

(19)



(11)

EP 2 085 149 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
22.12.2021 Patentblatt 2021/51

(51) Int Cl.:
B06B 1/16 (2006.01)

E02D 7/18 (2006.01)

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
24.07.2013 Patentblatt 2013/30

(21) Anmeldenummer: **08001601.7**

(22) Anmeldetag: **29.01.2008**

(54) Schwingungserzeuger für ein Vibrationsrammgerät

Vibrator for a vibratory pile driver

Vibrateur pour un appareil de fonçage vibratoire

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB NL

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 577 444 EP-A- 0 951 949
DE-A1- 4 301 368 DE-A1- 19 543 910
DE-U1-202007 005 283 US-A- 5 355 964
US-A- 5 903 077 US-B1- 6 345 564

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.08.2009 Patentblatt 2009/32

(73) Patentinhaber: **ABI**
Anlagentechnik-Baumaschinen-Industriebedarf
Maschinenfabrik und Vertriebsgesellschaft mbH
63843 Niedernberg (DE)

- Preisliste 2007 Rütteltiger XP, Fa. Riedlberger
- Broschüre Universaler Anbauverdichter Rütteltiger XP", Fa. Riedlberger
- Foto des Standes der Fa. Riedlberger auf der BAUMA 2007
- Fachartikel Flüssige Leistungsübertragung - Hydraulik an Baumaschinen - Teil 1"
- Fachartikel Flüssige Leistungsübertragung - Hydraulik an Baumaschinen - Teil 2
- Prospekt BAUER AR 90/AR 180. BAUER Spezialtiefbau GmbH, März 1995
- Auszug aus Wikipedia zum Schluckvolumen

(72) Erfinder:

- **Heichel, Christian**
63843 Niedernberg (DE)
- **Kleibl, Albrecht, Dr.-Ing.**
02747 Grosshennersdorf (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Dörner & Kötter PartG mbB**
Körnerstrasse 27
58095 Hagen (DE)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Schwingungserzeuger für ein Vibrationsrammgerät nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Vibrationsrammgerät nach dem Patentanspruch 7.

[0002] Im Bauwesen werden Schwingungserzeuger verwendet, um Objekte, wie beispielsweise Profile, in den Boden einzubringen oder aus dem Boden zu ziehen oder auch um Bodenmaterial zu verdichten. Der Boden wird durch Vibration angeregt und erreicht so einen "pseudoflüssigen" Zustand. Durch statische Auflast kann das Rammgut dann in den Baugrund gedrückt werden. Die Vibration ist gekennzeichnet durch eine lineare Bewegung und wird durch paarweise gegenläufig rotierende Unwuchten innerhalb eines Vibratorgetriebes generiert. Schwingungserzeuger werden charakterisiert durch die rotierende Unwucht und die maximale Drehzahl. Solche Schwingungserzeuger sind z.B. in EP 0 951 949 A1 oder DE 195 43 910 A1 offenbart.

[0003] Die Schwingungserzeuger sind linear wirkende Schwingungserreger, deren Fliehkraft durch rotierende Unwuchten generiert wird. Diese Schwingungserreger bewegen sich mit veränderlicher Geschwindigkeit. Die Größe der Unwucht wird auch als "statisches Moment" bezeichnet. Der Verlauf der Geschwindigkeit des linearen Schwingungserregers entspricht einer periodisch wiederkehrenden Funktion, beispielsweise einer Sinusfunktion, sie kann aber auch andere Formen einnehmen.

[0004] Schwingungserzeuger werden mit hydraulischen Antrieben betrieben, welche die Wellen, auf denen die Unwuchten angeordnet sind, in Rotation versetzen. Derartige hydraulische Antriebe weisen eine Leistungskurve auf, welche abhängig ist von der Betriebsdrehzahl bzw. vom Betriebsdruck. Bei gleicher Antriebsleistung ist durch eine niedrigere Drehzahl ein höheres statisches Moment erzielbar, wodurch gleichzeitig eine höhere Bodenschwingung bewirkt ist. Im Innenstadtbereich sind Bodenschwingungen zu vermeiden. Diese können durch einen Betrieb mit höherer Drehzahl reduziert werden, wodurch jedoch gleichzeitig das statische Moment verringert wird. Diese Maßnahmen erweisen sich als problematisch, da die erforderliche Antriebsleistung und das Drehmoment drehzahlabhängig sind. Wird der optimale Betriebsdrehzahlbereich des hydraulischen Antriebs bzw. Motors verlassen, so resultiert hieraus ein Leistungsabfall. Ebenso verringert sich das erforderliche Drehmoment am Motor bei wachsender Rammgutmasse. Dementsprechend verringert sich das Druckgefälle am Motor und die angebotene Antriebsleistung kann nur noch teilweise genutzt werden.

[0005] Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen Schwingungserzeuger zu schaffen, der einen Betrieb in unterschiedlichen Drehzahlbereichen ohne Leistungsabfall ermöglicht. Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0006] Mit der Erfindung ist ein Schwingungserreger geschaffen, der einen Betrieb in unterschiedlichen Drehzahlbereichen ohne Leistungsabfall ermöglicht. Durch den Einsatz eines hydraulischen Antriebs mit veränderbaren Schluckvolumen ist eine Anpassung der Leistungskurve auf den jeweils erforderlichen Drehzahlbereich ermöglicht. Einem Leistungsabfall des Antriebs ist hierdurch entgegengewirkt.

[0007] Unter Schluckvolumen wird bei Hydraulikmotoren bzw. -antrieben jene Menge an Hydraulikflüssigkeit verstanden, die der Hydraulikantrieb pro Umdrehung verbraucht. Die von einem Hydraulikantrieb abgegebene Leistung ist direkt proportional dem Schluckvolumen, der Drehzahl und dem Druckgefälle. Das Produkt aus Schluckvolumen und Drehzahl ergibt den Volumenstrom. Das Druckgefälle ist der Unterschied zwischen Druck der zulaufenden Hydraulikflüssigkeit (das ist in der Regel der Pumpendruck) und dem Druck der ablaufenden Hydraulikflüssigkeit (das ist in der Regel der Tankdruck).

