

In der Digitalelektronik – vorrangig bei Arbeiten mit Mikro- und Minicomputern und bei Logikanalysen – ist es vielfach notwendig, auf den verschiedenen Verarbeitungsebenen Konvertierungen zwischen den Zahlensystemen vorzunehmen. Problemlos und rationell, insbesondere für mehrstellige reelle positive Zahlen, ist dies mit einem programmierbaren Taschenrechner möglich. Dafür besonders gut geeignet ist der mittlerweile weitgestreute TI-59 einschließlich Thermodrucker PC-100 C von Texas Instruments.

W.-R. Haberditz

Basis-Umwandlung von Zahlen mit dem TI-59

1 Anwendung und Beschreibung

Das lediglich auf einer Magnetkarte konservierte Programm basiert auf bekannten Umcodierungsformalismen – stellenrichtige Potenz-Division bzw. Addition etc. – und belegt 236 Programmspeicherstellen (PSS).

Es können folgende, in der numerischen Informatik interessierenden Umwandlungen damit durchgeführt werden:

„A“: Dezimalzahl in den Hexadezimal-Code;

$$DZ_{x(10)} \rightarrow \text{HEX}_{x(16)}$$

„B“: Dezimalzahl in den Binär-Code;

$$DZ_{x(10)} \rightarrow \text{BN}_{x(2)}$$

„C“: Binär-Code in eine Dezimalzahl;

$$\text{BN}_{x(2)} \rightarrow DZ_{x(10)}$$

Die praktische Anwendung ist denkbar einfach. Nach dem Einlesen der beiden Kartenseiten – normale Einschalt-Speicherbereichsverteilung (SBV: 479.59) vom TI-59 – wird das Programm anhand der gewählten Umwandlungsart durch Drücken der Taste „A“, „B“ oder „C“ vorbereitet. Dabei wird u.a. auch die im Ablauf vorgesehene SBV: 239.89 (90P 17) per „Pgm.“ eingestellt. Die Zahl bzw. Zahlenfolge wird jeweils mit „R/S“ eingegeben. Abhängig vom Betrag bzw. der Stellenzahl ergeben sich für die gesuchte Lösung Rechen- und Druckzeiten von rund 15 ... 50s. Rechnerintern arbeitet der TI-59 bekanntlich mit max. 13 CPU-Stellen. Zur Vermeidung von nichtmerkbaaren Fehlrechnungen wurde deshalb der Bereich, beim Binär-Code zusätzlich auch noch der Stellenwert, per Pgm. begrenzt. Die Eingabe von Dezimalzahlen (parallel) mit

$N \geq 1\,000\,000\,000\,016$ bzw. bei Binärzahlen mit $\text{NBS} \geq 41$ der seriell eingegebenen Stellen und deren Wert ≥ 2 bewirken automatisch einen Programm-Stop (blinkendes Display!). In diesem Fall ist die Pgm.-Vorbereitung über die entsprechende Taste („A“, „B“ oder „C“) zu wiederholen. Negative und/oder Zahlen mit Kommastellen ($-N$; N,xxx ; $-N,xxx$) werden vom Pgm. als ganze Zahlen ($|N|$ Integer) interpretiert, als solche ausgedruckt und verarbeitet. Die auf logarithmischer Basis arbeitende y^x -Funktion (Approximation) wurde in „A“, „B“ und „C“ bewußt *nicht* angewandt, um absolut genaue numerische Lösungen zu erzielen. Mit den erwähnten Maßnahmen ist letztlich sichergestellt, daß die ausgedruckten Ergebnisse – bei größeren Zahlen nicht gut kontrollierbar – auch tatsächlich richtig sind! Zwecks besserer Übersicht für den Anwender sind auf dem Schreibstreifen die Ein- und Ausgabedaten mit entsprechendem Text gekennzeichnet (s. Beispiele).

Bedingt durch die Schreibbreite des PC-100 C mit max. 20 Druckpositionen ist bei Ablauf „A“ und „B“ ein serieller Ausdruck für die umcodierte Symbolfolge – Hexa 0 ... 9, A ... F bzw. Binär in 4er-Gruppen mit 0 und/oder L (z.B. LOLLL) – erforderlich. Parallel geschrieben stellt dies dann jeweils die gesuchte Lösung dar.

Der alphanumerisch codierte Text sowie die Symboldaten sind in den Datenregistern 60 ... 89 gespeichert, wobei DR 74 ... 89 (s. Belegung) doppelt benutzt werden. Beispiel: Inhalt DR 84 = 13.27012701; die 13 $\hat{=}$ A im Hexadezimal-Code bzw. 27012701 $\hat{=}$ LOLLO im Binär-Code, wobei A bzw. LOLLO wiederum dem Wert 10 im Dezimalsystem entsprechen.

