přihlásil 16. listopadu 1899 a patent 765,645 získal 19. července 1904. Nástroje podle tohoto patentu začala pod označením *Pianola* a *Weber* vyrábět firma Aeolian Company z New Yorku. Nástroje byly tak úspěšné a rozšířené, že se název *Pianola* začal užívat pro označení všech automatických pian.

Mechanismus starých automatických pian neumožňoval záznam a reprodukci dynamiky hry. Jejich hra by byla velmi monotónní, proto bývaly vybaveny pákami a dalšími

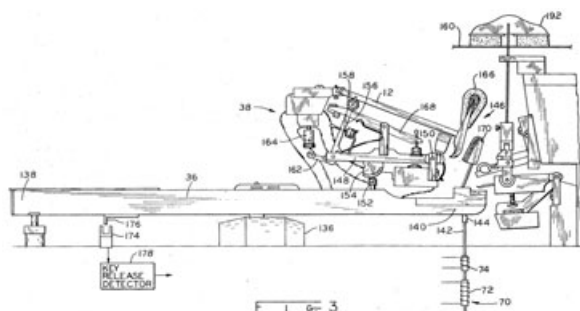


Vorsetzer u klavíru



Pianola firmy Aeolian

800 krát za vteřinu polohu kláves a kladívek. To umožňuje rozlišit a zaznamenat 1 018 dynamických stupňů i průběh dynamiky při úderu a uvolnění klávesy. U pedálů snímače rozlišují 255 poloh. V zadní části kláves jsou umístěny lineární elektromechanické převodníky uvádějící klávesy do pohybu. Převodníky tvoří elektromagnety, jejichž časově proměnným buzením se dosahuje potřebného průběhu rychlosti při pohybu klávesy. Pro snímání okamžité rychlosti klávesy slouží druhá cívka umístěná na permanentním magnetu spojeném s pohyblivým kovovým jádrem. Vytvořený zpětnovazební systém zajišťuje přesné dávkování potřebné energie. Použitý princip je popsán v patentu 4,593,592 z 10. června 1986, který Stahnke podal 24. června 1985. Věrnost záznamu i reprodukce klavírů *Bösendorfer SE* údajně předčí mnohé systémy vyvinuté později.



Elektromechanický převodník se snímací cívkou z patentu 4,593,592

Celý systém byl velmi nákladný, jeho cena byla kolem 60 000 \$. Celkem bylo vyrobeno a prodáno jen asi 40 nástrojů a po několika letech byla výroba zastavena.

Nástroj používali např. Dave Brubeck, Chick Corea, Stevie Wonder, Oscar Peterson, Pierre Boulez, Nikita Magaloff, Philippe Entremont nebo Fazil Say.

Disklavier (1989)

Když firma Bösendorfer zastavila výrobu počítačově řízených klavírů typu *SE*, začal se Wayne L. Stahnke podílet na vývoji nového automatického pianina ve firmě Yamaha. Systém, nazvaný *Disklavier*, se vyráběl v mnoha variantách a je průběžně zdokonalován a doplňován o nové funkce. První řada počítačem řízených klavírů a pianin *Disklavier* byla na trhu od roku 1989. K ní patří pianina *MX100A* a *MX100B* nebo klavíry

Virtuoso Violin (1998)



Gulbrandsen Virtuoso Violin



Na počátku roku 1998 americká firma QRS Music Technologies, Inc. předvedla automatické housle *Virtuoso Violin*. Systém vyvinuli scénárista a skladatel Fred Paroutaud z Paroutaud Music Laboratories (PML) a bývalý pracovník NASA a ředitel společnosti Northrop Thomas Paine (1921–1992).

Virtuoso Violin je monofonní nástroj, jehož základem jsou housle se smyčcem běžné konstrukce. Namísto strun je zdrojem zvuku kovový jazýček rozkmitávaný současně smyčcem a elektromagnetem. Frekvence generovaných tónů je určena frekvencí budících kmitů pro elektromagnet, čímž lze obsáhnout celý tónový rozsah houslí; smyčec dodává tónu přirozený houslový charakter. Pohyb a náklon smyčce zajišťují elektromotory. Pro komunikaci slouží protokol MIDI. Součástí sestavy je řídicí jednotka Chili pro čtení dat z diskety nebo CD, výkonový zesilovač a reprosoustava Acoustic Research o výkonu 40 W. Řídicí jednotka může ovládat *Virtuoso Violin* ve spojení s klavírem vybaveným systémem *Pianomation*. Lze tak hrát skladby pro housle s doprovodem klavíru. Nástroj je distribuován pod značkou Gulbrandsen a jeho cena je 20 000 \$.

Virtuoso Violin – zvukový generátor

Psalmist (2002)

V polovině roku 2002 americká firma QRS Music Technologies, Inc. vytvořila na podnět kazatele a hudebníka LaFayette Carthona *Psalmist* – vorsetzer k varhanám *Hammond*, kterým lze doplnit modely B3, C3, XB3, XC3,