[0008] In Ausgestaltung der Erfindung ist ein Steuer- und Regelkreis vorgesehen, der eine Speichereinheit zur Hinterlegung von Bodenbeschaffenheits- oder Aufgabenspezifischen Vorgabe- Datensätzen mit definierten Betriebskenngrößen, umfasst, aus der ein jeweils erforderlicher Datensatz auswählbar ist, Sensoren zur kontinuierlichen Erfassung der definierten Betriebskenngrößen, eine Auswerteeinheit zum Vergleich der ermittelten Betriebskenngrößen mit den Betriebskenngrößen des ausgewählten Vorgabe-Datensatzes, eine mit der Auswerteeinheit gekoppelte Regelvorrichtung zur Regelung des Schwingungserzeugers, sowie eine mit der Regelvorrichtung gekoppelte Steuervorrichtung zur Ansteuerung der Mittel zur Verstellung der relativen Drehposition der Unwuchtmassen zueinander. Hierdurch ist die Bereitstellung und Auswahl von in der Praxis erworbenen Erfahrungswerten in Art eines Expertensystems ermöglicht. In Abhängigkeit von der Aufgabenstellung kann so eine einfache Einstellung des Schwingungserzeugers durch Auswahl eines je nach Aufgabe zu wählenden Betriebsdatensatzes erfolgen.

[0009] In Weiterbildung der Erfindung sind Sensoren zur Erfassung der Frequenz, der statischen Auflast sowie der relativen Position der Unwuchtmassen zueinander angeordnet. Bevorzugt umfassen die Sensoren wenigstens einen induktiven Sensor und/ oder einen Drehgeber. Derartige Sensoren haben sich als langlebig und robust erwiesen. Vorteilhaft ist ein Sensor zur Erfassung der Beschleunigung der rotierenden Wellen angeordnet. Ergänzend kann ein Sensor zur Erfassung der Amplitude der Schwingungen des Schwingungserzeugers angeordnet sein.

[0010] In Ausgestaltung der Erfindung ist eine Vorrichtung zur automatischen Auswahl eines Vorgabe-Datensatzes auf Grundlage der ermittelten Beschleunigungswerte vorgesehen. Hierdurch ist eine Programmatik realisierbar, durch die in Abhängigkeit von der aufgabenspezifischen Betriebssituation die automatische

Auswahl der effizientesten Vorgabegrößen erfolgt, ohne dass ein Eingriff des Bedieners erforderlich ist. Alternativ kann auch eine Halbautomatik realisiert werden, bei der dem Bediener ein Betriebskenndatensatz vorgeschlagen wird, welcher durch den Bediener bestätigt oder verändert werden kann.

[0011] Vorteilhaft weist die Auswerteeinheit eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) auf. Hierdurch ist eine flexible Steuerung des Schwingungserzeugers ermöglicht.

[0012] In Weiterbildung der Erfindung ist eine akustische und/oder optische Warneinrichtung zur Alarmierung von Fehleingaben vorgesehen, die mit der Auswerteeinheit verbunden ist. Hierdurch kann der Bediener auf eine erforderliche Anpassung bzw. Änderung der aktuellen Betriebskenndaten hingewiesen werden.

[0013] Der Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zu Grunde, ein Vibrationsrammgerät zu schaffen, das einen Betrieb in unterschiedlichen Drehzahlbereichen ohne Leistungsabfall ermöglicht. Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 7 gelöst.

[0014] Mit der Erfindung ist ein Vibrationsrammgerät geschaffen, das einen Betrieb in unterschiedlichen Drehzahlbereichen ohne Leistungsabfall ermöglicht.

[0015] In Ausgestaltung der Erfindung ist ein Sensor zur Erfassung der auf das Rammgut einwirkenden Kräfte angeordnet. Durch die Ermittlung dieser Größe ist eine Charakterisierung der Bodenbeschaffenheit ermöglicht. Diese Charakterisierung kann durch die bevorzugte Anordnung wenigstens eines auf das Eindringmedium aufbringbaren Sensors zur Erfassung der Schwingungen des Eindringmediums, der mit der Auswerteeinheit verbunden ist, verbessert werden. Bevorzugt ist ein Sensor zur Erfassung der Eindringgeschwindigkeit des Rammguts vorgesehen.

[0016] In bevorzugter Weiterbildung der Erfindung ist eine Vorrichtung zur automatischen Auswahl eines Vorgabe-Datensatzes auf Grundlage der ermittelten auf das Rammgut einwirkenden Kräfte und/oder der ermittelten Rammgutgeschwindigkeit und -beschleunigung und/oder der erfassten Schwingungen des Eindringmediums vorgesehen. Hierdurch ist eine Programmatommatik realisierbar, durch die in Abhängigkeit von der aufgabenspezifischen Betriebssituation die automatische Auswahl der effizientesten Vorgabegrößen erfolgt, ohne dass ein Eingriff des Bedieners erforderlich ist. Alternativ ist auch eine Halbautomatik realisierbar, bei der dem Bediener ein Betriebskenndatensatz vorgeschlagen wird, welcher durch den Bediener bestätigt oder verändert werden kann.

[0017] Andere Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den übrigen Unteransprüchen angegeben. Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird nachfolgend im Einzelnen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1: Die schematische Darstellung eines Vibra-

tionsrammgerätes mit Trägergerät und

Fig. 2: die schematische Darstellung eines Vibratorgetriebes im Längsschnitt.

5 **[0018]** Das als Ausführungsbeispiel gewählte Vibrationsrammgerät besteht im Wesentlichen aus einem Trägergerät 1, an dem über einen Mäkler 2 ein Schwingungserzeuger (Vibrator) 3 vertikal verschiebbar angeordnet ist. Der Schwingungserzeuger 3 umfasst ein Gehäuse 31, welches von einer Haube 30 umgeben ist. An der Haube 30 ist eine Klemmzange 37 zur Aufnahme von Rammgut 4 angeordnet. Die Haube 30 dient der Führung des Schwingungserzeugers 3 und überträgt die statische Kraft des Mäklers 2 auf den Schwingungserzeuger 10 3. Der Schwingungserzeuger 3 generiert über rotierende Unwuchten 3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531 eine Vibration, welche über die Klemmzange 33 auf das Rammgut 4 übertragen wird.