2 Aufzeichnung auf Magnetkarte

Bei der erstmaligen Eingabe der Befehle und Daten kann wie folgt verfahren werden:

- TI-59, Speicherbereichsverteilung (SBV): 239.89 (9 OP 17) von Hand einstellen; später erfolgt dies per Programm! (s. PSS 017 ... 019)
- Datenregister 60 ... 89 laden (Code siehe Tabelle)
- Befehle gemäß Programm-Listing eintippen. DSZ 55 034 (PSS 041 ... 044) ergibt sich dabei durch die Tastenfolge DSZ, ÷, 0, \sqrt{x} bzw. DSZ 57 200 (PSS 207 ... 210) durch DSZ, Eng, 2, 0
- Programmsegmente mit den angegebenen Testbeispielen im Ablauf „A“, „B“ und „C“ überprüfen!
- SBV: 479.59 (6 OP 17) von Hand einstellen. Pgm. und Daten (Block 1 und 2) auf Magnetkarte aufzeichnen (1 bzw. 2 write)
- TI-59: OFF, ON; Kartenseiten 1 und 2 einlesen und nochmaligen Test durchführen.

3 Testbeispiele und Hinweise

Kartenseiten 1 und 2 einlesen; SBV: 479.59

3.1 „UMWANDLUNG“ einer „DEZIMAL-ZAHL X (10)“ in den „HEXADEZIMAL-CODE“

Programm-Vorbereitung: Taste „A“.

DZ₁₀ ins Anzeigeregister (AR) eintasten und Pgm. mit „R/S“ starten. Ergebnis: 1 ... 9, A ... F; neue Berechnung, weiter mit „A“.

Beispiel 1:

$$DZ_{10} = 180150001 \hat{=} \text{HEX}_{16} = \text{ABCDEF1}$$

Ausdruck:

„A“: UMWANDLUNG

```
DEZIMAL-ZAHL: X(10)
180150001.
HEXADEZIMAL-CODE:
A
B
C
D
E
F
1
```

Rechen- und Druckzeit ca. 30 Sekunden

Beispiel 2:

Bedingt durch das max. 10-stellige Eingabeformat des TI-59 (bei E-Format max. 8-stellige Mantisse) müssen ganze Zahlen, mit mehr als 10 Stellen, gesplittet eingegeben werden.

$$DZ_{10} = 1\ 000\ 000\ 000\ 001$$

1 EE 12 eintasten + 1; durch Drücken der „=“-Taste steht jetzt die gewünschte Zahl im AR und das Pgm. kann wiederum mittels „R/S“ gestartet werden.

$$\text{HEX}_{16} = \text{E8D4A51001}$$

Ausdruck:

„A“: UMWANDLUNG

```
DEZIMAL-ZAHL: X(10)
1. 12 +
1. 00 =
1. 12

1. 12

HEXADEZIMAL-CODE:
E
8
D
4
A
5
1
0
0
1
```

Rechen- und Druckzeit ca. 43 Sekunden

Hexadezimal-Code: Darstellung von Zahlen mit den Stellenwerten $16^0, 16^1, 16^2 \dots$ und den 16 Symbolen 0 bis 9, A bis F. Wegen des Zusammenhangs $2^4 = 16$ eignet sich dieser „Code“ besonders als „Kurzschrift“ für den Binärcode, weil je vier Binärstellen durch eine Hexadezimalstelle dargestellt werden können.

Binär-Code: Damit bezeichnet man das für maschinelle Verwendung besonders geeignete „Zweiersystem“ mit den Stellenwerten $2^0, 2^1, 2^2 \dots$ und den zwei Ziffern 0 und 1. Für eine exakte Bezeichnungsweise kann folgende Festlegung dienen: Man benutzt „dual“, wenn man das *Zahlensystem* und die Arithmetik meint. Die Bezeichnung „binär“ dagegen ist dann richtig, wenn nur die zwei unterscheidbaren *Zustände* gemeint sind.

Integer: Fachausdruck für „ganze Zahl“.

Approximation: Annäherung, Näherungsverfahren, Methode zur näherungsweise Berechnung.

0 oder L: Bisher oft verwendete Bezeichnung für die beiden *Binärzustände*. Heute hat sich jedoch folgende Vereinbarung durchgesetzt: Die Elemente des dualen Zahlensystems werden mit 0 und 1 benannt; in technischen Darstellungen werden die beiden *Binärzustände* mit L (von *Low*) und H (von *High*) bezeichnet.

