

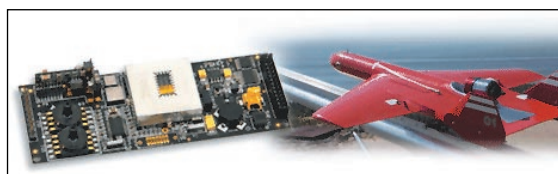
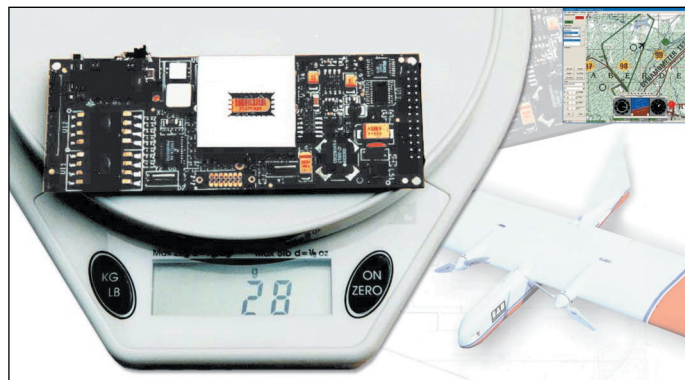
# Miniaturní autopiloti

V dnešní době již navigační systémy a autopiloti nejsou doménou velkých dopravních a vojenských letadel. Miniaturizace snímačů umožňuje jejich použití i u malých dopravních letounů, ultralehkých letounů, malých bezpilotních prostředků nebo větších modelů. Příkladem miniaturního autopilota je MP2808 firmy MicroPilot (obr. 1) s rozměry 10 × 4 cm a hmotností pouhých 28 g. Přitom obsahuje všechny senzory včetně přijímače GPS. Navíc je třeba zdůraznit, že zmíněný autopilot je plnohodnotné zařízení, které umožňuje manuální až zcela

rozměry, hmotnost i spotřebu. Jako příklad je možné uvést jednočipový přijímač GPS Atmel Antaris4 ATR4630 s rozměry pouhých 7 × 10 mm nebo

i stabilitu pro výpočet polohových úhlů integrací úhlových rychlostí a umožňují sestavení měřicích uzlů poskytujících úplné informace o poloze prostředku. Jako příklad je možné uvést rychlostní gyroskop Analog Devices ADXRS401, jehož vlastnosti jsou uvedeny v tabulce 2. Gyroskop má rozměry 7 × 7 mm a neváží ani půl gramu. Jeho cena je 22 USD.

**Akcelerometry**  
Polovodičové akcelerometry představují miniaturizaci klasických mechanických akcelerometrů. Na čipu je umístěná setrvačná hmota, která působí na piezoelektrický tlakový snímač. V současné době řada výrobců nabízí miniaturní snímače, měřící zrychlení ve třech na sebe kolmých osách. Typickým představitelem je akcelerometr KXP74 od firmy Kionix, který měří pouhých 5 × 5 mm a stojí kolem pěti dola-



Obr. 1 Autopilot MP2028g od firmy MicroPilot (rozměry 10 × 4 cm, hmotnost 28 g) zahrnuje všechny senzory i přijímač GPS

Tabulka 1 Základní vlastnosti přijímače GPS Atmel ATR4630		
Parametr	Jednotky	Hodnota
rozměry	mm	7×10
pouzdro	pin	BGA 96
počet kanálů		16
přesnost	m	2,5
opakovací frekvence	Hz	4
studený start	s	34
komunikační rozhraní		2 × USART, SPI, USB
mapájení	V	1,8 až 3,3
spotřeba	mW	96

autonomní řízení.

Podobná zařízení vyvíjí v České republice několik společností, např. VTÚL Praha, TL-elektronik Hradec Králové nebo A.R.M. Group Praha. Miniaturizace autopilotů je možná díky spuštění satelitních navigačních systémů a náhradě mechanických gyroskopů a akcelerometrů jejich polovodičovými ekvivalenty. Popíšme základní prvky současných autopilotů pro malá letadla.

## Navigační systémy

Před érou satelitních navigačních systémů se pro navigaci používaly inerciální, dopplerovské nebo rádiové navigační systémy. Inerciální navigační systémy využívají přesné akcelerometry umístěné na stabilizovaných plošinách a proletěnou trajektorii počítají dvojitou integrací zrychlení. Tyto systémy mají hmotnost i několik desítek kilogramů, jsou dra-

rova je- v u . Je j i c h charakteristiky jsou podobné jako u inerciálních systémů, n a v í c jsou závislé na počasí. Systémy založené na síti rádiových majáků, jako Omega nebo Loran-C, mají větší chyby, i když nezávislé na čase.

Spuštění satelitních navigačních systémů (americký GPS, ruský Glonass, evropský Gallileo) znamenalo v navigaci skutečnou revoluci. Hned od počátku byly menší, lehčí, levnější a přesnější. Jejich chyby navíc byly nezávislé na čase. V současné době jsou přijímače satelitních navigačních systémů integrovány na jednom čipu a mají miniaturní

Sony CXD2951GL.

Základní charakteristiky přijímače Antaris4 jsou uvedeny v tabulce 1.

## Gyroskopy

Pro měření polohových úhlů a úhlových rychlostí se tradičně používají gyroskopy se dvěma (rychlostní gyroskopy, směrové setrvačníky) nebo třemi stupni volnosti (umělé horizonty).

Polovodičové rychlostní gyroskopy jsou alternativou pro obě tyto skupiny gyroskopů. Mají dostatečnou přesnost

Tabulka 2 Základní vlastnosti snímače úhlové rychlosti Analog Devices ADXRS401		
Parametr	Jednotky	Hodnota
Rozměry	mm	7×7×3,2
Pouzdro	pin	BGA 32
Hmotnost	g	<0,5
Rozsah	%/s	±75,0
Citlivost	mV/°/s	15
Teplotní závislost	%	±2,0
Šum	mV (ef)	175
Šířka pásma	Hz	40
Nelinearita	% FS	±0,1 (±0,5 max.)
Chyba kolmosti	%	±2,0 (±3,0 max.)
Rozlišení	mg	1,25
Napájení	V	5
Spotřeba	mA	6

Tabulka 2 Základní vlastnosti 3osého akcelerometru KXP74-1050		
Parametr	Jednotky	Hodnota
Rozměry	mm	5×5×1,2
Pouzdro	pin	DFN 14
Rozsah	g	±2,0
Citlivost	mg/krok	1,25 typicky
0 g offset (teplota)	mg	±150 (x a y) ±300 (z)
	°C	-40 až 85
Teplotní závislost	%	±2,0
Šum	µg/√Hz	175
Šířka pásma	Hz	0 až 3300
Nelinearita	% FS	±0,1 (±0,5 max)
Chyba kolmosti	%	±2,0 (±3,0 max)
Rozlišení	mg	1,25
Rychlost SPI	MHz	5
Napájení	V	2,8
Spotřeba	mA	0,8

rů. Jeho základní vlastnosti jsou uvedeny v tabulce 3.

Podrobnější informace můžete získat na [www.XXXXXXXXXX.cz](http://www.XXXXXXXXXX.cz).