[0019] Der Schwingungserzeuger 3 ist als Vibratorgetriebe ausgeführt (Figur 2). Es besteht im Wesentlichen aus einem Gehäuse 31, in dem mit Zahnrädern 331, 332, 333, 351, 352, 353 versehene Wellen 33, 35 drehbar gelagert sind. Die Zahnräder 331, 332, 333, 351, 352, 353 sind jeweils mit Unwuchtmassen 3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531 versehen, wobei die Zahnräder beider Wellen 33, 35 über Zahnräder 3613, 3614 der Rotorwelle 361 eines Schwenkmotors 36 miteinander im Eingriff sind. Die mit Unwuchtmassen 3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531 versehenen Zahnräder 331, 332, 333, 351, 352, 353 sind über den Schwenkmotor 36 in ihrer rotatorischen Position relativ zueinander verstellbar, wodurch die resultierende Unwucht bzw. das resultierende statische Moment einstellbar ist. Derartige Vibratorgetriebe mit drehbar gelagerten Unwuchtmassen, die in der 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950 955 960 965 970 975 980 985 990 995 1000 1005 1010 1015 1020 1025 1030 1035 1040 1045 1050 1055 1060 1065 1070 1075 1080 1085 1090 1095 1100 1105 1110 1115 1120 1125 1130 1135 1140 1145 1150 1155 1160 1165 1170 1175 1180 1185 1190 1195 1200 1205 1210 1215 1220 1225 1230 1235 1240 1245 1250 1255 1260 1265 1270 1275 1280 1285 1290 1295 1300 1305 1310 1315 1320 1325 1330 1335 1340 1345 1350 1355 1360 1365 1370 1375 1380 1385 1390 1395 1400 1405 1410 1415 1420 1425 1430 1435 1440 1445 1450 1455 1460 1465 1470 1475 1480 1485 1490 1495 1500 1505 1510 1515 1520 1525 1530 1535 1540 1545 1550 1555 1560 1565 1570 1575 1580 1585 1590 1595 1600 1605 1610 1615 1620 1625 1630 1635 1640 1645 1650 1655 1660 1665 1670 1675 1680 1685 1690 1695 1700 1705 1710 1715 1720 1725 1730 1735 1740 1745 1750 1755 1760 1765 1770 1775 1780 1785 1790 1795 1800 1805 1810 1815 1820 1825 1830 1835 1840 1845 1850 1855 1860 1865 1870 1875 1880 1885 1890 1895 1900 1905 1910 1915 1920 1925 1930 1935 1940 1945 1950 1955 1960 1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100 2105 2110 2115 2120 2125 2130 2135 2140 2145 2150 2155 2160 2165 2170 2175 2180 2185 2190 2195 2200 2205 2210 2215 2220 2225 2230 2235 2240 2245 2250 2255 2260 2265 2270 2275 2280 2285 2290 2295 2300 2305 2310 2315 2320 2325 2330 2335 2340 2345 2350 2355 2360 2365 2370 2375 2380 2385 2390 2395 2400 2405 2410 2415 2420 2425 2430 2435 2440 2445 2450 2455 2460 2465 2470 2475 2480 2485 2490 2495 2500 2505 2510 2515 2520 2525 2530 2535 2540 2545 2550 2555 2560 2565 2570 2575 2580 2585 2590 2595 2600 2605 2610 2615 2620 2625 2630 2635 2640 2645 2650 2655 2660 2665 2670 2675 2680 2685 2690 2695 2700 2705 2710 2715 2720 2725 2730 2735 2740 2745 2750 2755 2760 2765 2770 2775 2780 2785 2790 2795 2800 2805 2810 2815 2820 2825 2830 2835 2840 2845 2850 2855 2860 2865 2870 2875 2880 2885 2890 2895 2900 2905 2910 2915 2920 2925 2930 2935 2940 2945 2950 2955 2960 2965 2970 2975 2980 2985 2990 2995 3000 3005 3010 3015 3020 3025 3030 3035 3040 3045 3050 3055 3060 3065 3070 3075 3080 3085 3090 3095 3100 3105 3110 3115 3120 3125 3130 3135 3140 3145 3150 3155 3160 3165 3170 3175 3180 3185 3190 3195 3200 3205 3210 3215 3220 3225 3230 3235 3240 3245 3250 3255 3260 3265 3270 3275 3280 3285 3290 3295 3300 3305 3310 3315 3320 3325 3330 3335 3340 3345 3350 3355 3360 3365 3370 3375 3380 3385 3390 3395 3400 3405 3410 3415 3420 3425 3430 3435 3440 3445 3450 3455 3460 3465 3470 3475 3480 3485 3490 3495 3500 3505 3510 3515 3520 3525 3530 3535 3540 3545 3550 3555 3560 3565 3570 3575 3580 3585 3590 3595 3600 3605 3610 3615 3620 3625 3630 3635 3640 3645 3650 3655 3660 3665 3670 3675 3680 3685 3690 3695 3700 3705 3710 3715 3720 3725 3730 3735 3740 3745 3750 3755 3760 3765 3770 3775 3780 3785 3790 3795 3800 3805 3810 3815 3820 3825 3830 3835 3840 3845 3850 3855 3860 3865 3870 3875 3880 3885 3890 3895 3900 3905 3910 3915 3920 3925 3930 3935 3940 3945 3950 3955 3960 3965 3970 3975 3980 3985 3990 3995 4000 4005 4010 4015 4020 4025 4030 4035 4040 4045 4050 4055 4060 4065 4070 4075 4080 4085 4090 4095 4100 4105 4110 4115 4120 4125 4130 4135 4140 4145 4150 4155 4160 4165 4170 4175 4180 4185 4190 4195 4200 4205 4210 4215 4220 4225 4230 4235 4240 4245 4250 4255 4260 4265 4270 4275 4280 4285 4290 4295 4300 4305 4310 4315 4320 4325 4330 4335 4340 4345 4350 4355 4360 4365 4370 4375 4380 4385 4390 4395 4400 4405 4410 4415 4420 4425 4430 4435 4440 4445 4450 4455 4460 4465 4470 4475 4480 4485 4490 4495 4500 4505 4510 4515 4520 4525 4530 4535 4540 4545 4550 4555 4560 4565 4570 4575 4580 4585 4590 4595 4600 4605 4610 4615 4620 4625 4630 4635 4640 4645 4650 4655 4660 4665 4670 4675 4680 4685 4690 4695 4700 4705 4710 4715 4720 4725 