4 Programm-Listing

Titel: Basis-Umwandlung von Zahlen

PSS	Code	Befehl	Tabelle														
000	98	ADV	048	19	D'	096	22	INV	144	73	RC*	192	57	57	Inhalt und Belegung der Datenregister 60 ... 89		
001	98	ADV	049	69	DP	097	87	IFF	145	02	02	193	04	4			
002	91	R/S	050	05	05	098	01	1	146	87	IFF	194	44	SUM			
003	76	LBL	051	69	DP	099	01	1	147	01	1	195	56	56			
004	16	A'	052	00	00	100	07	07	148	01	1	196	34	FX			
005	91	R/S	053	25	CLR	101	06	6	149	54	54	197	32	XIT			
006	50	I×I	054	92	RTN	102	09	9	150	22	INV	198	03	3			
007	59	INT	055	76	LBL	103	42	STD	151	59	INT	199	18	C'			
008	99	PRT	056	10	E'	104	56	56	152	52	EE	200	16	A'			
009	92	RTN	057	55	+	105	04	4	153	08	8	201	77	GE			
010	76	LBL	058	04	4	106	93	.	154	69	DP	202	77	GE			
011	17	B'	059	33	X²	107	03	3	155	02	02	203	69	DP			
012	25	CLR	060	95	=	108	59	INT	156	19	D'	204	20	20			
013	06	6	061	42	STD	109	18	C'	157	43	RCL	205	72	ST+			
014	69	DP	062	05	05	110	43	RCL	158	06	06	206	00	00			
015	17	17	063	92	RTN	111	03	03	159	65	×	207	97	DSZ			
016	47	CMS	064	76	LBL	112	22	INV	160	43	RCL	208	57	57			
017	09	9	065	11	A	113	77	GE	161	05	05	209	02	2			
018	69	DP	066	86	STF	114	01	1	162	95	=	210	00	00			
019	17	17	067	01	1	115	37	27	163	22	INV	211	06	6			
020	06	6	068	61	GTD	116	32	XIT	164	44	SUM	212	02	2			
021	00	0	069	00	0	117	65	×	165	04	04	213	42	STD			
022	42	STD	070	76	76	118	04	4	166	43	RCL	214	56	56			
023	56	56	071	76	LBL	119	33	X²	167	05	05	215	04	4			
024	02	2	072	12	B	120	95	=	168	10	E'	216	18	C'			
025	76	LBL	073	22	INV	121	32	XIT	169	43	RCL	217	73	RC*			
026	18	C'	074	86	STF	122	69	DP	170	04	04	218	00	00			
027	42	STD	075	01	1	123	21	21	171	97	DSZ	219	65	×			
028	55	55	076	17	B'	124	61	GTD	172	01	1	220	43	RCL			
029	98	ADV	077	04	4	125	01	1	173	01	1	221	59	59			
030	69	DP	078	18	C'	126	10	10	174	32	32	222	95	=			
031	00	00	079	04	4	127	32	XIT	175	81	RST	223	44	SUM			
032	22	INV	080	33	X²	128	10	E'	176	76	LBL	224	58	58			
033	52	EE	081	32	XIT	129	32	XIT	177	13	C	225	02	2			
034	73	RC*	082	25	CLR	130	42	STD	178	17	B'	226	49	PRD			
035	56	56	083	16	A'	131	04	04	179	98	ADV	227	59	59			
036	84	DP*	084	42	STD	132	55	+	180	04	4	228	97	DSZ			
037	55	55	085	03	03	133	43	RCL	181	01	1	229	00	0			
038	01	1	086	75	-	134	05	05	182	32	XIT	230	02	2			
039	44	SUM	087	01	1	135	85	+	183	43	RCL	231	17	17			
040	56	56	088	42	STD	136	59	INT	184	73	73	232	43	RCL			
041	42	STD	089	01	01	137	42	STD	185	69	DP	233	58	58			
042	59	59	090	52	EE	138	06	06	186	01	01	234	99	PRT			
043	97	DSZ	091	01	1	139	07	7	187	19	D'	235	81	RST			
044	55	55	092	02	2	140	04	4	188	16	A'	236	00	0			
045	00	0	093	95	=	141	95	=	189	77	GE	237	00	0			
046	34	34	094	77	GE	142	42	STD	190	77	GE	238	00	0			
047	76	LBL	095	77	GE	143	02	02	191	42	STD	239	00	0			

Code	Text	R.Nr.
1627413122.	DLUNG	60
4130431331.	UMWAN	61
201560000.	10)	62
2327624455.	HL: X (63
1327204613.	AL-ZA	64
1617462430.	DEZIM	65
6244550356.	IX(2)	66
3515321617.	RCDDE	67
1424311317.	BINAE	68
1762000000.	E;	69
2720153216.	L-CDD	70
1746243013.	EZIMA	71
2317441316.	HEXAD	72
3114360064.	NBS =	73

Code	Symbole	R.Nr.
1. 01010101	0 0000	74
2. 01010127	1 000L	75
3. 01012701	2 00LO	76
4. 01012727	3 00LL	77
5. 01270101	4 0LO0	78
6. 01270127	5 0LOL	79
7. 01272701	6 0LLO	80
10. 01272727	7 0LLL	81
11. 27010101	8 L000	82
12. 27010127	9 L00L	83
13. 27012701	A L0LO	84
14. 27012727	B L0LL	85
15. 27270101	C LL00	86
16. 27270127	D LL0L	87
17. 27272701	E LLL0	88
21. 27272727	F LLLL	89