4730 4735 4740 4745 4750 4755 4760 4765 4770 4775 4780 4785 4790 4795 4800 4805 4810 4815 4820 4825 4830 4835 4840 4845 4850 4855 4860 4865 4870 4875 4880 4885 4890 4895 4900 4905 4910 4915 4920 4925 4930 4935 4940 4945 4950 4955 4960 4965 4970 4975 4980 4985 4990 4995 5000 5005 5010 5015 5020 5025 5030 5035 5040 5045 5050 5055 5060 5065 5070 5075 5080 5085 5090 5095 5100 5105 5110 5115 5120 5125 5130 5135 5140 5145 5150 5155 5160 5165 5170 5175 5180 5185 5190 5195 5200 5205 5210 5215 5220 5225 5230 5235 5240 5245 5250 5255 5260 5265 5270 5275 5280 5285 5290 5295 5300 5305 5310 5315 5320 5325 5330 5335 5340 5345 5350 5355 5360 5365 5370 5375 5380 5385 5390 5395 5400 5405 5410 5415 5420 5425 5430 5435 5440 5445 5450 5455 5460 5465 5470 5475 5480 5485 5490 5495 5500 5505 5510 5515 5520 5525 5530 5535 5540 5545 5550 5555 5560 5565 5570 5575 5580 5585 5590 5595 5600 5605 5610 5615 5620 5625 5630 5635 5640 5645 5650 5655 5660 5665 5670 5675 5680 5685 5690 5695 5700 5705 5710 5715 5720 5725 5730 5735 5740 5745 5750 5755 5760 5765 5770 5775 5780 5785 5790 5795 5800 5805 5810 5815 5820 5825 5830 5835 5840 5845 5850 5855 5860 5865 5870 5875 5880 5885 5890 5895 5900 5905 5910 5915 5920 5925 5930 5935 5940 5945 5950 5955 5960 5965 5970 5975 5980 5985 5990 5995 6000 6005 6010 6015 6020 6025 6030 6035 6040 6045 6050 6055 6060 6065 6070 6075 6080 6085 6090 6095 6100 6105 6110 6115 6120 6125 6130 6135 6140 6145 6150 6155 6160 6165 6170 6175 6180 6185 6190 6195 6200 6205 6210 6215 6220 6225 6230 6235 6240 6245 6250 6255 6260 6265 6270 6275 6280 6285 6290 6295 6300 6305 6310 6315 6320 6325 6330 6335 6340 6345 6350 6355 6360 6365 6370 6375 6380 6385 6390 6395 6400 6405 6410 6415 6420 6425 6430 6435 6440 6445 6450 6455 6460 6465 6470 6475 6480 6485 6490 6495 6500 6505 6510 6515 6520 6525 6530 6535 6540 6545 6550 6555 6560 6565 6570 6575 6580 6585 6590 6595 6600 6605 6610 6615 6620 6625 6630 6635 6640 6645 6650 6655 6660 6665 6670 6675 6680 6685 6690 6695 6700 6705 6710 6715 6720 6725 6730 6735 6740 6745 6750 6755 6760 6765 6770 6775 6780 6785 6790 6795 6800 6805 6810 6815 6820 6825 6830 6835 6840 6845 6850 6855 6860 6865 6870 6875 6880 6885 6890 6895 6900 6905 6910 6915 6920 6925 6930 6935 6940 6945 6950 6955 6960 6965 6970 6975 6980 6985 6990 6995 7000 7005 7010 7015 7020 7025 7030 7035 7040 7045 7050 7055 7060 7065 7070 7075 7080 7085 7090 7095 7100 7105 7110 7115 7120 7125 7130 7135 7140 7145 7150 7155 7160 7165 7170 7175 7180 7185 7190 7195 7200 7205 7210 7215 7220 7225 7230 7235 7240 7245 7250 7255 7260 7265 7270 7275 7280 7285 7290 7295 7300 7305 7310 7315 7320 7325 7330 7335 7340 7345 7350 7355 7360 7365 7370 7375 7380 7385 7390 7395 7400 7405 7410 7415 7420 7425 7430 7435 7440 7445 7450 7455 7460 7465 7470 7475 7480 7485 7490 7495 7500 7505 7510 7515 7520 7525 7530 7535 7540 7545 7550 7555 7560 7565 7570 7575 7580 7585 7590 7595 7600 7605 7610 7615 7620 7625 7630 7635 7640 7645 7650 7655 7660 7665 7670 7675 7680 7685 7690 7695 7700 7705 7710 7715 7720 7725 7730 7735 7740 7745 7750 7755 7760 7765 7770 7775 7780 7785 7790 7795 7800 7805 7810 7815 7820 7825 7830 7835 7840 7845 7850 7855 7860 7865 7870 7875 7880 7885 7890 7895 7900 7905 7910 7915 7920 7925 7930 7935 7940 7945 7950 7955 7960 7965 7970 7975 7980 7985 7990 7995 8000 8005 8010 8015 8020 8025 8030 8035 8040 8045 8050 8055 8060 8065 8070 8075 8080 8085 8090 8095 8100 8105 8110 8115 8120 8125 8130 8135 8140 8145 8150 8155 8160 8165 8170 8175 8180 8185 8190 8195 8200 8205 8210 8215 8220 8225 8230 8235 8240 8245 8250 8255 8260 8265 8270 8275 8280 8285 8290 8295 8300 8305 8310 8315 8320 8325 8330 8335 8340 8345 8350 8355 8360 8365 8370 8375 8380 8385 8390 8395 8400 8405 8410 8415 8420 8425 8430 8435 8440 8445 8450 8455 8460 8465 8470 8475 8480 8485 8490 8495 8500 8505 8510 8515 8520 8525 8530 8535 8540 8545 8550 8555 8560 8565 8570 8575 8580 8585 8590 8595 8600 8605 8610 8615 8620 8625 8630 8635 8640 8645 8650 8655 8660 8665 8670 8675 8680 8685 8690 8695 8700 8705 8710 8715 8720 8725 8730 8735 8740 8745 8750 8755 8760 8765 8770 8775 8780 8785 8790 8795 8800 8805 8810 8815 8820 8825 8830 8835 8840 8845 8850 8855 8860 8865 8870 8875 8880 8885 8890 8895 8900 8905 8910 8915 8920 8925 8930 8935 8940 8945 8950 8955 8960 8965 8970 8975 8980 8985 8990 8995 9000 9005 9010 9015 9020 9025 9030 9035 9040 9045 9050 9055 9060 9065 9070 9075 9080 9085 9090 9095 9100 9105 9110 9115 9120 9125 9130 9135 9140 9145 9150 9155 9160 9165 9170 9175 9180 9185 9190 9195 9200 9205 9210 9215 9220 9225 9230 9235 9240 9245 9250 9255 9260 9265 9270 9275 9280 9285 9290 9295 9300 9305 9310 9315 9320 9325 9330 9335 9340 9345 9350 9355 9360 9365

se des Schwingungserzeugers angebrachter Beschleunigungssensor vorgesehen sein.

[0021] Die Wellen 33, 35 des Schwingungserzeugers 3 sind mit hydraulischen Antrieben 38 verbunden, die ein veränderbares Schluckvolumen aufweisen. Derartige regelbare Hydraulikantriebe sind in unterschiedlichen Ausführungen bekannt. Die hydraulischen Antriebe 38 sind mit einem Regelmodul verbunden, über welches das Schluckvolumen in Abhängigkeit vom jeweiligen Betriebsdrehzahlbereich einstellbar ist. Im Ausführungsbeispiel ist das Regelmodul in dem Antrieb 38 integriert.

[0022] Der SPS 7 vorgeschaltet ist eine Speichereinheit 10, welche über Leitungen 6 mit der SPS 7 verbunden ist. In der Speichereinheit 10 sind bodenbeschaffenheitsspezifische Vorgabedatensätze mit definierten Betriebskenngroßen hinterlegt. Bei diesen Vorgabegrößen handelt es sich um empirisch ermittelte Größen. Im Ausführungsbeispiel bildet die SPS 7 zusammen mit der Speichereinheit 10 eine Programmautomatik, welche je nach vorliegender Bodenbeschaffenheit einen entsprechenden effizienten Datensatz auswählt. Im Ausführungsbeispiel sind die Datensätze an zu ermittelnde Kraft- und Beschleunigungswerte gekoppelt, welche als Eingangsgrößen der SPS 7 übermittelt werden. Zusätzlich ist als Einflussgröße die Schwingungsemision des umgebenden Eindringmediums hinterlegt.

[0023] Die Ermittlung der Kraft- und Beschleunigungswerte erfolgt über einen Kraftsensor 52 sowie einen Beschleunigungssensor 311. Der Kraftsensor 52 ist derart eingerichtet, dass er die auf das Rammgut 4 einwirkenden Kräfte, die aus der durch den Mäkler 2 aufgebrachten Kräfte sowie der durch das Eindringmedium erzeugten Gegenkraft resultiert, ermittelt und über Leitungen 6 an die SPS 7 übermittelt. Der Beschleunigungssensor 311 ist derart eingerichtet, dass er die Eindringgeschwindigkeit und -beschleunigung des Rammgutes 4 in das Eindringmedium 9 ermittelt und ebenfalls über Leitungen 6 an die SPS 7 übermittelt. Wahlweise kann die Eindringgeschwindigkeit mit einem zusätzlichen Sensor (53) ermittelt werden, vorzugsweise einem Laser zur Abstandsmessung zwischen Vibrator und Boden. Alternativ kann die Ermittlung der anliegenden Kraft auch über einen Beschleunigungssensor 311 und die dynamische Masse erfolgen.

[0024] Zur Ermittlung der Schwingungsemision des das Rammgut 4 umgebenden Bodens 9 ist beabstandet zum Eindringort des Rammgutes 4 ein Schwingungssensor 54 auf den Boden 9 aufgebracht. Dieser Schwingungssensor 54 ermittelt die vom Boden während des Rammvorgangs vom Boden 9 emittierten Schwingungen und übermittelt die erfassten Schwingungswerte über eine Leitung 6 an die SPS 7.

[0025] Auf Basis der so ermittelten Kraft- und Beschleunigungswerte sowie der gemessenen Schwingungswerte wird aus einer Speichereinheit 10 der diesen Werten (bzw. einem Wertebereich, in den die ermittelten Werte fallen) zugeordnete Vorgabe-Datensatz ausgewählt, dessen Vorgabewerte zum Abgleich mit den durch

die Sensoren 310, 311 ermittelten Betriebskenngroßen herangezogen werden. In einer alternativen Ausgestaltung ist auch die Auswahl eines Datensatzes durch den Bediener des Vibrationsrammgerätes über ein entsprechendes Bedienfeld möglich.

[0026] In dem Trägergerät 1 ist eine Steuerung 8 angeordnet, welche über Leitungen 6 mit der Speichereinheit 10 sowie mit der SPS 7 verbunden ist. Die Steuerung 8 ist derart eingerichtet, dass sie aus dem von der SPS 7 ermittelten statischen Moment sowie den von den Sensoren 311 ermittelten Beschleunigungsdaten vor dem Hintergrund der Vorgabekennwerte des aus der Speichereinheit 10 ausgewählten Vorgabe-Datensatzes die optimalen Betriebskenngroßen des Schwingungserzeugers errechnet.

[0027] Die Steuerung 8 ist mit dem in dem Schwingungserzeuger 3 angeordneten Schwenkmotor 36 zur Veränderung der relativen Drehposition der Unwuchtmassen zueinander verbunden. Über die Ansteuerung des Schwenkmotors 36 erfolgt eine Angleichung der aktuellen durch die Sensoren 310, 311 erfassten Betriebskenndaten an die entsprechenden Vorgabewerte des ausgewählten Vorgabedatensatzes. Im Falle der Überschreitung der zulässigen Beschleunigungswerte erfolgt über den Schwenkmotor 36 über das Zahnrad 3621 eine Nachstellung der resultierenden Unwucht bzw. des resultierenden statischen Moments.

[0028] Zusätzlich ist die Installation eines optischen und / oder akustischen Signals im Bedienerstand des Trägergerätes möglich, um den Bediener von der wesentlichen Überschreitung zulässiger Beschleunigungswerte zu informieren. Im Regelfall weist dies auf die Auswahl eines ungeeigneten Betriebskenngroßensatzes aus der Speichereinheit 10 hin. Durch die Aktivierung des Signals wird der Bediener angewiesen, die Auswahl des Vorgabedatensatzes zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren.

40 Patentansprüche

1. Schwingungserzeuger für ein Vibrationsrammgerät, umfassend rotierbare Unwuchtmassen (3321, 3331, 3521, 3531), die auf Wellen (33, 35) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein hydraulischer Antrieb (38) mit über ein Regelmodul in Abhängigkeit vom jeweiligen Betriebsdrehzahlbereich veränderbarem Schluckvolumen zum Antrieb der Wellen angeordnet ist, wobei Mittel zur Verstellung der relativen Drehposition der Unwuchtmassen zueinander angeordnet sind, welche Mittel durch einen Schwenkmotor gebildet sind.
2. Schwingungserzeuger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Steuer- und Regelkreis vorgesehen ist, der folgende Komponenten aufweist:

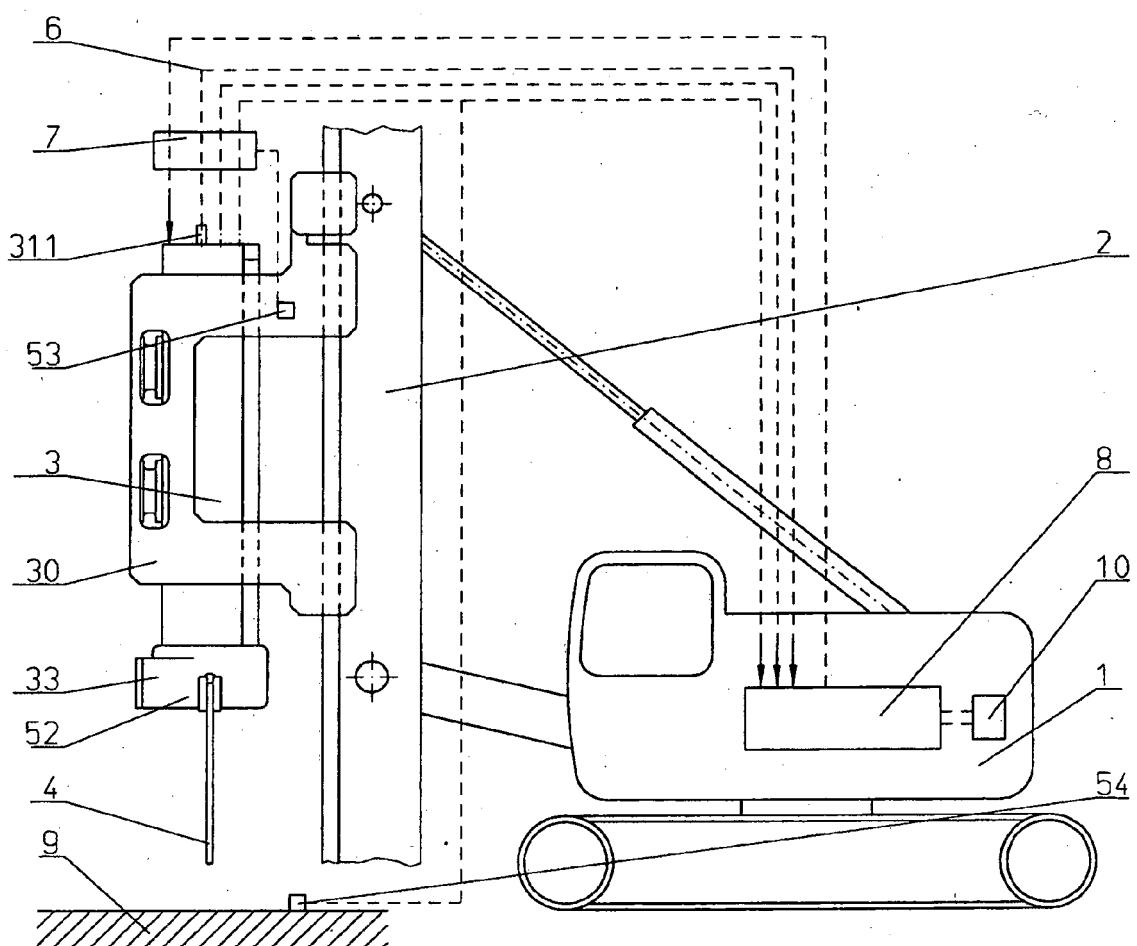
- eine Speichereinheit zur Hinterlegung von Bodenbeschaffenheits- oder Aufgabenspezifischen Vorgabe-Datensätzen mit definierten Betriebskenngrößen, aus der ein jeweils erforderlicher Datensatz auswählbar ist,
- Sensoren (5) zur kontinuierlichen Erfassung der definierten Betriebskenngrößen,
- eine Auswerteeinheit (7) zum Vergleich der ermittelten Betriebskenngrößen mit den Betriebskenngrößen des ausgewählten Vorgabe-Datensatzes,
- eine mit der Auswerteeinheit (7) gekoppelte Regelvorrichtung zur Regelung des statischen Moments des Schwingungserzeugers auf Basis der von der Auswerteeinheit (7) ermittelten Vergleichswerte,
- eine mit der Regelvorrichtung gekoppelte Steuervorrichtung zur Ansteuerung der Mittel zur Verstellung der relativen Drehposition der Unwuchtmassen zueinander.
3. Schwingungserzeuger nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** Sensoren (5) zur Erfassung der Frequenz sowie der relativen Position der Unwuchtmassen zueinander angeordnet sind.
4. Schwingungserzeuger nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Sensor (5) zur Erfassung der Beschleunigung der rotierenden Wellen innerhalb des Schwingungserzeugers (3) angeordnet ist.
5. Schwingungserzeuger nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Sensor (51) zur Erfassung der Beschleunigung des Schwingungserzeugers angeordnet ist.
6. Schwingungserzeuger nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Sensor (51) zur Erfassung der Beschleunigung des Schwingungserzeugers angeordnet ist und dass eine Vorrichtung zur automatischen Auswahl eines Vorgabe-Datensatzes auf Grundlage der ermittelten Beschleunigungswerte vorgesehen ist.
7. Vibrationsrammgerät, umfassend einen Schwingungserzeuger (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, einen Mäkler (2), über den der Schwingungserzeuger (3) verfahrbar angeordnet ist und/oder eine Aufnahme für ein Rammgut (4).
8. Vibrationsrammgerät nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Sensor (52) zur Erfassung der auf das Rammgut (4) einwirkenden Kraft angeordnet ist.
9. Vibrationsrammgerät nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Sensor (53) zur Erfassung der Eindringgeschwindigkeit ist.
- 5 10. Vibrationsrammgerät nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein externer, auf das Eindringmedium aufbringbarer Sensor (54) zur Erfassung der Schwingungen des Eindringmediums vorgesehen ist, der mit der Auswerteeinheit (7) verbunden ist.

Claims

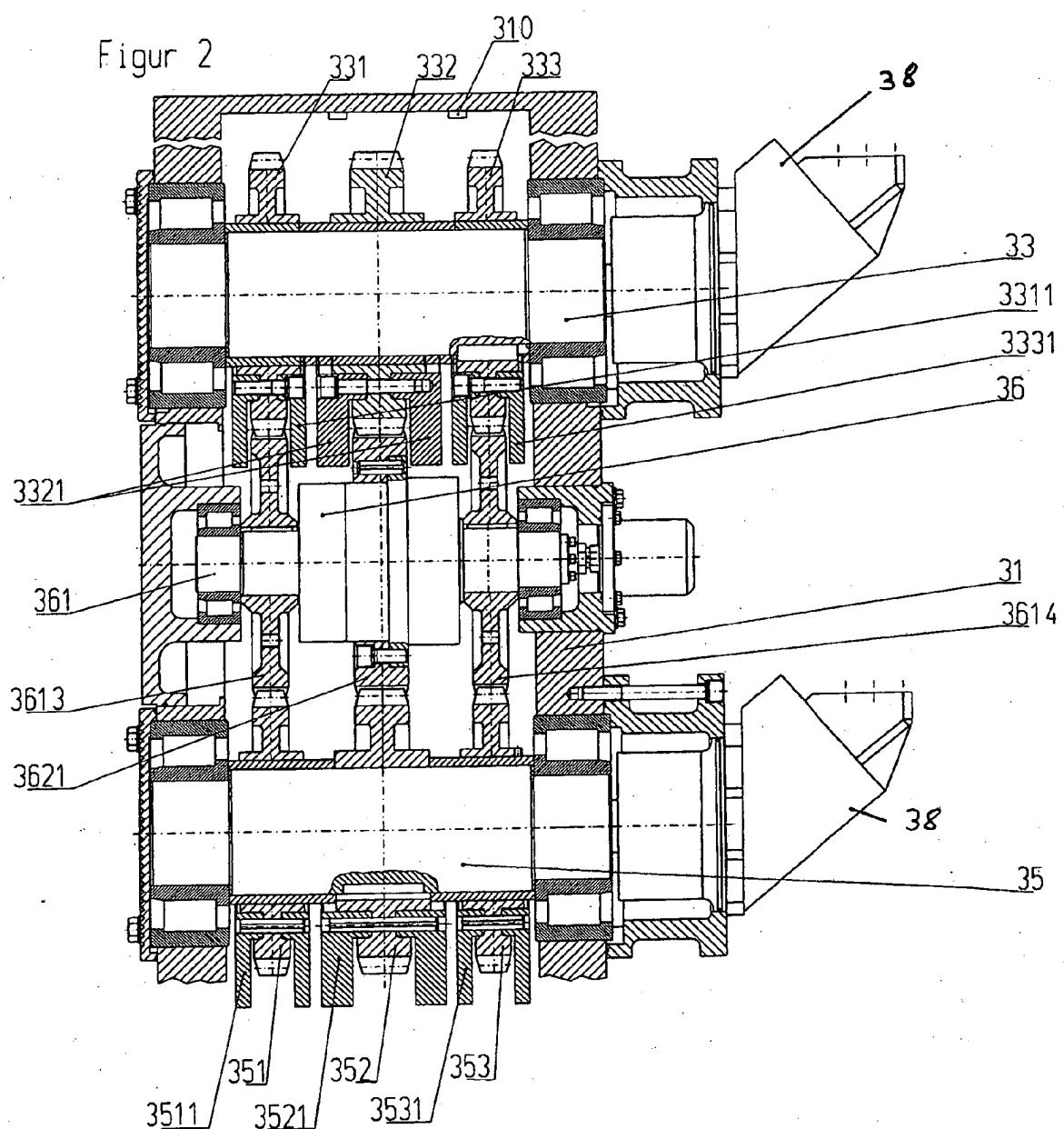
15. 1. **Vibrator for a vibratory pile driver comprising rotating unbalanced masses (3321, 3331, 3521, 3531), arranged on shafts (33, 35), characterised in that** at least one hydraulic drive unit (38) is arranged to drive the shafts, which drive unit has a displacement which can be varied by means of a control module depending on the range of operating speed, wherein means (36) are arranged for adjusting the rotating position of the unbalanced masses in relation to one another, which means are formed by a swing motor.
20. 2. **Vibrator in accordance with claim 1, characterised in that** a control and regulating circuit is provided, which comprises the following components:
25. - a memory unit for storing data sets with defined operating parameters regarding ground composition and task-specific settings, from which the data set required in each case can be selected,
30. - sensors (5) for continuous recording of the defined operating parameters,
35. - an evaluation unit (7) for comparing the operating parameters recorded with those of the selected task-specific data set,
40. - a regulating device coupled to the evaluation unit (7) for regulating the static moment of the vibrator on the basis of the comparative values determined by the evaluation unit (7),
45. - a control device coupled to the regulating device for controlling the means of varying the rotation position of the unbalanced masses in relation to one another.
50. 3. **Vibrator in accordance with claim 1 or 2, characterised in that** sensors (5) are arranged for measuring the frequency and the position of the unbalanced masses in relation to one another.
55. 4. **Vibrator in accordance with any of the aforementioned claims, characterised in that** at least one sensor (5) is arranged for measuring the acceleration of the rotating shafts within the vibrator (3).
5. **Vibrator in accordance with any of the aforemen-**

- | | | |
|---|----|---|
| tioned claims, characterised in that at least one sensor (51) is arranged for measuring the acceleration of the vibrator. | | |
| 6. Vibrator in accordance with claim 5, characterised in that at least one sensor (51) is arranged for measuring the acceleration of the vibrator and that a device is provided for automatically selecting a task-specific data set on the basis of the acceleration figures measured. | 5 | |
| 7. Vibratory pile driver, comprising a vibrator (3) in accordance with any of the claims 1 to 6, a leader (2) along which the vibrator (3) is arranged to move, and/or a retainer for the pile material (4). | 10 | |
| 8. Vibratory pile driver in accordance with claim 7, characterised in that a sensor (52) is arranged for measuring the force acting on the pile material (4). | 15 | |
| 9. Vibratory pile driver in accordance with claim 7 or claim 8, characterised in that a sensor (53) is arranged for measuring the speed of penetration. | 20 | |
| 10. Vibratory pile driver in accordance with any of the claims 7 to 9, characterised in that at least one external sensor (54) is provided, which can be mounted on the penetrating medium for measuring the vibrations of the penetrating medium, and which is connected to the evaluation unit (7). | 25 | |
| Revendications | | |
| 1. Vibrateur pour un appareil de fonçage vibratoire, comprenant des masselottes rotatives (3321, 3331, 3521, 3531) agencées sur des arbres (33, 35), caractérisé en ce qu'est agencé au moins un entraînement hydraulique (38), à volume d'absorption variable via un module régulateur en fonction de la plage de régime respective, destiné à entraîner les arbres, sachant que des moyens (36) sont agencés pour modifier la position de rotation des masselottes les unes par rapport aux autres, lesquels moyens sont formés par un moteur de pivotement. | 35 | |
| 2. Vibrateur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'est prévu un circuit de commande et de régulation présentant les composantes suivantes: | 40 | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Une unité mémoire recevant des paquets de données imposés - dans laquelle il est possible de choisir le paquet respectivement nécessaire - spécifiques à la nature du sol et aux tâches à accomplir, paquets qui contiennent des paramètres d'exploitation définis, - Des capteurs (5) permettant de saisir continuellement les paramètres d'exploitation définiti | 45 | |
| | 50 | |
| | 55 | |
| | | nis, |
| | | - Une unité d'analyse (7) servant à comparer les paramètres d'exploitation déterminés avec les paramètres d'exploitation provenant des paquets de données imposés qui ont été sélectionnés, |
| | | - Un dispositif de régulation couplé à l'unité d'analyse (7) pour réguler le moment statique du vibrateur sur la base de valeurs comparatives déterminées par l'unité d'analyse (7), |
| | | - Un dispositif de commande couplé avec le dispositif de régulation, pour exciter les moyens servant à modifier la position relative de rotation des masselottes les unes par rapport aux autres. |
| 3. Vibrateur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que sont agencés des capteurs (5) servant à saisir la fréquence ainsi que la position relative des masselottes les unes par rapport aux autres. | 20 | |
| 4. Vibrateur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins un capteur (5) est agencé à l'intérieur du vibrateur (3) pour saisir l'accélération des arbres en train de tourner. | 25 | |
| 5. Vibrateur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins un capteur (51) est agencé pour saisir l'accélération du vibrateur. | 30 | |
| 6. Vibrateur selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'au moins un capteur (51) est agencé pour saisir l'accélération du vibrateur et en ce qu'est prévu un dispositif servant à sélectionner automatiquement un paquet de données imposé sur la base des valeurs d'accélération déterminées. | 35 | |
| 7. Appareil de fonçage vibratoire comprenant un vibrateur (3) selon l'une des revendications 1 à 6, une jumelle (2) via laquelle le générateur de vibrations (3) est agencé de manière déplaçable, et/ou un réceptacle recevant l'objet à enfoncer (4). | 40 | |
| 8. Appareil de fonçage vibratoire selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'est agencé un capteur (52) servant à saisir la force agissant sur l'objet à enfoncer (4). | 45 | |
| 9. Appareil de fonçage vibratoire selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce qu'est agencé un capteur (53) servant à saisir la vitesse de pénétration. | 50 | |
| 10. Appareil de fonçage vibratoire selon l'une des revendications 7 à 9, caractérisé en ce qu'est prévu au moins un capteur externe (54) - qu'il est possible de fixer sur l'objet pénétrant afin de saisir les vibrations dudit objet - relié à l'unité d'analyse (7). | 55 | |

Figure 1



Figur 2



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0951949 A1 **[0002]**
- DE 19543910 A1 **[0002]**
- DE 202007005283 U1 **[0019]**